

Microondas en nuestro planeta: El impacto ambiental de la revolución inalámbrica



Arthur Firstenberg

1997

Fuente: [Whale](#)

Traducción: [seryactuar.org](#)

Para Pelda, Fern y Ann

Esta es una llamada urgente a los ecologistas y a aquellos dentro de la industria de las telecomunicaciones, a los médicos, empresarios, y a los funcionarios del gobierno, en el sentido de que la radiación de microondas es un peligro inminente para todos nosotros más o menos por igual, y que para nuestra supervivencia común debemos detener inmediatamente la expansión de las comunicaciones inalámbricas en esta tierra. No hay mayor amenaza para nuestro futuro común.

Arthur Firstenberg

22 de junio de 1997 - Norwich, NY

Publicado por la
Cellular Phone Taskforce (Grupo de trabajo de telefonía móvil)
P.O. Box 100404
Vanderveer Station
Brooklyn, NY 11210 - Estados Unidos

©1997 por Arthur Firstenberg* - 2^a Edición

Asegúrate de leer el último artículo de Arthur, que aparece en *The Ecologist* (Junio de 2004):

"Killing fields - As the world turns digital and remote, an invisible cloud of electrosmog is putting the health of millions at risk." ("Campos mortales" - A medida que el mundo se vuelve digital y remoto, una nube invisible de electrosmog está poniendo en riesgo la salud de millones de personas)

Índice

Prefacio a la edición de 1997

Introducción

 Sistemas de satélites

 Torres terrestres

 La caja de Pandora

 La potencia es pequeña, pero el alcance es ilimitado

 Los peligros para la salud

 Tabla 1: Frecuencias y longitudes de onda

 Las normas de seguridad estándar

 Tabla 2: Niveles de exposición

Revisión de la literatura

 1. El sistema nervioso

 la enfermedad por radiación

 niveles sensoriales

 EEG

 experimentos con animales

 estudios epidemiológicos

 2. El corazón

 3. Cáncer

 4. Reproducción

 5. Enfermedad genética

 6. Efectos sobre el crecimiento y el envejecimiento

 7. La sangre y el sistema inmunológico

 células sanguíneas

 azúcar en sangre

 colesterol y triglicéridos

 proteínas séricas

 otra bioquímica

 8. Cataratas

 9. Órganos internos

 10. Pulmones

 11. La médula ósea

 12. Cabello y uñas

 13. Efectos sinérgicos

 14. La audición y los demás sentidos con las microondas

 15. La sensibilidad eléctrica (SE)

 16. Diagnosticando la SE: guía para médicos

 17. Mecanismos de lesión

 lesión craneal cerrada o con rotura

 la barrera hematoencefálica y otras barreras

 el flujo del calcio

 la hipoxia

 los metales pesados

 la porfiria

 las interacciones moleculares

 la física del estado sólido

 18. Conclusión

Las especies en peligro de extinción

El peligro de los satélites

Bibliografía

Sobre el autor

Introducción

Desde la planificada flota de 300 satélites de Bill Gates, hasta los millones de antenas terrestres que se están construyendo en todo el mundo, se está invadiendo nuestra privacidad, socavando nuestra salud, contaminando nuestras aguas, amenazando a especies en peligro de extinción, destruyendo la capa de ozono y alterando nuestro clima. El asalto ya ha comenzado.

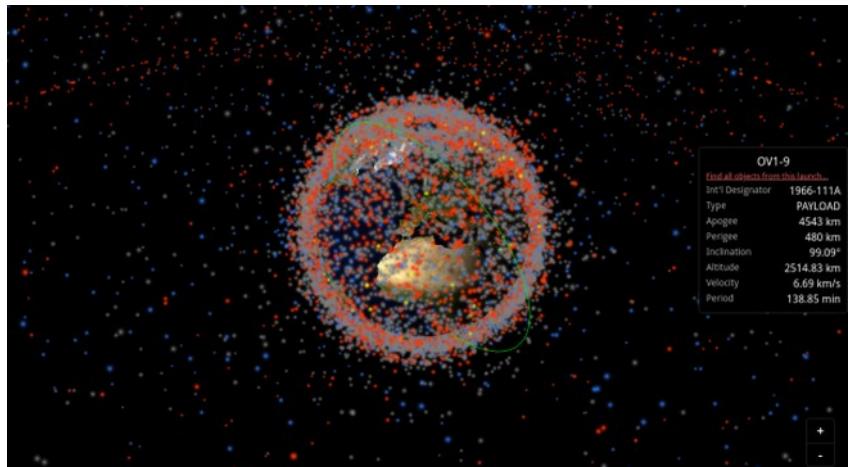
El propósito de este informe es dar una visión general de las amenazas ambientales asociadas con la revolución inalámbrica, y una revisión profunda de 70 años de investigación sobre los peligros para la salud de las microondas.

Hasta ahora, la falta de una revisión adecuada de la literatura ha llevado a la percepción incorrecta de que la evidencia científica es contradictoria y no concluyente. De hecho, la evidencia científica es consistente y abrumadora.

Sistemas de satélites

En 1957 no había satélites artificiales en el cielo sobre nosotros. Hoy en día hay miles.¹

La lista de países que han lanzado satélites hasta la fecha es enorme: Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Argentina, Francia, Alemania, Noruega, Suecia, España, Inglaterra, Rusia, Turquía, China, Japón, Indonesia, India, Tailandia, Corea, Malasia, Australia, Nueva Zelanda, Tonga, la Comunidad Europea, Europa del Este, la Liga Árabe, Pan-Asia e Intelsat (125 naciones). Las empresas multinacionales están enviando flotas.



Incluso los pequeños empresarios privados están llenando los cielos con equipos más pequeños y más baratos. Ya sea que una compañía de telefonía celular quiera proveer un servicio global, o que un ranchero en Australia quiera saber el paradero de sus vacas, la tecnología de los satélites hará el truco.

Torres terrestres

La red existente de sistemas de antenas terrestres no es lo suficientemente buena. La industria de las telecomunicaciones dice que de inmediato necesitará 270.000 instalaciones más, solo en Estados Unidos (*Microwave News*, mayo/junio 1996, p. 10), y números comparables en otras partes del mundo. Estas instalaciones se están instalando en farolas y edificios de apartamentos en las ciudades, y en nuevos lugares de interés en los suburbios, el campo y la naturaleza.

Además, los sistemas de satélites, que brillan muy débilmente sobre nosotros, necesitan comunicarse con su propia red de poderosas estaciones terrestres. Estas estaciones proliferarán junto con los satélites.

