

# UNHA AMEAZA PARA A NOSA SAÚDE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Fins Eirexas

**A CONTAMINACIÓN ELECTRO-MAGNÉTICA XORDE NOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS COMO CONSECUENCIA DO USO CADA VEZ MAIOR DE APARELLOS E INSTALACIÓNS RÁDIO-ELÉCTRICAS. A PROLIFERACIÓN INCONTROLADA DESTES ELEMENTOS, PRÓPRIOS DA SOCIEDADE DO CONSUMO E DA INFORMACIÓN, FAI QUE ESTEXAMOS BAIXO A CONSTANTE INFLUÉNCIA DE CAMPOS ELÉCTRICOS E RADIACIÓNS ELECTRO-MAGNÉTICAS, QUE CONTRIBÚEN Á DETERIORACIÓN DA NOSA CUALIDADE DE VIDA.**

A recente preocupación ambiental da poboación demanda das institucións públicas e da comunidade científica unha maior e máis fiable información encol dos efectos destas radiacións nos seres vivos, exixindo-lles que adopten medidas para que o uso destas tecnoloxías resulte inócua.

Mais como veremos, son moitos os intereses que fomentan o uso case descontrolado de todo este artificio tecnolóxico, fóra dos propiamente públicos e de servizo social. A presión de importantes lobbys económicos fai moi difícil abordar o tema dende posicións independentes, polo que frecuentemente a obxectividade científica e a seguridade cidadá fican nun segundo plano en favor das cuestións económicas. Deste xeito, algúns organismos establecen límites de tolerancia moi permisivos, relativizando estudos científicos e desovindo recomendacións sanitarias que tentan minimizar os posibles efectos negativos da contaminación electro-magnética.

## AS RADIACIÓNS ELECTRO-MAGNÉTICAS NON IONIZANTES

Os campos e radiacións electro-magnéticas (CEM) teñen a mesma natureza que a luz, mais son invisibles para os humanos, xa que caen fóra do rango da nosa percepción sensorial. Os seus efectos sobre os seres vivos son, porén, perfectamente reais e medibles: segundo sexa a súa frecuencia e intensidade producíranse diferentes tipos de interaccións.

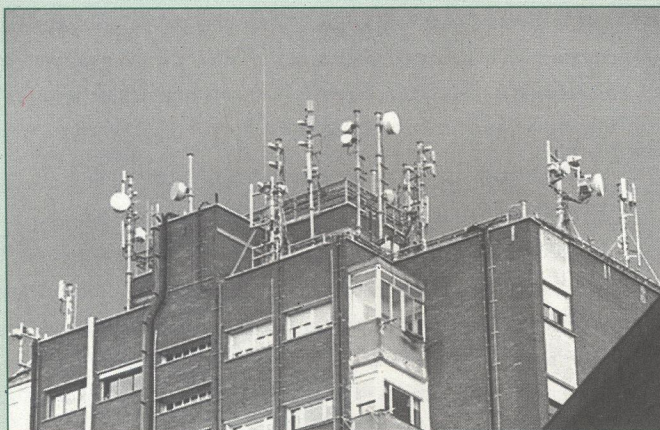
A este respecto, e cando se estudan os efectos biolóxicos destas emisións, cómpre distinguir dúas castes de radiacións: as ionizantes

e as non-ionizantes. As ionizantes, debido á súa alta enerxía, desprazan electróns en átomos e moléculas, producindo cambios susceptíbeis de provocaren lesións nos tecidos biolóxicos e mutacións no ADN. As radiacións ionizantes comezan no ultravioleta (UV) duro e inclúen os raios X e raios gamma ( $\gamma$ ).

As radiacións non-ionizantes posúen enerxías máis baixas, non chegando a alterar os átomos e as moléculas. A este grupo pertencen os UV brandos, a luz visible, os infra-vermellos (IR), as micro-ondas (MW), as radio-frecuencias (RF) e as frecuencias ultrabaixas (FEB). É dentro deste conxunto onde se encadran as radiacións producidas polas liñas de alta tensión, aparellos eléctricos e teléfonos móbiles, principais causantes da contaminación electro-magnética á que nos referimos neste artigo.

Os efectos que as radiacións non-ionizantes teñen sobre os seres vivos poden-se clasificar en térmicos e non térmicos. Os primeiros están relacionados cun incremento local da temperatura nos tecidos vivos provocados por determinadas radio-frecuencias e micro-ondas. Os efectos non térmicos refírense á influencia das radiacións en determinados procesos bioquímicos e fisiolóxicos, e á interferencia das correntes inducidas por campos de FEB (Frecuencias Extremadamente Baixas) en algúns procesos bioeléctricos.

De seguido, imos avaliar a intensidade da contaminación electro-magnética e os efectos biolóxicos provocados polas RNI, atendendo ás dúas principais fontes de emisión: Os electrodomésticos e liñas de condución eléctrica (produtores de FEB), e os teléfonos móbiles e antenas de telefonía (fontes de micro-ondas - MW).



Existen indicios científicos serios de que os campos electromagnéticos artificiais poden afectar ao meio ambiente e á saúde humana, como tamén o recoñecen varias sentenzas xudiciais. É por iso que debemos exixir a aplicación dos Principios de Precaución para acadar un nivel de emisións tan baixo como sexa razoabelmente posible (Principio ALARA).

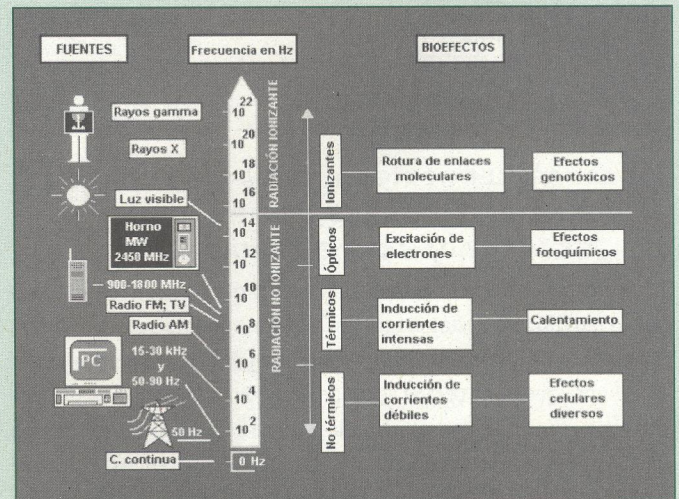


Figura 1. Espectro das radiacións electro-magnéticas en relación coas emisións dos diferentes aparellos tecnolóxicos e a súa incidencia na materia.



