

ANTONIO ELÍAS FUSTÉ

Dr. Ingeniero de Telecomunicación, Comisión del Mercado
de las Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Cataluña

CLAUDIO GÓMEZ-PERRETTA DE MATEO

Dr. en Medicina y Químico, Centro de Investigación del Hospital
Universitario La Fe de Valencia

SOLEDAD GALLEGO BERNAD

Abogado

Mesa redonda sobre
TELEFONÍA MÓVIL:
TECNOLOGÍA, SALUD Y
SOCIEDAD





EL DIRECTOR

DE LA REAL SOCIEDAD ECONÓMICA DE AMIGOS DEL PAIS

Se complace en invitarle a la Mesa Redonda que se celebrará el próximo día 21 de Mayo, a las 19:30 horas en el Centre Cultural de BANCAIXA (Plaza de Tetuán, 23),

PONENTES:

D. ANTONIO ELÍAS FUSTÉ.- Dr. Ingeniero de Telecomunicación, Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Cataluña.

D. CLAUDIO GÓMEZ-PERRETTA DE MATEO.- Dr. en Medicina y Químico, Centro de Investigación del Hospital Universitario La Fe de Valencia.

Dña. SOLEDAD GALLEGO BERNAD.- Abogado.

Sobre el tema: **"Telefonía Móvil: Tecnología, Salud y Sociedad"**

Moderado por D. MIGUEL FERRANDÓ BATALLER.- Presidente de la Comisión de Educación de la RSEAPV.

Colabora: **BANCAIXA**

Valencia, Mayo 2001

CLAUDIO GÓMEZ-PERRETTA DE MATEO

Dr. en Medicina y Químico, Centro Investigación del Hospital
Universitario La Fe de Valencia

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS
ALREDEDOR DE LAS ESTACIONES
BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

INTRODUCCIÓN

LA electrificación en los países industrializados ha ido incrementando progresivamente el nivel medio de exposición a los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia y desde los inicios de la Radio-Televisión (RTV) y el radar también a las hiperfrecuencias. Mientras que el campo eléctrico relevante de la RTV y el radar se concentra alrededor de las respectivas estaciones, la densidad espacial efectiva de las comunicaciones sin hilos (actual telefonía móvil (TM)) es prácticamente ubicua.

El espectro de las radiofrecuencias se sitúa entre los 10 Kilohercios (KHz) hasta los 300 gigaherzios (GHz) de manera que la radio emite entre 5.4 KHz hasta 108 MHz, la TV entre 46 MHz y 850 MHz y finalmente la telefonía celular utiliza las frecuencias entre 400 MHz y 3 GHz.

Por otro lado, los estudios sobre los sistemas biológicos son muy complejos teniendo en cuenta además que las ondas de la TM contienen un sistema de modulación de muy bajas frecuencias (ELF) y que el celular opera también a ELF (baterías) y emite campos magnéticos estáticos relevantes (comunicación personal Azanza & Del Moral) (1). Además, en 1970 coincidiendo con la irrupción de los monitores o VDT (Video Display Terminal) en el ambiente de las oficinas modernas, aparece un nuevo síndrome llamado hipersensibilidad a la electricidad (2). Aunque los síntomas varían para cada individuo los más frecuentes incluyen alteraciones del sueño, fatiga general, cefalea, dificultad para concentrarse, mareo, tensión ocular, y alteraciones en la piel. Típicamente, los síntomas aparecen de forma intermitente, desapareciendo cuando el individuo está fuera del alcance de los CEM. Aunque se presentan casos irreversibles, donde los trastornos se agravan y permanecen ya definitivamente.

Desde el punto de vista clínico, Sandyk (3, 4) logró modificar diversas funciones cerebrales en enfermos de Parkinson y de Alzheimer estimulándolos con CEM de intensidades extremadamente bajas, del orden de picoteslas,

corroborando empíricamente lo extremadamente sensible que es nuestro tejido cerebral a los CEM.

Finalmente, varios estudios epidemiológicos han concluido que la exposición a CEM está asociada con un aumento del riesgo de contraer cáncer particularmente las leucemias en los niños dando lugar a que la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificara a los CEM de ELF, dentro del grupo 2B.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CEM (Apéndice 1)

Una vez emitida la radiación se propaga a través del espacio a la velocidad de la luz, oscilando durante la propagación y dando lugar a un tren de ondas. El número de veces que una onda oscila en un segundo determina la frecuencia.