La caja de Pandora

Hasta hace poco, casi todos los transmisores de radio estaban fijos y su alcance era limitado. La adición de más canales de transmisión y nuevos tipos de dispositivos de comunicación no cambió eso. Pero con el

¹ <http://stuffin.space/?intldes=1966-111A>

advenimiento de la tecnología celular, todos los límites se han suprimido. Los teléfonos ya no son solo comunicadores sino también transmisores, y son móviles. De repente cada ser humano es una fuente de radiación potencial. De repente la comunicación electrónica es un derecho humano. De repente se construyen transmisores fijos y satélites para adaptarse a los seres humanos móviles, y no al revés.

La contaminación electromagnética dejará de estar concentrada en los centros poblacionales, y los radiotransmisores ya no estarán confinados a zonas no residenciales. En el espacio de uno o dos años, a menos que la gente lo detenga, esta forma de contaminación se extenderá más o menos uniformemente por cada centímetro cuadrado del planeta.

La potencia es pequeña, pero el alcance es ilimitado

Hoy en día hay entre nosotros torres de televisión que emiten con una potencia radiada de 5 millones de vatios. Se podría preguntar ¿cuánto daño podría hacer la radiación de los equipos celulares en comparación? Cada antena sobre un tejado o torre generalmente emite menos de 1000 vatios, siendo 10-150 vatios la norma para las farolas y los laterales de los edificios.

La respuesta es sorprendente. Si vives a 16 kilómetros de una estación de televisión de 5 millones de vatios, recibirás más radiación de una antena celular que esté en un poste de luz en tu bloque que de esa estación de televisión. Y según la ley de EE.UU., una estación de televisión de 5 millones de vatios debe estar separada de otras estaciones de frecuencia similar por una distancia de al menos 280 kilómetros. Los transmisores celulares están mucho menos restringidos: pueden y proliferarán sin límite. Y pueden y aumentarán su potencia de emisión si les resulta rentable. El nuevo límite legal es de 3500 vatios por canal y por estación transmisora, sin límite alguno en cuanto al número de canales, al número de torres o al número de empresas que emiten en la misma zona. Las señales de televisión tampoco llegan más allá de la línea de visión desde la torre, y están bloqueadas por colinas y edificios. El transmisor celular va a estar justo ahí donde tú estés, en cualquier lugar de la Tierra. Ya no tendrás la opción de limitar tu exposición a la radiación, viviendo lejos de las antenas.

Los peligros para la salud

La radiación de microondas es peligrosa. Como todos sabemos, los niveles altos nos cocinarán. Los niveles bajos también nos perjudicarán de otras maneras. Otro tipo de radiación, la que procede de las líneas de energía eléctrica, ha estado mucho más presente en las noticias de años anteriores. Ahora hay un creciente consenso científico de que la radiación de 60 ciclos, procedente de las líneas eléctricas, es peligrosa y puede causar cáncer, leucemia y otras enfermedades. Afortunadamente la distribución de la electricidad no es todavía inalámbrica, y la mayor parte de la superficie de la tierra está todavía alejada de los cables de alta tensión.

La radiación de la línea eléctrica (50 ó 60 ciclos por segundo, o hercios) es especialmente dañina porque está próxima a la frecuencia de las ondas cerebrales. La radiación de microondas es especialmente dañina porque las longitudes de onda son más pequeñas que las de nuestro cuerpo. Por lo tanto, esta radiación es absorbida selectivamente por nuestros cuerpos.

	Frecuencia Máxima (Hz)	Longitud de onda
Líneas de alta tensión	60	4.800 Km.
Radio AM	1,600	183 metros
Radio de onda corta	30,000,000	9 metros
Radio FM	108,000,000	3 metros
Canales de TV 2-13	216,000,000	1,50 metros
Canales de TV 14-69	806,000,000	30 cm.
Teléfonos móviles	947,000,000	30 cm.

Ordenador personal	2,400,000,000	15 cm.
Satélites	50,000,000,000	4 cm.

Tabla 1

Las ondas más pequeñas se absorben mejor a través de partes del cuerpo más pequeñas y de personas más pequeñas (niños).

Los transmisores celulares no solo van a ser más frecuentes de lo que cualquier transmisor haya sido antes, sino que también están emitiendo en las frecuencias más peligrosas.

Y esta radiación será doblemente peligrosa porque toda la nueva tecnología va a ser *digital*. Las señales digitales vienen en pulsos, en lugar de continuamente como es el caso ahora, y la mayoría de investigadores han encontrado que la radiación en pulsos es más perjudicial para los seres vivos, a niveles promedio de potencia más bajos, que la radiación continua.

Las normas de seguridad gubernamentales

En Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones ha establecido normas de irradiación permitida para el público en general. Estas normas se basan únicamente en los peligros térmicos, la suposición es que '*si las microondas no son lo suficientemente fuertes como para cocinarte, no te harán ningún daño*'. Para los sistemas de telefonía celular, se permite la exposición a densidades de potencia de 533 a 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (microvatio por centímetro cuadrado), dependiendo de la frecuencia. Estos estándares son por lo menos diez millones de veces superiores al nivel que probablemente aún existe en la mayor parte de la superficie de la Tierra, y por lo menos diez mil millones de veces superiores al nivel de microondas que recibimos naturalmente del sol y las estrellas. También son al menos doscientas mil veces más grandes de lo que inclusive la mayoría de los residentes de las ciudades hayan estado expuestos hasta hace muy poco (Tell y Mantiply 1980, Solon 1979, Zaret 1974, Szmigelski y Gil 1989).

Tabla 2 - Niveles de exposición ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

Podemos razonablemente esperar que los niveles de radiación en la mayoría de las partes habitables de la Tierra se multipliquen por 1000, como resultado de la actual expansión celular. Cuán altos llegarán a ser esos niveles finalmente es algo que nadie sabe.

Aunque no tuviéramos estudios epidemiológicos, el peligro es evidente. No podemos esperar aumentar la irradiación de toda la tierra 1000 veces o más, prácticamente de la noche a la mañana, sin efectos sobre la salud, y sin consecuencias biológicas masivas. De hecho, esta tecnología es más invasiva que prácticamente cualquier otra, y tiene el potencial de causar una catástrofe mundial.

Revisión de la bibliografía

La literatura científica está llena de miles de estudios sobre los efectos de las microondas en la salud, a niveles de potencia de 1-10 mW/cm². No revisaré estos aquí. En teoría, esos niveles de exposición no son suficientes para causar el calentamiento del cuerpo, pero los defensores de la norma de seguridad de 1 mW/cm² (1000 µW/cm²) descartan cualquier efecto observado a dichos niveles como efectos de calentamiento. Lo absurdo de su posición parece escapárseles. Pero pasaré por alto todo su argumento revisando solo los estudios que muestran efectos en la salud a niveles de exposición de 500 µW/cm² o menos - hasta 0,000000026 µW/cm².