### CLASIFICACIÓN DAS RADIACIONS NON IONIZANTES (CEM)

No noso entorno hai dous grandes grupos de fontes de exposición a campos electromagnéticos e, polo tanto, de contaminación asociada:

1. As que xeran campos de frecuencia entre 0 Hz (Hertz) e 3 kHz (kiloHertz), isto é, campos estáticos, ELF (Extremely Low Frequency) ou **FEB (Frecuencias Extremadamente Baixas)**, producidas polos seguintes procesos e aparellos

- **Campos estáticos (0 Hz):** Aparellos de resonancia magnética para a diagnose médica, detectores de metais, e todos aqueles que funcionen con potentes imáns, coma trens de levitación magnética.

- **De 30 a 300 Hz (FEB):** Trens eléctricos, e equipas que xeren, transporten ou utilicen enerxía eléctrica doméstica, liñas de alta e meia tensión e a maioría dos aparellos electro-domésticos. Eis a principal fonte de contaminación por F.E.B a frecuencias de 50/60 Hz.

- **De 300 Hz a 3 kHz:** Cociñas de indución, soldadores de arco.

2. As fontes de **rádio-frecuencias (RF)** e **micro-ondas (MW)**, propias das emisións de rádio e TV, dos teléfonos móbeis e antenas de telefonía, radares e outros, que xeran campos de entre 3 kHz e 300 GHz (GigaHertz):

- **De 3 kHz a 30 kHz (VLF):** Antenas de rádio-navegación e rádio-difusión, monitores de ordenador, algúns sistemas anti-roubo.

- **De 30 kHz a 300 kHz (LF):** Pantallas e monitores de televisión, antenas de rádio-difusión, comunicacións mariñas e aeronáuticas, rádio-localización.

- **De 300 kHz a 3 MHz (MegaHertz) (HF):** Rádio-telefonos mariños, radio-difusión AM, termo-seladoras.

- **De 3 MHz a 30 MHz:** Antenas de rádio-aficionados/as, termo-seladoras, algúns aparellos médicos (diatermia cirúrxica) e certos sistemas anti-roubo.

- **De 30 MHz a 300 MHz (VHF):** Antenas de rádio-difusión FM, antenas de estacións de televisión.

- **De 300 MHz a 3 GHz (UHF):** Telefonos móbeis, antenas de estacións base de telefonía móbil, fornos de micro-ondas. **Esta é a principal fonte de contaminación por rádio-frecuencias e micro-ondas.**

- **De 3 GHz a 30 GHz (SHF):** Antenas de comunicación via satélite, radares e enlaces por micro-ondas.

- **De 30 GHz a 300 GHz (EHF):** Algúns aparellos de rádio-navegación e radares.

### AS LIÑAS ELÉCTRICAS. CARACTERÍSTICAS E PRINCIPAIS FONTES DE FRECUENCIAS EXTREMAMENTE BAIXAS (F.E.B.)'

As cargas eléctricas xeran campos eléctricos ao seu redor. Á súa vez, o movemento destas cargas através dun condutor xera un campo magnético cuxa intensidade é proporcional á da corrente que circula. Sempre que unha persoa se atope perto dunha instalación ou aparello que funcione con electricidade estará sometida a un campo eléctrico e a un campo magnético. Os campos eléctricos meden-se en kV/m (kiloVolt por metro), diminuen coa separación da fonte e ven-se atenuados pola materia, polo que é doado apantallá-los. Os campos magnéticos tamén rebaixan a súa intensidade coa distancia,

mais atravesan os materiais, polo que o seu apantallamento é practicamente imposible. Por isto, a maioría de estudos centran-se máis nos efectos dos campos magnéticos que nos eléctricos. As unidades de utilización máis frecuentes son  $\mu\text{T}$  (microTeslas) ou mG (mili-Gauss),  $1\mu\text{T} = 10\text{ mG}$ .

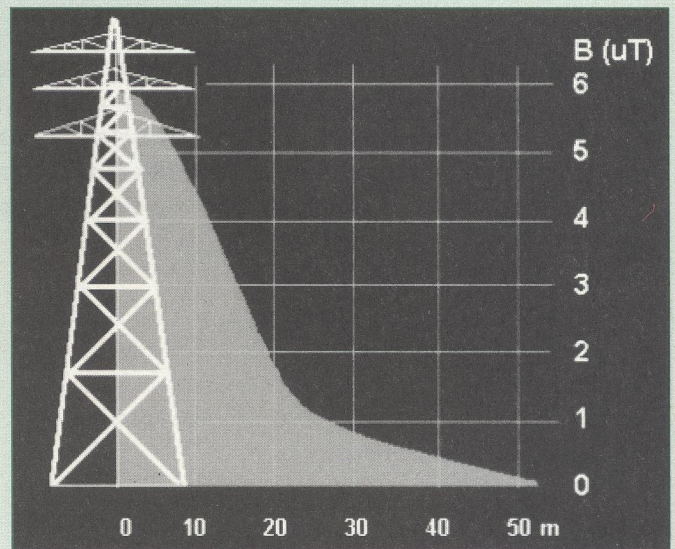


Figura 2. Valores de indución magnética (en microteslas,  $\mu\text{T}$ ) medidos a 1 metro de altura sobre o chan, perto dunha liña de transporte eléctrico (a torre non está a escala)

- Nos núcleos habitados, baixo as liñas de transmisión do tendido aéreo urbano os campos eléctricos e magnéticos poden acadar os 12 kV/m e os 30  $\mu\text{T}$ , respectivamente. Nas inmediacións das estacións e sub-estacións xeradoras, estes valores poden chegar a ser de 16 kV/m e 270  $\mu\text{T}$ .