La intensidad de las RFs se denomina densidad de potencia y se mide generalmente en microwatios por centímetro cuadrado ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) y representa la energía asociada al tren de ondas que viaja en el espacio. Sin embargo, los efectos biológicos dependen de la cantidad efectiva de energía que es absorbida por el organismo vivo.

Esta absorción depende de varios factores incluyendo la frecuencia y la intensidad, la duración de la exposición, la distancia y orientación con respecto a la antena, y la modulación continua o pulsada, principalmente. Otros factores incluyen el tamaño, forma y composición del organismo. Los niños, por ejemplo absorben una mayor energía por la menor dimensión del craneo y alto contenido hídrico.

El término utilizado para describir la absorción de estas radiaciones se denomina SAR (“Specific absorption rate”) que representa la energía radiada que es realmente absorbida por el organismo (watios por kilogramo de tejido absorbente (W/Kg)).

En la actualidad, la telefonía celular (TC) utiliza predominantemente la frecuencia de 900 megaHertz (MHz) para el sistema GSM y 1.800 MHz para el sistema DCS (Digital Cellular System).

Las potencias emitidas por los teléfonos celulares son inferiores a las de sus estaciones: de 1 a 2 watios para los portátiles, 7 a 8 watios para los de coche y de varias decenas a centenas de watios para las estaciones.

De esta forma, y dependiendo del tipo de emisor se pueden considerar dos tipos de exposiciones que de una forma simplificada se podrían definir como de campo próxima y lejano.

La primera caracteriza la exposición por la utilización del “móvil”, de tal manera que la energía radiada se emite directamente en contacto con la cabeza penetrando a través de la piel, subcutáneo, calota, meninges y cerebro en función de parámetros asociados con las ondas (energía, frecuencia...) y características de los tejidos (conductividad, constante dieléctrica...) sin descartar que a pesar de la existencia de mecanismos de autoregulación se produzcan ligeras

elevaciones de temperatura, del orden de décimas de grado en estructuras cerebrales. Incluso con ausencia de elevación de temperatura, recientemente varios grupos han detectado cantidades significativas de “heat shock proteins” (Apéndice 2) en astrocitos de rata y células endoteliales humanas (5, 6).

La segunda se corresponde con la radiación electromagnética que emiten las estaciones de telefonía móvil. La distancia de seguridad validada actualmente, garantiza que la energía por microondas que llega a la población ribereña sea lo suficientemente baja como para producir un aumento de la temperatura corporal. De esta forma, quedaría protegida la salud de al menos los efectos térmicos (frecuencias de 400 a 3 GHz) pero no de los probables efectos no térmicos (frecuencias de 200 Hz a 8 Hz o de modulación). Sin embargo, estudios recientes (7) demuestran la presencia de puntos calientes o “hot spots” sin elevación de la temperatura central, en estructuras nerviosas centrales y periféricas debido probablemente a acumulaciones puntuales de calor o procesos microtérmicos capaces de alterar la función celular.

Finalmente, a partir de la fuente emisora, la energía radiada disminuye drásticamente en función de la distancia y de la capacidad de absorción de los materiales que se encuentran a lo largo de su camino de propagación.

DATOS EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Exposición a CEM de 50-60 Hz

Del libro publicado por la NIEHS sobre CEM y salud (8) entresacamos (pág. 108 y siguientes) que los primeros informes sobre problemas de salud asociados a CEM en el medio laboral se realizaron en la antigua URSS en *subestaciones eléctricas* (9). Después, han seguido más de 100 estudios epidemiológicos destacando aquellos sobre depresión/suicidio, enfermedades cardiovasculares y cáncer. El estudio de Van Wijngaarden et al. (10) puso de manifiesto que el riesgo de suicidio era mayor en *electricistas y trabajadores de líneas de Alta Tensión* con valores de riesgo relativo de 2.18 y 1.59 respectivamente. Además, el riesgo incrementaba directamente con el nivel de exposición a los CEM e inversamente con la edad de los sujetos. De esta forma, observaron que el riesgo relativo era mayor en los menores de 35 años que el factor edad suponía una mayor vulnerabilidad para desarrollar depresión y suicidio. Estudios multicéntricos revelaron también que los tumores cerebrales y las leucemias se incrementaban en trabajadores de centrales eléctricas.