Contrariamente a lo que se cree, este cuerpo de literatura es consistente y no contradictorio. Las microondas impactan más obviamente en el sistema nervioso y el corazón. Generalmente no hay un efecto lineal de dosis-respuesta, y no hay un umbral por debajo del cual no haya efecto. Un efecto observado a baja intensidad no tiene porqué ser observado a alta intensidad, ni viceversa. **Debido a que el impacto es acumulativo, los experimentos a corto plazo no darán los mismos resultados que los experimentos a largo plazo.** A menudo se observará más de un tipo de efecto en el mismo grupo de sujetos experimentales; por lo tanto, al promediar los resultados se puede perder información. A la luz de todo esto, **los tipos de estudios que están condenados a obtener resultados negativos son los que se realizan a altas intensidades, a corto plazo, buscando umbrales y respuestas a dosis lineales, y promediando todos sus datos.** En esto también hay consistencia.

Algunos de los primeros experimentos con animales fueron criticados porque los objetos metálicos cercanos a los animales podían haber distorsionado el campo, aumentando su dosis de radiación más allá de lo que se había informado. Sin embargo, los trabajos más recientes (desde mediados de los 70) se han realizado en recintos cuidadosamente protegidos, sin alambres ni objetos metálicos, y han arrojado los mismos resultados. En cualquier caso, **lo que estamos tratando de medir aquí es el efecto sobre la salud humana, y ninguno de nosotros vive en casas blindadas, sin alambres u objetos metálicos.** Por lo tanto, las primeras investigaciones son tan relevantes para la situación humana como las más recientes, si no más.

1. El sistema nervioso

La enfermedad por radiación

Los **síntomas** que pueden presentarse incluyen **dolor de cabeza, fatiga, debilidad, trastornos del sueño, irritabilidad, mareos, dificultades de memoria, inestabilidad emocional, depresión, ansiedad, trastornos sexuales, marcas en la piel, sarpullido, sensación de ardor en la cara, acrofanosis (dedos azules de las manos y los pies), sudoración, temblores, reflejos tendinosos acentuados, reflejos abdominales disminuidos, tamaño desigual de las pupilas, y pulso y presión sanguínea inestables.** Estos síntomas se encontraron sistemáticamente en estudios controlados de trabajadores expuestos a varias frecuencias de microondas en el trabajo, por:

- Sadchikova (1960) en un estudio clínico de 525 trabajadores expuestos a equipos generadores de microondas. Las personas expuestas a cientos de microondas por centímetro cuadrado o menos tenían síntomas más a menudo que las expuestas a intensidades más altas.
- Sadchikova (1974) en un estudio clínico de 1180 trabajadores. Aquí también los expuestos a menores intensidades tenían síntomas más frecuentes que los expuestos a mayores intensidades. Ciertos tipos de cambios, por ejemplo la hipotensión y la bradicardia, eran más frecuentes a altas intensidades.
- Klimkova-Deutschova (1974) en un estudio clínico sobre 530 trabajadores de 29 lugares de trabajo.

- Baranski and Edelwejn (1975) en un estudio de los trabajadores del Instituto Militar de Medicina de Aviación, Varsovia.
- Zalyubovskaya y Kiselev (1978) en un estudio clínico sobre 72 ingenieros y técnicos.
- Bachurin (1979) en un estudio clínico sobre 100 trabajadores de televisión, radiodifusión, y otros expuestos a 20-60 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ y en ocasiones hasta 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. También se observó fotofobia en un trabajador ocasional.
- Sadchikova et al. (1980) en un estudio clínico con 50 trabajadores industriales expuestos a varios cientos de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Huai (1981) en un estudio clínico con 841 trabajadores de 11 fábricas e institutos, incluyendo 238 personas expuestas a menos de 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Gorbach (1982) en un estudio clínico con 142 trabajadores expuestos a equipos de microondas.
- Trinos (1982) en un estudio clínico con 2247 trabajadores en 2 plantas industriales.
- Markarov et al. (1995), en un estudio clínico con 53 trabajadores expuestos regularmente a dosis bajas de radiación.
- Chudnovskiy et al. 1979. Han descrito varios casos de psicosis en trabajadores con signos objetivos de enfermedad por radiación. Estos pacientes desarrollaron síntomas de manía y paranoia que no se ajustaban al patrón de la esquizofrenia, y que sólo podían tratarse mediante la eliminación de la exposición a las ondas de radio.
- Baranski y Czerski (1976) escribió: "*La patogénesis de estos síndromes puede ser controvertida, pero su existencia no puede ser negada. Observaciones similares fueron hechas por Miro en Francia, y en el Reino Unido y en Estados Unidos, según una comunicación personal hecha por Mumford a Seth y Michaelson*" (p. 168).

Niveles sensoriales

Bourgeois (1967), en un experimento con 36 jóvenes de 18 a 25 años de edad, encontró que una exposición de dos minutos a una radiación de 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ de 1000 MHz **disminuía significativamente su umbral auditivo, es decir, los hacía más sensibles al sonido.** Tanto las ondas continuas como las de amplitud modulada tuvieron este efecto.

Lobanova y Gordon (1960), en un estudio clínico con 358 trabajadores de 20 a 35 años de edad, expuestos profesionalmente a microondas de bajo nivel, encontraron que la mayoría tenía una **sensibilidad anormalmente alta o, con mayor frecuencia, anormalmente baja a los olores.** Se determinó que un *cambio en la sensibilidad olfativa* era uno de los primeros signos de la influencia de las microondas.

Baranski y Czerski (1976) revisaron varios estudios que muestran que la exposición crónica a las microondas también disminuye la sensibilidad auditiva, visual y cutánea, tanto clínicamente como en los estudios de EEG.

EEG

Los cambios en el electroencefalograma muestran una inhibición generalizada del sistema nervioso central, así como ciertos patrones patológicos específicos.

- Además de la inhibición general, Klimkova-Deutschova (1974) encontró cambios pequeños pero específicos en el EEG de muchos trabajadores expuestos a microondas, en la banda de 3 a 13 centímetros. Esto incluía ondas lentas sincronizadas de alta amplitud, similares a las observadas en los ataques epilépticos. **Se dijo que el EEG era una importante herramienta de diagnóstico que mostraba objetivamente los efectos de las microondas, incluso cuando los signos clínicos eran leves.**

- Baranski y Edelwejn (1975) informaron que los trabajadores con la mayor exposición laboral a microondas generalmente exhiben grabaciones planas de EEG.
- Huai (1981), en un examen de 106 trabajadores expuestos a microondas, encontró un aumento de las ondas lentas (theta y delta) en su EEG.
- Mann y Roschke (1996) expuso a 14 voluntarios varones sanos, de 21 a 34 años de edad, a un teléfono celular digital durante la noche, a una distancia de 40 cm., de modo que la densidad de potencia que les llegaba a la cabeza era de $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Se observaron alteraciones específicas en su EEG. La radiación también causó una disminución significativa en la cantidad de sueño REM.
- Sikorski y Bielski (1996) encontraron pruebas de tolerancia a la glucosa anormales en 31 de los 50 trabajadores expuestos a las ondas de radio. De estos, 10 también tenían EEGs anormales.