- Nas vivendas, a intensidade destes campos dependerá de factores como a distancia ás liñas de suministro, o número e tipo de aparellos que se usen, ou a configuración e situación do cableado na vivenda. A maioría dos electrodomésticos non superan os 0,5 kV/m e os 150  $\mu\text{T}$ , mais estes niveis poden ser maiores a curta distancia, diminuindo ao afastar-se.

- Os traballadores e traballadoras poden estar espostos a intensidades variábeis: Nas estacións xeradoras de electricidade poden-se submeter a campos maiores de 25 kV/m e 2000  $\mu\text{T}$ . Perto dos fornos de indución e as baterías electrolíticas poden existir campos de 50.000  $\mu\text{T}$ . Nos traballos de soldadura o campo magnético pode chegar até 130.000  $\mu\text{T}$ . Nas oficinas a exposición é máis baixa, e provén fundamentalmente do uso de fotocopiadoras e monitores de vídeo.

### EFEITOS BIOLÓXICOS RELEVANTES E EPIDEMIOLOXIA DAS FRECUENCIAS EXTREMAMENTE BAIXAS (F.E.B.)

As evidencias científicas dos efectos biolóxicos e da influencia dos campos FEB sobre a saúde son moitas, e comprenden estudos tanto "in vitro" como "in vivo" en animais e humanos. Deste xeito, pode-se constatar que en determinados experimentos e baixo certas condicións, inducen-se os seguintes efectos biolóxicos:

- **Efeitos sobre o sistema nervoso:** Están relacionados coa interacción dos campos eléctricos e magnéticos no sistema nervoso. As manifestacións biolóxicas detectadas poden orixinar dende respostas fisiolóxicas até efectos nocivos, dependendo das



características e a intensidade do campo. Entre outros, producen-se os seguintes cambios:

- No comportamento a as reaccións funcionais de todo ou parte do organismo<sup>2</sup>.
- Bioquímicos nas neuronas.
- Na condución do impulso nervoso.
- Variacións e alteracións dos niveis de neuro-transmisores e neuro-hormonas.

Os datos poñen de manifesto que o sistema nervoso é relativamente sensíbel a exposicións prolongadas e FEB intensos.

Asimesmo, estudos epidemiolóxicos recentes<sup>3</sup> revelaron unha tendencia ao incremento do risco dalgunhas enfermidades neuro-dexenerativas (Alzheimer e esclerose múltiple), en traballadores de empresas e industrias relacionadas coa xeración e distribución de enerxía eléctrica.

• **Cambios nos ritmos biolóxicos:** Relacionados coa diminución da secreción da hormona melatonina e o controllo dos ritmos biolóxicos. Este é un aspecto importante por canto a presenza desta hormona influe no desenvolvemento dalgúns tumores, detectando-se baixos niveis de melatonina nalgúns doentes de cancro. Tamén se considera probado que en determinadas circunstancias certos campos intensos poden alterar o relóxico biolóxico en mamíferos.

• **Desenvolvemento embrionario:** Actualmente non hai dúbidas de que a embrioxénesis de diversas especies de vertebrados pode ser alterada baixo determinadas condicións por campos FEB<sup>4</sup>. Segundo diversos estudos a partir de 0,1 µT xa existe risco biolóxico, especialmente para os fetos, con potenciais efectos teratóxenos (abortivos).

No 1992, o Instituto de Seguridade e Hixiene no Traballo de Finlandia comparou exposicións a campos magnéticos producidos por monitores de computador, observando que as mulleres preñadas expostas a campos de 0,3 µT tiñan un risco 3 veces maior de abortaren espontaneamente que baixo campos de 0,1 µT. A norma SWEDAC (Suécia) limita a emisión dos computadores a un máximo de 0,25 µT a 50 cm da pantalla, norma aceptada por todos os fabricantes informáticos.

• **Cancro en animais:** Tende a considerar-se os campos FEB como *promotores* dos procesos tumorais, acelerando o crecemento ou impedindo a morte das células con dano xenético. En xeral, entre varios estudos, aqueles que revelaron un efecto carcinógeno<sup>5</sup> correspondían a tumores de pel ou mama, en animais expostos a campos moi intensos (de até 2000 µT). Outros traballos<sup>6</sup> tamén amosaron unha tendencia ao incremento na taxa de desenvolvemento tumoral en ratos expostos a campos febles.

• **Procesos tumorais en humanos:** Xa en 1979, Wertheim e Leeper foron os primeiros en suxerir unha asociación entre C.E.M. en xeral e cancro. Neste traballo observou-se que os nenos e nenas considerados altamente expostos tiñan dúas veces máis risco de desenvolveren leucémia que outros menos expostos.

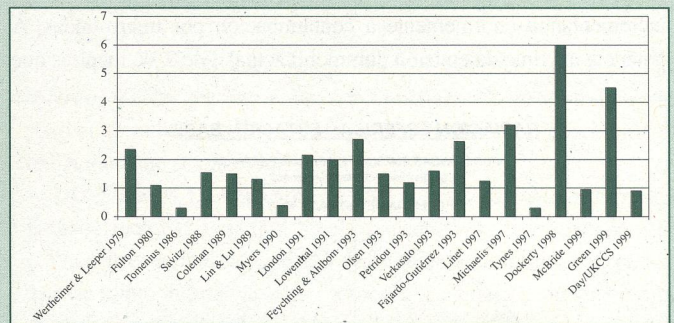
No 1998 o National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) dos EEUU rematou o programa quinquenal RAPID, no que reproduciron e ampliaron diversos estudos que reportaban efectos posibelmente nocivos, e se realizaron novas probas para determinar se a exposición aos campos FEB afectaba nalgún aspecto á saúde. Baseando-se en criterios establecidos polo Centro Internacional de Investigacións sobre o Cancro (CIIC), o cadro internacional de expertos concluiu que os campos FEB debían considerarse como un "posíbel carcinógeno humano". A decisión do NIEHS fundaba-se na concordancia de certos estudos epidemiolóxicos, segun-

do os cais en vivendas achegadas a liñas eléctricas parecía existir un maior risco de leucémia infantil.