Exposición a las hiperfrecuencias

Dosis elevadas de hiperfrecuencias sufridas de forma accidental o por riesgo laboral pueden dar lugar incluso a aberraciones cromosómicas (11, 12) en

linfocitos de *trabajadores de antenas*. También se ha descrito la existencia de síntomas específicos entre trabajadores militares expuestos crónicamente a las hiperfrecuencias. Así, Robinette et al. (13) en el “Korean War Study” encontró una relación directa entre nivel de exposición al radar con la tasa de mortalidad y cánceres respiratorios a partir de los datos clasificados según el nivel de exposición de 40.000 marinos. También Goldsmith (14) evidenció una elevada mutagénesis y carcinogénesis entre los empleados de la embajada americana en Moscú que fueron expuestos crónicamente a una señal de radar en el rango de 2 a 8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ desde 1950 a 1970 (15).

Posteriormente, en 1998, una publicación americana (16) confirmaba que esta enfermedad de las radiofrecuencias igualmente denominada síndrome de las microondas era una realidad médica asociada a esta exposición y cuya tecnología es la base principal de la telefonía celular actual.

Más recientemente se ha descrito la presencia de micronúcleos en trabajadores de radar (11) y en bovinos expuestos al radar (17).

DATOS EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE EXPOSICIÓN RESIDENCIAL

Exposición a CEM de 50-60 Hz

Los estudios epidemiológicos preliminares sobre cáncer infantil y exposición a CEM, se basaban en el criterio de asociar un mayor CEM en viviendas con Alta configuración de cableado (HCC) con respecto a las de Baja configuración de cableado (LCC).

Así, un exceso de configuración de cableado eléctrico que sugería un alto flujo de corriente, con el consiguiente campo magnético, fue observado por varios autores (18-25) junto a viviendas donde vivían niños que desarrollaron significativamente más cáncer que otros sin tal situación. El hallazgo fue más evidente en aquellos que habían vivido siempre en viviendas próximas al cableado de alta tensión y además parecía estar relacionado con la dosis de Radiación Electromagnética (REM) recibida, desechándose artefactos tales como la densidad de tráfico, clase social o estructura familiar.

Así, en total 11 de 17 trabajos han asociado estadísticamente exposición crónica a CEM con leucemias en niños, aumentando la asociación cuando se realizan medidas continuas del CEM (20), y para CEM superiores a 0.3 microteslas. Por ejemplo, el trabajo de Linet et al. (21) encuentra una significativa asociación cuando utiliza medidas continuas de CEM (24 horas) y considera exposiciones mayores de 0.3 μT .

Otra posible contribución pudiera deberse a que en los estudios epidemiológicos *caso/control*, el caso es identificado varios años después de contraer la enfermedad mientras que la carga promedio de las líneas de transporte se incrementaba un 1,3% anualmente (26). De esto se deduciría que el valor de CEM contemporáneo no reflejaría el CEM existente en la fecha del diagnósti-

co y mucho menos el CEM a lo largo del periodo de incubación de la enfermedad. Para remediar esto, Feychting et al. (26,27) (Apéndice 3) evaluaron el CEM histórico (B) deduciendo la intensidad de la corriente eléctrica (I) a partir de la carga media anual, y luego midiendo la distancia entre conductores así como la distancia a la vivienda.

El estudio se completó, durante el periodo 1960-1985, en niños de menos de 16 años, 1 caso por 4 controles, y dentro de los 300 metros de distancia a líneas de 220 y 400 KV.

Exposición a la RTV

Diversos estudios han tratado de evaluar la posible relación entre exposición a las radiofrecuencias de la RTV y diversos parámetros de salud. El estudio de *Radio Suiza Internacional* (28) o “Schwarzenburg Study” trató de valorar si la actividad de esta emisora era responsable de las alteraciones del sueño prevalentes entre sus ribereños. Los resultados mostraron un patrón de afectación dependiente de la situación “ON”/ “OFF” de la emisora durante la noche, concluyendo que existía una relación causal entre exposición a dichas ondas y patrón de sueño. Además se producía una disminución de la secreción de melatonina en bovinos en “ON” que se reestablecía con la suspensión de las emisiones de radio. Otro estudio, realizado junto las torres de emisión de radio Hawaii demostró una moderada elevación de leucemias en niños que vivían en su proximidad (SAR = 2.09 (95%CI: 1.08-3.65) (29). Del mismo modo el estudio de “North Sydney Leukaemia Study” (emisora de RTV, sistema VHF) evidenció también una elevación significativa de leucemia en niños y adultos, y mortalidad en los ribereños de las torres de emisión de RTV (30) siendo la densidad de potencia entre 0.2 y 8.0 $\mu W/cm^2$ la que se correspondía con el área de máxima incidencia. Posteriormente, los mismos autores encontraron además una menor supervivencia en niños con leucemias sometidos a estos niveles (comunicación personal).