Experimentos con animales

La exposición *aguda* de bajo nivel a las microondas estimula el sistema nervioso, mientras que la exposición *crónica* lo suprime. Esto ha sido confirmado en animales mediante cambios de comportamiento, cambios en el EEG, disminución de los niveles de neurotransmisores, disminución de los niveles de la enzima respiratoria citocromo oxidasa, y daño celular, tal como se observa en el microscopio electrónico.

- Gvozdikova et al. (1964) expusieron a grupos de conejos chinchilla situados a 12,5 cm., 52 cm. y 1 m. de la radiación, durante 5 minutos. El 81% mostró cambios en el EEG cuando los expusieron a $20 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Frey (1967) indujo potenciales evocados en el tronco cerebral de los gatos, con ondas pulsadas de 1200-1525 MHz, a una densidad de potencia media de $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Giarola et al. (1971) observaron un efecto tranquilizante en pollos y ratas a $24 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ utilizando ondas de 880 MHz.
- Dumanskij y Shandala (1974) irradiaron 228 ratas blancas y 60 conejos, entre 8 y 12 horas al día durante 120 días. La inhibición de los reflejos condicionados fue producida por ondas de 6 metros a $1,9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, y por ondas de 3 centímetros a $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Se observaron cambios definidos en el EEG, incluso a $0,06 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ para las ondas de 6 metros: una excitación inicial del sistema nervioso dio lugar a ritmos sincronizados, y luego a una inhibición general durante el transcurso del experimento. *"La energía electromagnética en el rango de UHF y la intensidad de $0,06-10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ era efectivamente activa biológicamente según los resultados del análisis estadístico"* (p. 291). Otros indicadores de la actividad del sistema nervioso -colinesterasa y grupos sulfídricos en la sangre- también se redujeron significativamente a $1,9 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Gabovich et al. (1979) encontró que $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 2 horas al día primero aumentaba la capacidad de trabajo de las ratas, y luego la disminuía. También afectó al período latente de reflejos incondicionados, alterando el sueño y disminuyendo la actividad de la colinesterasa en la sangre y el cerebro. La frecuencia era de 2375 MHz, en modo continuo.
- Grin' (1978) encontró que $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ elevaba la epinefrina, norepinefrina y dopamina en el cerebro de las ratas después de una exposición de 7 horas al día durante un mes. La longitud de onda era de 12,6 an. $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ y disminuyó los niveles, agotando el sistema adrenosimpático.
- Dumanskij y Tomashevskaya (1978) encontraron una disminución del 20-26% en la citocromo oxidasa, una enzima respiratoria, en las mitocondrias del cerebro, después de 4 meses de exposición de ratas. La frecuencia era de 2375 MHz, de onda continua, y la potencia era de $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Otra enzima, la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G-6-PDH), subió un 20-28% en compensación.
- Dumanskij et al. (1982) en un experimento de 4 meses con 1200 ratas albinas, encontraron, un aumento de la sensibilidad de la piel a la estimulación eléctrica, una disminución de la capacidad de

trabajo y una alteración de los reflejos condicionados a $25-60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. La colinesterasa sanguínea se activó a $40 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, mientras que $115 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ inhibieron la enzima. La longitud de onda era de 3 cm.

- Shandala et al. (1979) expusieron a los conejos a las ondas de 2375 MHz durante 7 horas al día, durante 3 meses; $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ estimularon la actividad eléctrica del cerebro. $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ estimularon la actividad cerebral durante 30 días, y luego la inhibieron gradualmente. A $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ la inhibición comenzó en 2 semanas. En las ratas, $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ disminuyeron la actividad de búsqueda de comportamiento, suprimieron la respuesta alimentaria, y disminuyeron la capacidad de trabajo. $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ y $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ tuvieron el mismo efecto supresor en el sistema nervioso después de 30 días, y aumentaron la sensibilidad de la piel a la irritación eléctrica.
- Shutenko et al. (1981) expuso a las ratas a las ondas de 2375 MHz durante 2 horas al día durante 10 semanas. $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ inhibieron los reflejos incondicionales, y disminuyeron la colinesterasa en la sangre y el tejido cerebral.
- Belokrinitskiy (1982a) encontró un aumento en la actividad de las enzimas succinato deshidrogenasa (SDH), malato deshidrogenasa (MDH), lactato deshidrogenasa (LDH) y G-6-PDH, y una disminución en los niveles de glicógeno y ARN en las células del cerebro y otros órganos de las ratas después de una exposición crónica a $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, y después de una sola exposición de 3 horas a $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Dos meses de exposición a $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ dañaron las mitocondrias, el retículo endoplásmico y el núcleo de las células. Estos cambios no volvieron a la normalidad en un mes. $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ produjeron cambios celulares mucho más drásticos. $10 \text{ mW} / \text{cm}^2$ (supuestamente "no térmico" y seguro!) hinchó las células, alteró su forma, dañó los vasos sanguíneos, desmielinizó las fibras nerviosas, etc., después de sólo una hora de exposición de los gatos. La longitud de onda era de 12,6 cm.
- Belokrinitskiy (1982b), En otro experimento, se encontraron neurofibrillas dañadas y la desaparición de la vaina de mielina en el hipocampo de las ratas incluso a $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Frey (1988) inhibió el comportamiento agresivo en ratas a $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, y modificó el comportamiento estereotípico a $8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Ciertos olores modificaron este último efecto. $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ potenciaron el efecto narcótico de la morfina.
- Kunjilwar y Behari (1993) midieron una disminución significativa de la actividad de la acetilcolinesterasa en el cerebro de las ratas tras la exposición a varias frecuencias de ondas de radio moduladas a $250 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 3 horas al día durante un mes.
- Tarricone et al. (1993) expusieron las células embrionarias de la codorniz a ondas de 10,75 GHz a unos pocos $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, y demostró cambios en los canales del receptor de acetilcolina.
- Chizhenkova y Safroshkina (1993) expusieron a los conejos a ondas continuas de 800 MHz durante un minuto mientras monitoreaban la actividad de las neuronas corticales en el cerebro. A $100-500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ disminuyeron la frecuencia de las ráfagas de picos, y aumentaron el número de picos en una ráfaga de descargas neuronales.
- Kolomytkin (1994) mostraron que una exposición de 5 minutos de las ratas a las ondas de 915 MHz moduladas a 16 Hz aumentaba la excitación del cerebro al aumentar la unión del glutamato y disminuir la unión del GABA a las membranas sinápticas. Esto ocurrió a menos de $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Navakatikian y Tomashevskaya (1994) expusieron a las ratas a una radiación pulsada de 3000 MHz. Media hora de exposición a $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ estimuló el comportamiento condicionado, mientras que 12 horas inhibieron el comportamiento.