Os datos sobre riscos de cancro asociados á exposición a campos ELF en persoas que viven na veciñanza de liñas de distribución eléctrica amosan unha aparente consistencia, revelando un moderado incremento na incidencia de leucémia en nen@s. Nestes estudos atopou-se que nenos e nenas expostos cronicamente a campos de 0,4 µT ou máis presentaban unha probabilidade de desenvolver leucémia o dobre da observada en suxeitos non expostos, ou expostos a niveis máis baixos<sup>7</sup>. Como xa se publicou no 1992<sup>8</sup> a exposición a un campo magnético de 0,3 µT, pode incrementar o risco de patoloxias dexenerativas (leucémia infantil e cancro de cerebro), nun 250%, e a partir de 0,3 µT aumenta máis do 450%.

**Táboa 1. Resultados de dúas análises conxuntas de estudos de leucémia en nenos e nenas expostos a FEB, en función dos niveis de exposición (en microTeslas). Riscos relativos (RR) e intervalos de confianza (IC) ao 95%. Un RR de 1,5 cun IC do 95% representará un aumento do risco do 50%.**

Nível de exposición	Risco relativo e IC 95%
Ahlbom et al. 2000	
<0,1 µT	1 (grupo de referencia)
0,1 - 0,2 µT	1,08 (0,86-1,32)
0,3 - 0,4 µT	1,12 (0,84-1,51)
>0,4 µT	2,08 (1,30-3,33)
Greenland et al. 2000	
≤0,1 µT	1 (grupo de referencia)
>0,1 - ≤0,2 µT	1,0 (0,81-1,22)
>0,3 - ≤0,3 µT	1,13 (0,92-1,39)
>0,3 µT	1,65 (1,15-2,36)



**Figura 3. Resultados de 21 estudos que avaliaron a asociación entre exposición a CEM de frecuencia moi baixa (FEB) e o risco de leucémia infantil**

Existen tamén datos sobre incrementos no risco de outros tipos de cancro, tais como tumores do sistema nervoso, cancro de mama entre traballadores/as (cunha incidencia significativa nos homes) expostos cronicamente a campos relativamente intensos<sup>9</sup>, e cancro de testículos.

• **Outras patoloxias: Hiper-sensibiliade electro-magnética e anémia funcional:** Algunhas persoas alegan sufrir reaccións adversas que atribuen á exposición a campos electro-magnéticos (hiper-sensibilidade): Os síntomas son dolores inespecíficos, suores, fadiga, disestésias, palpacións, dificultades respiratorias, insónnio e depresión, entre outros.

A anémia funcional ou pseudo-deficiencia en ferro consiste nunha diminución deste elemento no sangue ralacionada coa exposición a FEB producidos por liñas de condución eléctrica. Este fenómeno foi descrito nunha vila francesa en persoas que vivían baixo



tendidos de alta tensión. Xunto con esta deficiencia, as persoas presentaban tamén outros trastornos coma fatiga crónica, insomnio (especialmente infantil), hiper-nervosismo, baixa tensión, ansiedade-depresión, mareos e problemas de visión. Os responsábeis do estudo<sup>10</sup> sosteñen que os campos de FEB poden modificar o metabolismo do ferro en poboacións sometidas a 0,2 µT ou máis.

**A TELEFONIA MÓBIL. CARACTERÍSTICAS E PRINCIPAIS FONTES DE MICRO-ONDAS (M.W.)**

Ainda que existen outras fontes no eido doméstico (fornos micro-ondas) e laboral, son os teléfonos móbiles, as estacións base e as antenas repetidoras de telefonía móbil a principal fonte de contaminación por micro-ondas (de 300 MHz a 3 GHz).

A comunicación entre teléfono e antena realiza-se mediante a emisión/recepción destas micro-ondas, xeradas artificialmente por ambos aparellos. Cando as ondas chegan á antena máis próxima, ésta transforma-as para pasar á rede telefónica convencional (antena base) ou reemite-as (repetidor) até unha antena base. A intensidade da contaminación producida por estas equipas diminúe coa distancia ao foco emisor, pero atravesan a materia polo que no interior dun edificio pode ser de 3 a 20 veces máis feble que no exterior, máis non desaparece.

Os primeiros móbiles analóxicos (o servizo Moviline de Telefónica) traballaban na banda de 450 MHz. Os actuais aparellos dixitais emiten en dúas bandas de frecuencia, unha de 900 MHz (GSM, Global System Mobil), e outra de 1.800 MHz (DCS, Digital Cellular System). A telefonía móbil de terceira xeración (UMTS) funcionará inicialmente na banda de 2.100 MHz.

O uso intensivo e a expansión do móbil na nosa sociedade (máis de 23 millóns de unidades no Estado español) fixo proliferar as estacións base (máis de 7.000) e antenas repetidoras en vilas e cidades, incrementando enormemente a contaminación por micro-ondas. A potencia máxima da emisión dun móbil actual é de 2 W, mentres que

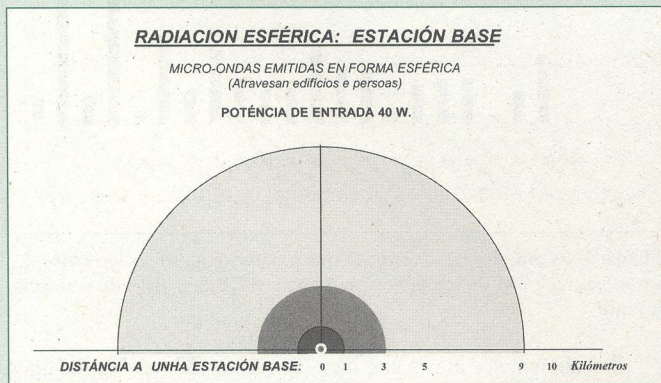
a dunha antena típica é de 40 (as máis) ou 160 W. Para medir os niveis de exposición a estes campos usa-se o fluxo de potencia en W/m<sup>2</sup> ou máis frecuentemente, µW/cm<sup>2</sup>, e a densidade de potencia en W/kg.