Sin embargo, Dolk et al. (31) no pudieron reproducir aquellos resultados en el Reino Unido, aunque con frecuencias distintas, UHF en el RU y VHF en Australia. Finalmente, el estudio de Selvin et al. (32) que dio lugar al “Sutra Tower Study: over San Francisco Bay Area” demostró que las ondas de la torre de transmisión del Monte Sutra sobre la bahía de San Francisco se correlacionaban con una elevada tasa de cánceres en niños, principalmente de cerebro dentro de un radio de 1 kilómetro alrededor de la torre, con una relación lineal dosis-respuesta muy significativa con todos los cánceres y especialmente los tumores cerebrales.

El estudio de Hamnerius & Uddmar en Suecia (33) mostró que en zonas urbanas y rurales la principal contribución EM correspondía a la TM (GSM), mientras que solo prevalecía la de la RTV en zonas próximas a sus emisoras. De esta forma se podría deducir que la TM ha contribuido significativamente al incremento de radiación electromagnética de origen industrial prevalente.

Previamente, un estudio del gobierno australiano de 1996 (34) reveló que a 200 metros de una estación de Telefonía Móvil, las personas expuestas manifestaban mayoritariamente síntomas de fatiga crónica, alergias múltiples, alteraciones del sueño, menopausias prematuras... que recordaba ciertas dolencias asociadas con *la enfermedad de las radiofrecuencias*.

Más recientemente, Santini et al. (35) relacionó los síntomas por exposición a radiofrecuencias con la distancia a la EB. De esta manera, fatiga era prevalente hasta los 300 metros, mientras que cefalea, alteraciones del sueño y discomfort desaparecían más allá de los 200 m. e irritabilidad, depresión, pérdida de memoria y vértigo lo hacían a partir de los 100 primeros metros.

Recientemente, nuestro grupo (36) encontró una mayor prevalencia de síntomas, especialmente cefalea, en residentes situados a menos de 150 metros de distancia de una EB de 1.800 MHz (tabla 1). Sin embargo, este grupo utilizaba más el teléfono móvil que nuestra muestra de referencia, por lo que las diferencias entre ambos no deberían de considerarse dependientes solo de la exposición a campo lejano sin tener en cuenta el factor de sobreexposición que supone el uso del celular. No obstante, el análisis de correlación entre síntomas y medida del campo eléctrico (banda de telefonía móvil) mostró una correlación significativa entre ambos parámetros para valores mayores a $0.11 \text{ micro-watios/cm}^2$ (tabla 2). Finalmente, el estudio se realizó en sujetos de parecidas condiciones socio-demográficas, aceptable estado de salud y sin una significativa percepción de riesgo por ondas electromagnéticas. Además se valoró el tiempo de exposición y el uso de ordenador, celular y presencia de otros CEM.

Por lo tanto, existe hasta la fecha una cierta coincidencia sobre la posible relación causa/efecto entre exposición a las radiofrecuencias y síntomas asociados clásicamente con el síndrome de radiofrecuencias muy por debajo de los estándares reconocidos.

Además, y si se confirma definitivamente la correlación inversa entre melatonina y exposición a campos magnéticos habría que aceptar como muy plausibles la asociación de depresión, suicidio, trastornos del sueño e incluso demencias (acción antiperoxidativa de la melatonina) con la exposición a estas radiaciones.

En resumen, creemos que las recomendaciones dadas por destacados científicos, incluso de manera reciente (reunión del COST 286, Londres, noviembre 2002) no están encontrando el respaldo de la sociedad e instituciones en su conjunto. Es importante reconocer la necesidad de alejarse de las líneas de transporte de corriente eléctrica, pantallas de TV, ordenadores o minimizar la presencia de éstos cuando provengan de otras fuentes, ya sean celulares o estaciones base de telefonía móvil.