Estudios epidemiológicos

- Chiang et al. (1989) encuestaron a 1170 personas que vivían y trabajaban cerca de antenas de radio e instalaciones de radar en China. Aquellos expuestos a más de $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ obtuvieron peores resultados en una prueba de memoria, y tuvieron un mayor tiempo de reacción visual, en comparación con los controles no expuestos.

A principios del decenio de 1990, el Gobierno suizo encargó un estudio de 215 personas que vivían cerca de un transmisor de onda corta (Abelin et al., 1995). Llevaban diarios. Aquellos que vivían a menos de 1,5 kilómetros del transmisor tenían más problemas de sueño, dolores de cabeza, cansancio, irritabilidad, dolor de espalda baja y dolor en las extremidades, que aquellos que vivían a más de 4 kilómetros de distancia. Hubo menos niños que pasaron de la escuela primaria a la secundaria. Los trastornos del sueño se correlacionaron con la distancia de la emisora, y mejoraron un día después de apagar el transmisor. Los niveles de exposición promedio fueron tan bajos como $54 \text{ nW}/\text{cm}^2$ ($.054 \mu\text{W}/\text{cm}^2$).

Un estudio en curso cerca de una estación de radar en Skrunda (Letonia) (Kolodynski y Kolodynska 1996) ha descubierto un deterioro de la función motora, el tiempo de reacción, la memoria y la atención de los escolares que viven en zonas expuestas, en comparación con los que viven en zonas no expuestas. Se han realizado pruebas a 966 niños. Los niveles de exposición están generalmente por debajo de $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, y en ningún hogar la densidad de potencia supera los $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Otros análisis de los efectos sobre el sistema nervioso pueden encontrarse en Frey (1965, 1994), Marha (1969, 1971), Healer (1969), Dodge (1969), Bawin y Medici (1973), Gordon et al. (1974), Baranski y Czerski (1976), Solon (1979), McRee (1979, 1980), Huai (1981), Medici (1982), Glaser y Dodge (1982), Ray y Behari (1990), y Kunjilwar y Behari (1993).

2. El corazón

La enfermedad por radiación suele causar bradicardia (latidos cardíacos lentos) e hipotensión (presión arterial baja), que son señales de advertencia. Orlova (1960) describe otros síntomas típicos: hormigueo en la región del corazón, palpitaciones, dolores punzantes en la región del corazón y falta de aliento después del esfuerzo. Otros hallazgos físicos pueden incluir un aumento de los límites del corazón hacia la izquierda, sonidos estruendosos, soplos sistólicos y cambios en el electrocardiograma: bradicardia o taquicardia, arritmia sinusal, conducción prolongada y disminución de las amplitudes de pico, especialmente en una prueba de esfuerzo. En un estudio clínico de 525 trabajadores, este investigador encontró síntomas cardíacos en el 22,3% de incluso el grupo menos expuesto, en comparación con el 10% de los controles no expuestos. Se encontraron cambios cardíacos objetivos en el 18-35%, dependiendo de la duración del tiempo trabajado, comparado con el 9% de los trabajadores no expuestos.

Otros autores informan de conclusiones similares. Véase Dodge (1969) para una revisión. Bachurin (1979), en un electrocardiograma, encontró desviación del eje izquierdo, taquicardia o bradicardia sinusal, alteraciones de la conducción intraventricular y signos de hipoxia miocárdica.

- Zmyslony et al. (1996) encontró que los trabajadores de las emisoras de AM tenían seis veces más riesgo de sufrir perturbaciones por electrocardiogramas en comparación con los trabajadores de las emisoras de radio que no estaban expuestos a las ondas de radio.
- Baranski and Czerski (1976) observaron un cambio en la velocidad de la onda de pulso.
- Huai (1981) encontró que la hipotensión daba paso a la hipertensión después de 3-6 años de exposición.
- Sadchikova (1960, 1974, 1980) también encontró un debilitamiento del reflejo ortostático. En etapas avanzadas de la enfermedad se produjeron crisis de insuficiencia cerebral y coronaria, y se desarrolló el cuadro clínico de cardiopatía isquémica e hipertensión.

Estudios con animales:

- Levitina (1966) irradiaron ranas vivas con ondas continuas de 12,5 cm a una intensidad de 30-60 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Iluminar la espalda de la rana disminuyó su ritmo cardíaco en la mayoría de los casos, mientras que iluminar solo la parte posterior de su cabeza aceleró su ritmo cardíaco. Cuando la rana fue anestesiada, no se encontró ningún efecto. Resultados similares se encontraron en experimentos realizados anteriormente a mayores intensidades en conejos (Presman y Levitina 1962a,b).
- Serkyuk expuso a los conejos a las ondas de 2375 MHz durante 60 días. La exposición a 0,06 / cm^2 causó una disminución del ritmo cardíaco y cambios en el electrocardiograma (McRee 1980).
- Frey y Seifert (1968) mostró que el corazón es más vulnerable a las microondas en determinados momentos de su ritmo. Iluminaron corazones de rana con ondas pulsadas de 1425 MHz a una densidad de potencia media de 0,6 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Cuando el corazón fue iluminado con un pulso 200 milisegundos después de la onda P, el ritmo de los latidos aumentó. En la mitad de los casos se produjeron arritmias.

De vez en cuando el corazón se detuvo. Experimentos posteriores encontraron un efecto similar con ranas vivas a 3 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Frey 1988). Ver Frey (1988) para una buena revisión de otras investigaciones.

3. Cáncer

Las buenas investigaciones sobre el cáncer de microondas son escasas pero bastante concluyentes.

Guy y Kung expusieron a 200 ratas a ondas pulsadas de 2450 MHz a 480 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 23 horas al día. A lo largo de su vida, en condiciones de vida normales, desarrollaron dos veces y media más cánceres que 200 controles no expuestos (discutido en Frey 1994 y Szmigelski 1989a,b).

Balcer-Kubiczek (1994) se ha demostrado que las microondas son cancerígenas al utilizar la línea de células embrionarias de ratones C3H / 1OT1 / 2. Esta línea celular se usa frecuentemente en la investigación del cáncer para identificar carcinógenos químicos. Se utilizaron ondas pulsadas de 2450 MHz. Cuando la irradiación fue seguida de un tratamiento con un promotor tumoral conocido, el TPA, causó cánceres en una relación dosis-respuesta, similar a la que se observa con la radiación ionizante. El TPA por sí mismo no causó ningún tumor. El autor concluye que "las microondas de 2,45 GHz parecen actuar como iniciador o carcinógeno, más que como promotor de la transformación maligna" (pág. 150). 0,1 W / kg fue efectivo.