**EFEITOS BIOLÓXICOS E EPIDEMIOLOXIA DAS MICRO-ONDAS (M.W.)**

**Efeitos térmicos:** Neste rango e frecuencias, a radiación interacciona cos tecidos inducendo correntes eléctricas que xeran calor. Á frecuencia de traballo dos móbiles, case a totalidade da enerxía é absorbida nuns poucos centímetros de profundidade a partir da pel. Produce-se o quecemento dos tecidos expostos, fundamentalmente naquelas zonas situadas máis perto da fonte de micro-ondas, isto é, a cabeza. Canta maior sexa a potencia do sinal incidente e a proximidade do emisor, maior será o quecemento dos tecidos. Os danos poden ser tanto lesións locais (queimaduras) como tamén reaccións fisiolóxicas debidas á hiper-térmia: Teñen-se descrito lesións nos órganos internos e mesmo no ollo que pode ser afectado por cataratas, e respostas fisiolóxicas tais como redución na habilidade para realizar algunhas tarefas intelectuais ou físicas (incrementos térmicos curtos de 1 °C), perda de fertilidade en homes, e dano fetal.

**Efeitos non-térmicos:** Existen evidencias experimentais de que aparecen respostas biolóxicas nalgúns sistemas expostos a microondas, á marxe das propiamente térmicas, en intensidades similares ás usadas pola telefonía móbil:

- **Sobre a actividade cerebral:** Dende efectos neuroquímicos a modificacións dos potenciais e alteracións de certas funcións cerebrais: Algúns animais amosan déficits na capacidade de aprenderen tarefas simples e perdas de memoria<sup>11</sup> ao seren expostos. Voluntarios humanos amosaron evidencias de influencias sobre certas funcións cognitivas, especialmente cando as frecuencias de modulación se atopan dentro das propias de certos procesos neurolóxicos electro-químicos<sup>12</sup>: Os sinais de microondas dixitais (GSM) de telefonía móbil "escintilan" en pulsos de 217 Hz, unha frecuencia achegada ao rango de importantes ondas cerebrais e do sistema nervoso central.
- **Sobre o comportamento<sup>13</sup>:** Constatáron-se alteracións do comportamento e signos de stress claros con alteracións motoras significativas a partir de aprox. 10 µW/cm<sup>2</sup>. O efecto da radiación de MW pulsante (dixital) é moi superior á da radiación continua (analóxica).
- **Sobre o sistema inmunitario<sup>14</sup>:** Producen-se alteracións no número de linfocitos e de granulocitos (a partir de 1mW/cm<sup>2</sup>) e no nivel de anticorpos, con modificación da actividade mocrófaga (con máis de 5 mW/cm<sup>2</sup>).
- **Secreción de melatonina:** Inibición da secreción na glándula pineal da hormona melatonina durante as horas de sono nocturno<sup>15</sup>. A deficiencia de melatonina debilita o sistema inmunitario e trastorna os ciclos vixília-sono aparecendo cadros de depresión e cansazo.
- **Modificación da permeabilidade da barreira hematoencefálica<sup>16</sup>:** Frecuencias no rango das micro-ondas (915 MHz) moduladas en pulsos aumentan esta permeabilidade co que determinadas macro-moléculas (proteínas,...) e toxinas existentes no sangue poden pasar ao cerebro. Estes resultados poden relacionar á telefonía móbil con certas enfermidades dexenerativas como Alzheimer, Parkinson e esclerose múltiple, xa que a presenza de proteínas no cerebro destes doentes é unha constante establecida. Estudos recentes<sup>17</sup> afirman que un móbil pode alterar a permeabili-



GRAO RADIACION E RISCO SANITARIO (Nota Nº 183 O.M.S.) MÍNIMO 1 - MÁXIMO 9	RADIACION (FLUXO de POTENCIA) MicroWatt/cm <sup>2</sup>	DISTANCIA A UNHA ANTENA BASE Metros	GRAO DE RADIACION (1-9) E DISTANCIA EN KILOMETROS (Grao 9 é 1.000.000 de veces superior ao Grao 3 "Natural Sol")
EPICENTRO	9 1000	3	
CAMPO CERCAÑO	8 100	9	
LEI DA U.R.S.S. (1984)	7 10	30	
VALOR RESTRICTIVO	6 1	90	
Alteración E.E.G.	5 0,1	300	
NIVEL PROMEIO	4 0,01	900	
NATURAL SOL	3 0,001	3.000	
GLOBAL DOMESTICO	2 0,0001	9.000	
MÍNIMA TRANSMISION	1 0,00001	30.000	
NIVEL NATURAL PROMEIO	0 0,000001	90.000	
SINAL CEREBRAL CARACTERISTICA "VIVO"	0,0000001		Resonancia de Schumann, Dr. Neil Cherry (Nova Zelandia). Referencia vital: "VIVO".

Figuras 4 e 5. Niveis de contaminación dos móbiles e antenas respectivamente segundo a distancia, e o risco sanitario asociado á radiación recibida.



dade cerebral en tan só 2 minutos aproximadamente, co que os príons que provocan a síndrome de Kreutzfeldt-Jacob poderían entrar no cerebro.

- **Efeitos xeno-tóxicos e formación de tumores:** A exposición de animais de laboratorio a micro-ondas orixina un aumento de roturas en enlaces do ADN e danos nos cromosomas<sup>18</sup>, de xeito que non pode excluir-se un efecto iniciador de cancro, amais dunha influencia na promoción tumoral. Apareceron tamén incrementos do crecemento celular e de determinados marcadores tumorais<sup>19</sup>. Outra idea que parece concluínte é a interacción e posíbel potenciación de axentes ou substancias co-cancerixenas e cancerixenas existentes no entorno, coma os raios X e os benzopirenos, (incrementá-se 3 veces o número de tumores de pel cunha dose sub-carcinóxena de benzopireno<sup>20</sup>).