BIBLIOGRAFÍA

1. AZANZA, M. J. & DEL MORAL, A. (1998) *J. of Physique* C8, Supp. 12, 2059-60.
2. PEARCE, B. (1984) *Health hazards of VDT's*. John Wiley & Sons: New York.
3. SANDYK, R. (1994) *Int. J. Neurosci* 77: 23-46.
4. SANDYK, R. (1994) *Int. J. Neurosci* 4: 185-225.
5. FRENCH, PW. et al. (1997) *Bioelectrochemistry & Bioenergetics*, 43, 13-18.
6. LESZCZYNSKI, D. et al. (2002) *Differentiation*, 120-9.
7. ADAIR, E. (2002) COST 286, London; Nov.
8. NIEHS (1998) National Institute of Environmental Health Sciences of the National Institutes of Health. *NIEHS working group report*. NIH publication n.º 98-3981; August NC 27709.
9. ASANOVA, TP. & RAKOV AN. (1966) *Gigiena Truda I Professionalnye Zabolevaniia*, 10: 50-52.
10. VAN WIJNGAARDEN et al. (1999) *Occup Environ Med* 56: 567-74.
11. GARAJ-VRHOVAC, V. et al. (1990). *Periodicum Biologorum*, 92, 411.
12. MAES, A. et al. (1993) *Bioelectromagnetics*, 14, 495.
13. ROBINETTE, CD. et al. (1980) *American Journal of Epidemiology*, 112: 39-53.
14. GOLDSMITH, J. R. (1997) *Environmental Health Perspectives*, 105 (Suppl 6): 1579-1587.
15. LILIENFELD, A. et al. (1978): "Foreign Service health status study - evaluation of health status of foreign service and other employees from selected eastern European posts". Final Report.
16. JOHNSON-LIAKOURIS A. J. (1998) *Arch Environ Health* 53(3): 236-238.
17. BALODE, Z. (1996). *Sci Total Environ*, 180, 81.
18. WERTHEIMER, N. & LEEPER, E. (1979) *Am. J. Epidemiology*, 109: 273-284.
19. SAVITZ, DA. (1988) *Am. J. of Epidemiology*, 128: 21-38.
20. GREEN et al. (1999) *Cancer Causes and Control* 10: 233-243.
21. LINET et al. (1997) *The New England Journal of Medicine* 337: 1-7.
22. LONDON et al. (1991) *Am. J. of Epidemiology*, 9: 923-937.
23. KAUNE, WT. (1987) *Bioelectromagnetics*, 8: 315-335.
24. BARNES, FS. (1989) *Bioelectromagnetics* 10: 13-21.
25. ZAFFANELLA, L. (1993) *Survey of residential Magnetic Field Sources. Vol 1: Goals, results, and conclusions*. Reprt TR-102759-V1. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute.
26. FEYCHTING, M. et al. (1993) *Am J. Epidem.* 7: 467-481.
27. FEYCHTING, M. et al. (1998) *Epidemiology* 9: 392-397.
28. ABELIN, T. (1999) Seminar at Canterbury Regional Council, New Zealand. August 1999.
29. MASKARINEC, G. et al. (1994) *J. Environ Pathol Toxicol and Oncol* 13: 33-37.
30. HOCKING, B. et al., (1996): "Medical Journal of Australia", Vol. 165, 2/16 December, pp. 601-605.
31. DOLK, H. et al. (1997) *American J. of Epidemiology*, 145(1):1-9.
32. SELVIN, S. et al. (1992) *Soc. Sci. Med.*, 34: 769-777.
33. HAMNERIUS, Y. & UDDMAR, T. (2000) International Conference on Cell Tower Siting. Proceedings Jun 7-8, 52-63.
34. Rapport Australien. Emfactas Information Service (1996); 240 pages.
35. SANTINI, R. et al. (2002) *Pathol. Biol.* (In Press).
36. NAVARRO, E., et al. (2002) *Biological Effects of EMFs*, 2nd International Workshop, Rhodes, Greece. 353-60.

TABLAS

TABLE 1

AVERAGE SEVERITY OF THE REPORTED SYMPTOMS IN TWO GROUPS HAVING DIFFERENT EXPOSURE: HIGHER EXPOSURE WITH AVERAGE POWER DENSITY 0.11 W/CM² (DISTANCE<150MTS), AND LOWER EXPOSURE WITH AVERAGE POWER DENSITY 0.01 W/CM² (DISTANCE>250MTS)