Se han combinado varios estudios epidemiológicos con mediciones sobre el terreno de los niveles de radiación. En Honolulú, que tiene los niveles de radiación más altos de todas las zonas urbanas de los Estados Unidos (Microwave News, enero/febrero de 1985), el Departamento de Salud del Estado comparó la incidencia de cáncer de nueve zonas del censo que incluyen torres de difusión con la de dos zonas demográficamente similares que no las incluyen. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos midió las intensidades de radiofrecuencia, que estaban por debajo de 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ casi en todas las zonas expuestas. El cáncer, y especialmente la leucemia, era significativamente más común en los tramos con torres (Goldsmith 1995, 1996, Marino 1988).

Hocking y Gordon (1995) informe sobre un estudio similar en Sydney, Australia. En él se comparó la incidencia de cáncer y la mortalidad de 1972 a 1990 en seis municipios del norte de Sydney, tres de los cuales rodean inmediatamente a transmisores de 4 estaciones de televisión y una estación de radio de FM, y tres de los cuales están más distantes. Los niños expuestos tenían el doble de la tasa de leucemia que los niños de las comunidades no expuestas. La intensidad de las ondas de radio fue de 0,2-8,0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ cerca de las torres, y de 0,02 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ en las comunidades distantes.

El Dr. William Morton del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Oregón en Portland ha encontrado tendencias similares en su estudio del cáncer y la radiación de radiodifusión en Portland, donde

se producen niveles superiores a $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en algunas zonas públicas y en hogares privados (Marino 1988, Microwave News, Nov./Dic. 1995).

Szmigelski (1996) hizo un estudio retrospectivo controlado de la incidencia del cáncer en todo el personal de carrera militar polaco de 1971 a 1985. Esto incluyó un promedio de 128.000 personas por año. El personal expuesto a microondas (generalmente menos de $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) tenía más del doble de la tasa de cáncer de todos los demás. La leucemia era más de ocho veces más común.

Para ver reseñas de otras investigaciones, véase Frey (1994), Szmigelski (1988, 1989 a,b), Savitz (1987), y Goldsmith (1995, 1996).

4. Reproducción

Incluso niveles extremadamente bajos de microondas pueden causar abortos, alteraciones en la proporción de sexos, defectos de nacimiento y otros efectos en la reproducción.

- Ouellet-Hellstrom y Stewart (1993) hizo un estudio de control de casos de más de 6.600 embarazos entre las mujeres miembros de la Asociación Americana de Fisioterapia. **Las terapeutas que administraron diatermia de microondas en los seis meses anteriores o durante su embarazo tuvieron más del triple de abortos tempranos que las terapeutas no expuestas. El riesgo aumentó con el aumento de las exposiciones.**
- Huai (1979) encontró una menstruación anormal tres veces más a menudo en trabajadoras expuestas a las microondas que en trabajadoras no expuestas.
- El estudio en curso en Letonia ha encontrado hasta un 25% menos de niños en ciertos grados escolares en la zona que ha estado expuesta al radar desde 1971 (Kolodynski y Kolodynska 1996).
- Navakatikian y Tomashevskaya (1994) encontró una disminución de la testosterona en ratas expuestas a ondas pulsadas o continuas de 2450 MHz a una intensidad de $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Revisan un estudio de Mikolaichyk que encontró cambios en la FSH y la LH en el hipotálamo de las ratas de una sola exposición a $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Krueger y Giarola (1975) expuso a las gallinas ponedoras a ondas de 260 MHz durante 16 semanas a una intensidad de $5-125 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. La producción de huevos fue un 20% menos, un mayor porcentaje de hembras fueron empolladas y la calidad de la cáscara de los huevos se deterioró.
- Bigu Del Blanco et al. (1973) encontró un aumento del 14% en la producción de huevos de las gallinas expuestas a ondas continuas de 7 GHz a $1-400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. La tasa de mortalidad de las gallinas irradiadas también se duplicó.
- Kondra et al. (1970) encontró que las ondas continuas de 6 GHz estimulaban la ovulación en las gallinas a una intensidad de $0,02 \text{ pW} / \text{cm}^2$ ($0,00000002 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Las gallinas que fueron tratadas así desde su nacimiento mostraron una producción de huevos significativamente mayor durante su vida de puesta, y un peso de huevo significativamente menor que las aves no tratadas. Este experimento fue diseñado para simular la exposición a nivel del suelo de la población canadiense desde una típica torre de relevo de microondas. Se llevó a cabo en Manitoba a finales de la década de 1960. La mayoría de los lugares de la Tierra tienen niveles de microondas ambientales más altos que los actuales.

Un experimento posterior de los mismos autores (Kondra y otros, 1972) no pareció confirmar estos hallazgos, pero un examen de los datos revela que los polluelos del segundo experimento se mantuvieron a la luz las 24 horas del día durante las tres primeras semanas de su vida, y que la iluminación continua estimuló la ovulación en aproximadamente la misma medida que los bajísimos niveles de microondas.

Estos experimentos son motivo de reflexión para cualquiera que se pregunte por qué las hembras humanas del siglo XX están ovulando a edades cada vez más tempranas.

- Tofani et al. (1986) expuso a ratas preñadas a ondas continuas de 27,12 MHz a una intensidad de 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. La mitad de los embarazos abortaron antes del vigésimo día de gestación, en comparación con sólo un 6% de aborto en los controles no expuestos. El 38% de los fetos viables tuvieron una formación incompleta del cráneo, comparado con menos del 6% de los controles. También hubo un cambio en la proporción de sexos, con más machos nacidos de ratas que habían sido irradiados desde el momento de la concepción.
- Il'chevich y Gorodetskaya informan que 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ disminuyeron el tamaño de la camada en los ratones y aumentaron el número de mortinatos (McRee 1980).
- Gordon (1974) revisa otras investigaciones similares en la antigua Unión Soviética.