Numerosas probas indican tamén que a radiación artificial de microondas incide sobre o incremento da frecuencia de tumores: Suxeitos irradiados manifestaron un aumento até de 2,4 veces no risco de tumores cerebrais temporais ou occipitais<sup>21</sup>; aumento na incidencia de cancros como linfomas, asociados á exposición crónica a GSM<sup>22</sup> (telefonía móbil dixital), con desenvolvemento dun 50% máis de tumores en ratos irradiados que no grupo de control, que non foron expostos. O director deste estudo é Michael Rapacholi, director do Proxecto Internacional de Campos Electro-magnéticos da Organización Mundial da Saude (O.M.S), aínda en execución.

Un estudo realizado polo Instituto Karolinska en Suecia, sobre 209 enfermos con cancro cerebral, cuxos resultados foron presentados en maio do 2000, amosa uns resultados suficientemente concluíntes para recomendar aos usuarios e usuarias que limiten o uso dos móbiles.

#### LÍMITES DE EXPOSICIÓN E NORMATIVA LEGAL

As numerosas investigacións feitas no eido da contaminación electro-magnética achegan diferentes resultados, o que leva a algúns expertos a propor límites de exposición moi dispares dependendo destes resultados, e da *adscripción* a unha determinada corente de opinión ou organismo máis ou menos independente.

A O.M.S. ten agora en marcha o proxecto C.E.M. (Campos Electro-Magnéticos) que rematará no 2005, para avaliar os efectos sanitarios e ambientais da exposición a campos eléctricos e magnéticos na gama de 0 a 300 GHz, e que permitirá establecer unhas diretrizes internacionais sobor dos límites de exposición. Algúns científicos e ONGs critican o retraso e a pasividade da OMS en abordar decididamente este estudo, en marcha dende 1996 e previsto inicialmente para o 2001, debido ás presións do *lobby* das telecomunicacións.

No entanto, as autoridades sanitarias estatais e internacionais teñen formado *comités de expertos* encargados de elaboraren paquetes de normas para a protección da cidadanía fronte ás radiacións non ionizantes (RNI). O ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), organización internacional recoñecida pola OMS e a OIT (Organización Internacional do Traballo), publicou en 1998 as súas conclusións e recomendacións sobre as RNI. No 1999, o Consello da Unión Europea adoptou os criterios e conclusións do ICNIRP, elaborando unha recomendación, a 1999/519/EC, para a protección do público en xeral (excluídos os traballadores/as) diante dos efectos nocivos dos CEM. O Estado Español asinou a Recomendación en xullo de 1999. En setembro do 2001, o Ministerio de Ciencia e Tecnoloxía aprobou o

Real Decreto (RD) 1066/2001, polo que se establecen as condicións, restricións e medidas de protección sanitaria fronte ás emisións rádio-eléctricas.

Non imos analizar polo miúdo o contido destas disposicións legais, mais si dicir que se limitan a trasladar as recomendacións do ICNIRP, un organismo no que, por certo, traballan persoas vinculadas á industria rádio-eléctrica e cuxas conclusións (orientativas pero non vinculantes) non son asumidas por moitos países, mesmo da propia U.E.<sup>23</sup>. Os seus estudos e recomendacións só teñen en conta os efectos térmicos, e non consideran "*ben establecida*", e por tanto ignoran, a potencial indución de patoloxias de carácter tumoral e outras afeccións non térmicas. Tampouco teñen en conta os efectos a longo prazo, só interesan os inmediatos (nun período de 6 minutos), e consideran tan só as exposicións non ocupacionais.

#### PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN E PRINCIPIO ALARA

Muchos países interpretan as recomendacións do ICNIRP dun xeito máis restritivo, antepondo os Principios de Precaución e ALARA (As Low As Reasonable Achievable, ou sexa, tan baixo como sexa razoabelmente posíbel) aos intereses do sector para salvagardar a saúde pública.

O **Principio de Precaución**, definido como principio fundamental e incluído no apartado 2 do artigo 174 do Tratado da Comunidade Europea, e que ten carácter vinculante para os Estados membros, establece que no caso de dúbida sobre a inocuidade dun proceso deben evitar-se os riscos, mesmo adoptando a opción de risco cero. A súa aplicación debe ser activa, sen agardar á obtención de resultados definitivos, cando existan indicios de risco sobre a saúde ou o ambiente, e apesar dos niveis de protección adoptados. Neste caso, os gobernos teñen o deber de tomar accións preventivas para impedir o dano antes de que se estableza a evidencia científica.

O **Principio ALARA**, propugnado pola OMS, indica que, no eido dos CEM é preciso tender á optimización da menor exposición posíbel ás radiacións electro-magnéticas, evitando a exposición ás radiacións que sexan evitábeis.

Asemade, a **Declaración do Rio** de 1992, asinada por moitos Estados, incluído o español, sinala que cando exista ameaza de dano grave e irreversible, a ausencia de evidencia científica non poderá usar-se como argumento para pospoñer medidas de prevención da degradación ambiental.

Táboa 2. Comparativa dos diferentes límites e distancias adoptadas por algúns países para protexeren á poboación dos efectos das FEB (frecuencias extremadamente baixas).

LÍMITES DE EXPOSICIÓN A F.E.B. (TENDIDO ELÉCTRICO)	Intensidade de campo B: $\mu$ T en metros	Non presenza humana
ESPAÑA: Norma UNE-ENV 50166-1, (ICNIRP e CENELEC): • Público en xeral -----Ⓞ • Traballadores/as -----Ⓞ	100 500	5 a 7 m (segundo a tensión)
SUIZA: BUWAL (2000). Áreas de traballo e residenciais.	1	Sen especificar
ITÁLIA:	0,2	Sen especificar
SUECIA: Norma SWEDAC e informe Karolinska.	0,25 (para ordenadores)	110/380 m (1 m por kV)



Táboa 3. Valores que para a protección do público en xeral adoptaron diferentes países, a respecto das micro-ondas producidas pola telefonía móbil.