<i>Respondents</i>	<i>N=54</i>	<i>N=47</i>	<i>P value</i>
<i>Average Power density W/cm²</i>	<i>0.11±0.19</i>	<i>0.01±0.04</i>	<i><0.001</i>
<i>Distance to BS</i>	<i><150 m</i>	<i>> 250 m</i>	<i><0.001</i>
	<i>107±57m</i>	<i>284±24m</i>	
	<i>Average value of reported severity</i>	<i>Average value of reported severity</i>	
Fatigue	1.11±1.13	0.74±1.07	n.s.
Irritability	1.56±1.08	1.04±1.02	<0.05
Headache	2.17±0.86	1.53±1.00	<0.001
Nausea	0.93±0.99	0.53±0.88	<0.05
Appetite loss	0.96±1.03	0.55±0.88	<0.05
Discomfort	1.41±1.11	0.87±0.97	<0.02
Gait difficulty	0.68±0.93	0.94±1.07	n.s.
ASTENIC symptoms	8.81±4.79	6.21±5.33	<0.02
Sleep disturbance	1.94±0.92	1.28±1.10	<0.01
Depression	1.30±1.19	0.74±1.01	<0.02
Difficulty in concentration	1.56±1.14	1.00±1.06	<0.02
Memory loss	1.41±1.05	1.04±1.08	n.s.
Dizziness	1.26±1.14	0.74±1.05	<0.05
DIENCEFALIC symptoms	7.46±3.90	4.81±4.34	<0.01
Skin alterations	0.72±0.96	0.45±0.93	n.s.
Visual dysfunction	1.11±1.07	0.96±1.12	n.s.
Auditory dysfunction	1.06±1.12	0.81±1.12	n.s.
SENSORIAL symptoms	2.89±2.72	2.32±2.45	n.s.
CARDIOVASCULAR alterations	0.76±1.10	0.49±0.93	n.s.

Navarro E., Segura J., Gómez-Perretta C., Portolés M., Bardasano J.L., Maestu C. (2002), *Biological Effects of EMFs*, 2nd International Workshop, Rhodes, Greece, 353-60.

TABLE 2
CORRELATION BETWEEN SEVERITY OF THE REPORTED SYMPTOMS
AND THE LOGARITHM OF THE MEASURED ELECTRIC FIELD

	<i>Correlation with Power density</i>	<i>P value</i>
ASTENIC symptoms		
Fatigue	0.438	<0.001
Irritability	0.515	<0.001
Headache	0.413	<0.001
Nausea	0.354	<0.001
Appetite loss	0.485	<0.001
Discomfort	0.544	<0.001
Gait difficulty	0.127	n.s.
DIENCEFALIC symptoms		
Sleep disturbance	0.413	<0.001
Depression	0.400	<0.001
Difficulty in concentration	0.469	<0.001
Memory loss	0.340	<0.001
Dizziness	0.357	<0.001
SENSORIAL symptoms		
Skin alterations	0.358	<0.001
Visual dysfunction	0.347	<0.001
Auditory dysfunction	0.163	n.s
CARDIOVASCULAR symptoms		
Cardiovascular alterations	0.290	<0.01

Navarro E., Segura J., Gómez-Perretta C., Portolés M., Bardasano J.L., Maestu C. (2002), *Biological Effects of EMFs*, 2nd International Workshop, Rhodes, Greece 353-60.

APÉNDICE

Apéndice 1

Campo eléctrico total(E):
 $E_{total} = (E_x^2 + E_y^2 + E_z^2)^{1/2}$
 Densidad de Potencia(S) (onda EM plana) :
 $S = E^2/377$
 “Specific Absortion Rate” (SAR):
 Watios/ Kg

Apéndice 2

Las “heat shock proteins” (hsp) aparecen como respuesta al estrés producido por noxas, típicamente el calor. Su papel es favorecer el proceso de adaptación frente al insulto celular, aunque su acumulación puede llevar a la apoptosis (suicidio celular) o a la proliferación celular, paso previo a la producción de tumores.

I= R Iexp2 MW + Iexp2MVAR

I(MW)= 1000(MWh(To) + MW(from)) / R3 V.

I(MVAR)= 1000(MVAR(To) + MVAR(from)) / R3 V.

- I: Corriente eléctrica en amperios.
- I(MW): Corriente real promediada en amperios.
- I (MVAR): Corriente reactiva promediada en amperios.
- MWh (To) y MW (from) energía acumulada real en las dos direcciones.
- MVAR (To) y MVAR (from) energía acumulada reactiva en las dos direcciones.

B= a I Srms/Rexp2

B: teslas (T), **a:** 0.245 uT.

Srms: raíz cuadrada de la distancia entre los tres conductores de la línea.

R: distancia en metros.

El factor 1000 posibilita que las corrientes calculadas lo sean en amperios.

De esta forma, teniendo en cuenta la intensidad y distancia de la época del diagnóstico de la enfermedad se calculaba *la densidad del campo magnético* (B), permitiendo asociar el valor de CEM histórico con la aparición del tumor.