5. Enfermedad genética

- Garaj-Vrhovac et al. (1987) encontró roturas, fragmentos y supresión de cromosomas en hasta el 13% de los linfocitos cultivados de 50 trabajadores que operaban un equipo de microondas. Los trabajadores no expuestos no tenían este tipo de lesiones. *Estos investigadores escriben que la radiación de microondas es "un agente mutagénico conocido... Sus efectos perjudiciales en el organismo vivo son bien conocidos"* (Garaj-Vrhovac et al. 1991).
- At Skrunda, Balode et al. (1996) han encontrado daño cromosómico en las vacas que pastan en la zona de radiación. Se contaron los micronúcleos en los glóbulos rojos. Se encontraron seis veces más micro-núcleos que en las vacas cercanas, no expuestas al radar.
- Ockerman ha encontrado daño cromosómico en 16 personas eléctricamente sensibles, en un estudio aún no publicado (Kauppi 1996).
- Goldsmith (1995) informa que *se encontraron anomalías cromosómicas significativas en la sangre de la mitad de los trabajadores de la embajada de EE.UU. en Moscú en 1966*. La irradiación de la embajada causó preocupación a niveles oficiales, y la salud de estos trabajadores fue monitoreada como parte de un estudio clasificado llamado *Proyecto Pandora*. Desde entonces, los resultados cromosómicos y de otro tipo, incluida la evidencia de un aumento de las tasas de cáncer, han sido desclasificados en virtud de la Ley de libertad de información.
- Manikowska-Czerska, Czerski y Leach, en el Servicio de Salud Pública de EE.UU. en Rockville, Maryland, irradiaron ratones durante 30 minutos al día durante 2 semanas a una intensidad de unos 250 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ a varias frecuencias (Lerner 1984, informando sobre una reunión de la Sociedad de Bioelectromagnetismo). Se indujeron anomalías cromosómicas en el 7,2% de las células precursoras de esperma, en comparación con el 0,05-0,07% en los ratones no expuestos. Este no es un fenómeno de respuesta a la dosis. El daño cromosómico ocurrió a la misma velocidad, o incluso con menos frecuencia, a intensidades mucho más altas. Mays Swicord, en la misma reunión, presentó pruebas de que el ADN podía absorber 400 veces más energía de microondas que el agua debido a la resonancia molecular (véase Sagripanti y Swicord 1986).
- Kapustin et al. encontró daño cromosómico en la médula ósea de ratas expuestas a ondas de 12 cm, a una intensidad de 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, 7 horas al día, durante 10 días (McRee 1980).
- Belyaev et al. (1992) encontró que las ondas de 41 y 51 GHz, a una intensidad de 1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ suprimieron la reparación de los cromosomas dañados por rayos X en *E. Coli*. Una exposición de 5 minutos a las microondas impidió la reparación durante la hora y media del experimento de incubación. A 0,1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ el efecto fue menos pronunciado.
- Lai y Singh (1995) encontró roturas de cromosomas en las células cerebrales de ratas a intensidades más altas que las que estoy reportando en otros lugares (1-2 mW / cm^2), pero estos experimentos son significativos para encontrar roturas de cromosomas inmediatamente *después* de la exposición. Sarkar (1994) también encontró un daño cromosómico significativo en los testículos y el cerebro de los ratones, a estas intensidades.

- Akoyov (1980) informó que la dosis necesaria para dañar los cromosomas era significativamente menor en los animales vivos que en los cultivos celulares.

Una revisión de investigaciones anteriores se puede encontrar en Heller (1969).

6. Efectos sobre el crecimiento y el envejecimiento

Numerosos investigadores han encontrado efectos adversos de varias frecuencias de microondas en el crecimiento de los animales. Giarola y otros (1971, 1973) encontraron que 14-500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ deprimían el crecimiento de los pollos y las crías de rata. Gabovich y otros (1979) obtuvieron un resultado similar con ratas jóvenes a 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, al igual que Ray y Behari (1991) a 600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Gabovich (1979) informó de un menor aumento de peso en las ratas preñadas a 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Bigu Del Blanco y otros duplicaron la mortalidad de los pollos a menos de 400 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Y Garaj-Vrhovac y otros (1991) encontraron sólo el 60% del número normal de células de hámster chino después de exponer el cultivo a 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 60 minutos.

Las pruebas con las plantas son sorprendentes:

Los árboles que crecen en los bosques de pinos expuestos al radar Skrunda han tenido un espesor menor en sus anillos de crecimiento, a partir de 1970, coincidiendo con el inicio del funcionamiento del radar. Los árboles cercanos no expuestos no resultaron afectados de manera similar (Balodis et al. 1996).

El estudio de las agujas y conos de pino en Skrunda ha revelado una producción acelerada de resina, así como un envejecimiento prematuro de los pinos en la zona expuesta, incluso cuando la intensidad es sólo de 24 pW/cm^2 (0,000024 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), en comparación con los árboles de las zonas cercanas no expuestas. Además, la germinación de las semillas de baja presión de exposición es mejorada, mientras que la germinación de las semillas de mayor exposición se ve severamente afectada. Los autores han observado una similitud con los efectos de la radiación ultravioleta (Selga y Selga 1996).

Las plantas de lenteja de agua que crecen cerca del radar de Skrunda tienen una vida útil más corta, y una reproducción más deficiente, en comparación con las plantas que crecen lejos del radar. También se encuentran anomalías morfológicas y de desarrollo en las plantas expuestas (Magone 1996).

Marha (1969) escribe, "Se sabe, por los informes de la literatura, que la velocidad de la división celular con Vicius fabus [una judía] se acelera a intensidades de campo de 10-4 V/m a frecuencias de aproximadamente 30 MHz y la velocidad disminuye a valores superiores a 0,1 V/m". (p. 189). Los 10-4 V/m corresponden a una densidad de potencia de 0,0026 pW/cm^2 (0,000000026 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Esto es menos de lo que recibimos en la Tierra de los satélites. **Estos resultados experimentales, y los de Skrunda, y los de Kondra con pollos, arriba, prueban que las señales de los satélites son biológicamente activas.**

7. La sangre y el sistema inmunológico

Células sanguíneas

La respuesta inmunológica suele ser bifásica: estimulada a bajas intensidades e inhibida a intensidades más altas.

- Chiang et al. (1989) en su estudio epidemiológico encontraron que la fagocitosis de los glóbulos blancos era estimulada por la exposición crónica a las más bajas intensidades de ondas de radio e inhibida, a veces severamente, por intensidades más altas. Los sujetos eran escolares de jardín de infancia, escuela secundaria y universidad, que estaban expuestos a transmisores de radio o instalaciones de radar en la escuela. Los niveles de exposición variaron desde 0-4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ hasta 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Goldoni (1990) examinaron a los controladores de tráfico aéreo en un intervalo de dos años, y encontraron, en casi todos los casos, una disminución significativa de los glóbulos blancos y las plaquetas durante sus dos años de trabajo. El recuento de glóbulos blancos estaba por debajo de lo

normal después de dos años en el 36% de los trabajadores. El recuento de glóbulos rojos fue más bajo en promedio que el grupo de control y a veces subnormal.