NÍVEIS PARA O PÚBLICO EN XERAL	Frecuencia MHz	Campo Eléctrico V/m	Fluxo de Potencia $\mu$ W/cm <sup>2</sup>
UK: Niveis de investigación no Reino Unido até xuño de 2000.	400 900 1800	100 112 194	2640 3300 10000
USA: FCC OET65:1997-01 baseado en informe NCRP No. 86.	900 1800	47 61	600 1000
CANADÁ: Canadian Safety Code 6 (SC6) 1993.	900 1800	47 61	600 1000
ESPAÑA: Decreto de 2001, baseado en ICNIRP, 1998 (recoñecidos pola O.M.S.), CENELEC, 1995 (UE). Os niveis ocupacionais poden ser até 5 veces maiores.	900 1800	<b>41</b> <b>58</b>	<b>450</b> <b>900</b>
Valor tipo perto da antena dun móbil.	<b>900 &amp; 1800</b>	<b>2 - 50</b>	<b>200 - 5000</b>
AUSTRALIA 1988 (baixo revisión)	900 / 1800	27	200
Duas bases de investigación USA (1995).	30 - 100000	19	100
BÉLXICA (Federal, niveis AELVOET 2001)	900 1800	20.6 29.1	112.5 225
POLÓNIA: (Zona de ocupación intermedia) --> (Zona de seguridade) >	300 - 300000	19 6	100 10
RÚSIA, 1988 (público en xeral)	300 - 300000	6	10
ITALIA, Decreto 381 (1999)	30 - 300000	6	10
Gabinete de Saude de TORONTO 2000, proposta baseada en SC6/100	900 1800	5 6	6 10
SUIZA, ORNI (para estacións base) dende o 1 de febreiro de 2000.	900 1800	4 6	4 10
LIECHTENSTEIN (2001, niveis NISV).	900 1800	4 6	4 10
LUXEMBURGO (2001).	900 1800	3 6	10 10
ITALIA, Xénova (2000).	900 & 1800	3	10
Valores típicos en áreas públicas perto de estacións base (poden ser moito maiores).	<b>900 &amp; 1800</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
AUSTRIA, Salzburgo, xuño de 2000	300 - 300000	0.62	0.1
NOVA ZELÁNDA (Dr Cherry) proposta actual.	300 - 300000	0.28	0.02 ano 2001 0.01 ano 2010
Estimación méia para USA (EPA 1980) --> Irradiación méia cidadá (FCC 1999) -->	Aprox. 30 - 300000	< 0.13 < 2	< 0.005 < 1
NÍVEL NATURAL MÉIO-AMBIENTE	<b>300 - 3000</b>	<b>&lt; 0.00003</b>	<b>&lt; 0.000001</b>

O DEREITO Á SAUDE E Á INFORMACIÓN

Semella probado que cando menos existen indicios científicos sérios de que os CEM artificiais poden afectar ao meio ambiente e á saúde humana, como tamén o recoñecen varias sentenzas xudiciais<sup>24</sup>. Outras resolucións da Xustiza<sup>25</sup>, seguindo o razoamento contrario, indican que non se ten demostrado que as RNI sexan totalmente inócuas para a saúde. Nembargantes, tanto a recomendación da UE 1999/519/EC, como o recente RD 1066/2001, baseados nas normas ICNIRP, pasan por alto os estudos e conclusións de nume-

rosos investigadores, organismos independentes e xurisprudencia, polo que se refire aos Principios de Precaución e ALARA.

A maiores, o Ditame do 10/03/99 emitido polo Parlamento Europeo, do que a recomendación UE 1999/519/EC é unha versión descafeinada, indica que, dados os efectos nocivos para a saúde que poden resultar da exposición a longo prazo a CEM (Considerando 4), debe-se eliminar calquera risco potencial para a saúde humana (Considerando 8), asegurando-se que nas zonas onde vive a poboación ou transcorre unha parte importante do seu tempo se apliquen os niveis máis altos de protección (Recomendación II b).

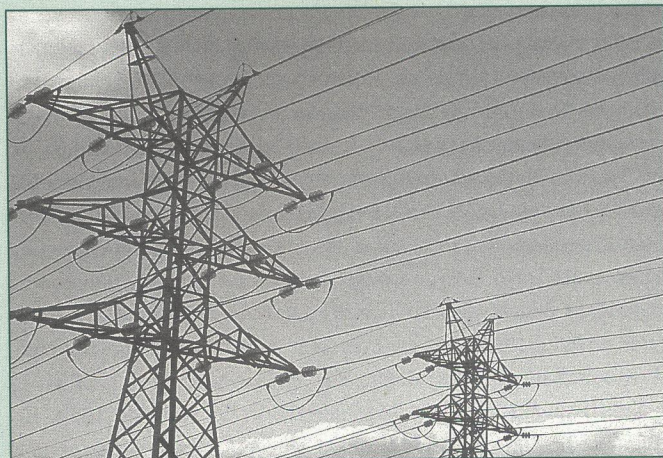
Un outro aspecto que non se ten en conta é o dereito da cidadanía a ver protexida a súa saúde, e a desfrutar dun meio ambiente axeitado para o desenvolvemento da persoa<sup>26</sup>, alén do dereito á intimidade dos que vemos invadidos os nosos fogares polas radiacións dos tendidos eléctricos e da telefonía móbil.

Táboa 4. Nova proposta para o establecemento de límites de seguridade na telefonía móbil.

PROPOSTA DE DISTANCIAS DE SEGURIDADE	Estación Base de 40W	Estación Base de 160W	Teléfono móbil de 1W
DISTANCIA TÉRMICA (SAR), mínima actual segundo recomendacións ICNIRP-CUE (adoitada por España).	3 m	6 m	0,05 m
Distancia "MORTE SEGURA", segundo Lilienfeld.	22 m	40 m	0,5 m
"NON PRESENCIA HUMANA", Univ. de Louvain, 1999.	60 m	100 m	2,5 m
ROTURA DE CROMOSOMAS, segundo Hyland.	300 m	500 m	10 m
ALTERACIÓN MELATONINA, Cherry & Henshaw.	600 m	1200 m	20 m

Táboa 5. Comparativa entre as distancias das antenas aos lugares de habitación e traballo, segundo países.

DISTANCIAS A ANTENAS DE MÓBEIS SEGUNDO PAISES	Distancia en metros
ESPAÑA: Ministerio de Ciencia e Tecnoloxía, R.D. 1066/2001.	2 - 3 m
GENERALITAT DE CATALUNYA	10 m
COMUNIDADE DE MADRID	15 m
BÉLXICA	58 - 64 m
NOVA ZELÁNDA	300 m
PENNSYLVANIA	610 m
SUIZA	650 m



Pepo Salvador



Finalmente, o decreto español vulnera tamén o deber de información ao público en xeral e á cidadanía directamente afectada, establecido pola Recomendación do Consello da U.E.: “Proporcionar ao cidadán/á información nun formato axeitado sobre os efectos dos campos electro-magnéticos e sobre as medidas precisas para lles facer fronte”; e polo propio ordenamento xurídico do Estado<sup>27</sup>. Este incumprimento basea-se na utilización de certas fór-

mulas incomprensíbeis, opacas excepto para expertos en telecomunicacións, de expresións censuradas e mesmo de unidades erróneas<sup>28</sup>, coma a *Taxa de Absorción Específica (SAR)*. Este valor mede a potencia de radiación necesaria para quentar en 1° C os tecidos sometidos á dita radiación. Tráta-se dun cálculo empírico, non real, feito sobre un modelo esférico cheo de líquido azucrado de densidade similar á do corpo humano denominado “vaca esférica”.

## RECOMENDACIÓNS ÁS ADMINISTRACIÓNS

Recomendacións feitas pola confederación ecoloxista estatal “Ecologistas en Acción”

1. Aplicar o Principio de Precaución, o Principio ALARA e os compromisos do Cumio da Terra do Rio de Janeiro no tocante á protección sanitaria da poboación, que reclaman unha urxente e total reconsideración dos valores de referencia a nivel nacional e internacional, por canto hai xa países que o teñen feito. Neste senso, deberían adoptar-se de xeito cauteloso os límites de radiación menos permisivos, mentres non se poida concluir que outros límites superiores non son causa de doenzas.
2. Exixir ás compañías eléctricas que revisen os transformadores instalados en zonas urbanas, para garantir o mínimo de radiación electro-magnética, ou o seu traslado cando non se garantan estes mínimos.
3. Instar ás mesmas compañías a que soterran e illen axeitadamente os tendidos eléctricos de méa tensión contra campos electro-magnéticos.
4. Exixir o traslado das liñas de alta tensión e as sub-estacións de transformación lonxe das zonas habitadas.
5. Promover o traslado das emisoras de rádio e televisión a unha distancia mínima dos núcleos habitados que asegure uns niveis de radiación non prexudiciais para a poboación.
6. Proibir a instalación de torres de telefonía móbil nos teitos dos edificios, obrigando a situá-las lonxe do núcleo urbano, garantindo o oportuno traslado das xa existentes. Estes aparellos deben afastar-se das zonas habitadas, reducindo o seu número mediante a partilla dos servizos dunha mesma instalación por varias compañías.
7. Exixir estudos detallados de impacto ambiental para calquera proposta de instalación que poida supor un risco de irradiación electro-magnética.
8. Explicar cómo se avalian e xestionan os riscos relacionados coa electro-polución, desenvolvendo campañas formativas en relación coa contaminación electro-magnética.
9. Levar a cabo políticas de investigación e estudos epidemiolóxicos que permitan un axeitado coñecemento dos efectos biolóxicos das RNI.
10. Promover a comercialización de produtos eléctricos e electrónicos electro-magnéticamente seguros, que dispoñan de tecnoloxía de atenuación de campo.
11. Exixir que as instalacións eléctricas nas vivendas de nova construción dispoñan das medidas idóneas para garantir unha mínima irradiación.
12. Respeito aos teléfonos móbeis, queremos que se recoñeza a perigosidade que supón o seu uso, como acontece co tabaco. Pedimos que os fabricantes de teléfonos móbeis informen aos clientes dos estudos que amosan unha relación entre o uso destes aparellos e certas doenzas. A tecnoloxía coa que funcionan non é segura, e este dado debe coñecelo o usuario/a.
13. Finalmente, demandamos das autoridades públicas que establezan con urxencia os mecanismos oportunos para obrigar ás compañías a tomar estas medidas.

## BIBLIOGRAFIA E LIGAZÓNS

COSTA MORATA, PEDRO. Aspectos críticos científico-tecnolóxicos sobre los campos electromagnéticos. Congreso Internacional de Bioelectromagnetismo 1999: “Ciencia, Medicina y Progreso”. Alcalá de Henares, 11/12 de noviembre de 1999. Póde-se atopar en: <http://www.grn.es/electropolucio/costamora-ta.htm>

GABILOA GUERRA, FRANCISCO. Efectos de los campos electromagnéticos (de 0 Hercios a 300 GigaHercios) sobre los aparatos y la salud humana. <http://www.grn.es/electropolucio/gabio-la2.htm>

GÓMEZ PERRETA, CLAUDIO. Efectos biológicos por las microondas producidas por la telefonía móvil especialmente a niveles bajos de exposición. Centro Investigación. Hospital Universitario La Fe. Valencia. <http://www.grn.es/electropolucio/lafe3.htm>

HYLAND, G.J. Telefonía móbil e saude. Memorandum. Departamento de Física da Universidade de Warwick, UK. <http://www.grn.es/electropolucio/GJHYLAND.rtf>

MUNTANÉ CONDEMINAS, MIGUEL. Directrices prácticas para proteger la salud humana de la radiación electromagnética emitida por la telefonía móvil. <http://www.grn.es/electropolucio/dirmuntane.htm>

Páxina de CEM da OMS:

[http://www.who.int/peh-emf/publications/facts\\_press/fact\\_spanish.htm](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/fact_spanish.htm)

Informe de Ecologistas en Acción. <http://www.azogue.org/ecologistas/>

Plataforma de Girona. Páxina moi completa, en catalán. <http://www.grn.es/electropolucio>

Asociación de veciños e veciñas de Bellvitge. Ampla información actualizada. <http://es.geocities.com/antenabellvitge/>

## REFERENCIAS

A versión completa deste dossier na web de ADEGA ([www.adega.org](http://www.adega.org)) contén a relación das 28 referencias bibliográficas que se citan no presente texto.