- Huai (1981) también encontró una disminución promedio de glóbulos blancos y plaquetas entre los trabajadores de las microondas.
- Sadchikova (1974) encontró cambios en el mismo sentido en 1.180 trabajadores.
- Cerca del radar de Skrunda, las 230 personas examinadas tuvieron aumentos significativos en sus recuentos de glóbulos blancos y alteraciones en los recuentos diferenciales. Los niños fueron los más afectados. Los trabajadores de la embajada de Moscú irradiados tuvieron un aumento de hematocritos, un recuento de glóbulos blancos sorprendentemente más alto y otros cambios que aumentaron durante el tiempo de su exposición (Goldsmith 1995).
- Zalyubovskaya y Kiselev observaron a 72 ingenieros y técnicos expuestos a microondas en un período de 3 años. Su nivel de exposición alcanzó ocasionalmente $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Durante los 3 años, el contenido de glóbulos rojos y hemoglobina en la sangre disminuyó, los reticulocitos y plaquetas se redujeron, los glóbulos blancos cayeron a un 30% por debajo del grupo de control, y los linfocitos aumentaron un 25%. El número de bacterias en la boca fue considerablemente mayor, y la actividad bactericida de la piel fue menor. Estos y otros cambios en la función inmunológica fueron confirmados por experimentos en ratones. Los animales fueron expuestos a intensidades comparables a las de los trabajadores, 15 minutos al día, durante 20 días. Los ratones también desarrollaron de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ menos de anticuerpos en la sangre, **tuvieron menor resistencia a las infecciones y una disminución en el tamaño de su timo, bazo y ganglios linfáticos.**
- Zalyubovskaya y Kiselev también observaron una disminución del 18% en la resistencia osmótica de los glóbulos rojos y del 26% en su resistencia a los ácidos, en los trabajadores expuestos. Esta fragilidad de los glóbulos rojos al ser expuestos a campos electromagnéticos ha sido notada por otros (Dodge 1969, Sadchikova 1974), y confirmada recientemente por Ockerman (Södergren 1996, Kauppi 1996).
- Lysina escribió que la granularidad basófila de los eritrocitos debe tomarse como un signo temprano del efecto de las microondas en el organismo humano (Dodge 1969, p. 145).
- Bachurin (1979) encontró que la exposición crónica a $20-60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ aumentaba la frecuencia de la gripe, amigdalitis y otras enfermedades entre los trabajadores.
- Ver Drogichina (1960), Sokolov y Arievich (1960), y Dodge (1969) para una revisión de otros estudios clínicos que muestran cambios similares en los elementos de la sangre.
- Shandala et al. (1979) encontró que 2.375 MHz a $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ causaron un repentino y significativo deterioro de la función inmunológica en los conejos. Los animales expuestos 7 horas al día, durante 3 meses, no recuperaron la función inmunológica normal en los 6 meses siguientes. A 10 y $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ se estimuló la inmunidad.

Estos resultados se refinaron aún más mediante un experimento de 30 días con conejillos de indias, a 1, 5, 10 y $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Shandala y Vinogradov 1978). Todas estas intensidades aumentaron el complemento en la sangre y estimularon la fagocitosis por los neutrófilos, pero $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ tuvo el mayor efecto, y $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ el menor. Dos meses más tarde, los animales que habían sido expuestos a 10 y $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ tuvieron una respuesta deficiente a la hipoxia, y a la inyección de proteína extraña.

Estos investigadores también establecieron que a $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ la radiación promueve la autoinmunidad al alterar la estructura antigénica de los tejidos y las proteínas séricas. Esto fue confirmado por Gabovich y otros (1979).

Otros trabajos similares han sido realizados por Shutenko y otros (1981), Veyret y otros (1991), Ray y Behari (1990), Shandala y Vinogradov (1983), Chou y Guy (Lerner 1984, pág. 64) y Marino (1988). Dumanskij y Shandala (1974) observaron efectos incluso a $0,06 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Elekes y otros (1994) encontraron un aumento

de células productoras de anticuerpos en el bazo de los ratones a $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ y señalaron la relevancia de su estudio para las comunicaciones móviles.

Azúcar en sangre

De los 27 trabajadores expuestos, 7 tenían curvas planas de azúcar en sangre, 7 eran prediabéticos y 4 tenían azúcar en la orina (Bartonicek et al., resumido en Dodge 1969). Gel'fon y Sadchikova (1960), Sadchikova (1974), y Sikorski y Bielski (1996) informan sobre hallazgos similares. Klimkova-Deutschova (1974) encontró un ligero aumento del azúcar en sangre, en ayunas, en el 74% de los trabajadores.

Estos informes son consistentes con los experimentos en animales, que muestran un metabolismo de carbohidratos alterado. Dumanskij y Shandala (1974), con $0,06-10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, encontraron una disminución de la actividad mitocondrial de la citocromo oxidasa, una disminución del glucógeno en el hígado y una acumulación de ácido láctico. Esta pauta ha sido confirmada por experimentos posteriores (Dumanskij 1976, 1978, 1982 a,b) y por otros investigadores (Gabovich y otros 1979, Belokrinitskiy 1982, 1983, Shutenko y otros 1981, Dodge 1969).

Navakatikian y Tomashevskaya (1994), a $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, informan de una disminución de la insulina sérica en las ratas.

Colesterol y triglicéridos

Los microondas causaron una elevación del colesterol en la sangre en el 40,9% de los trabajadores expuestos contra el 9,5% de los controles, de acuerdo con los informes de otros investigadores.

Las beta-lipoproteínas también se elevaron. (Klimkova-Deutschova 1974).

Sadchikova y otros (1980) encontraron triglicéridos elevados en el 63,6% de los trabajadores expuestos y beta-lipoproteínas elevadas en el 50,2%. Se encontró una relación directa entre la hiperbetaipoproteinemia y la angiopatía retiniana. También se encontró colesterol y fosfolípidos elevados en los trabajadores expuestos en comparación con los controles.

Proteínas séricas

Muchos han observado cambios en las proteínas séricas en estudios clínicos. Se ha descubierto que las microondas causan un aumento de las proteínas totales de la sangre, y una disminución de la relación albúmina-globulina. Véanse Pazderova y otros (1974), Sadchikova (1974), Klimkova-Deutschova (1974), Dodge (1969), Gel'fon y Sadchikova (1960).

Drogichina (1960) escribe que **estos son signos de la influencia temprana de las microondas, antes de que sean evidentes los signos clínicos de la enfermedad.**

Otra bioquímica

Las ratas estudiadas por Gabovich (1979) tenían elevado el ácido ascórbico en su orina y en sus adrenales.

Las ratas de Dumanskij y Tomashevskaya (1982a,b) tenía elevada la urea sérica en sangre y el nitrógeno residual de la exposición a ondas de 8 mm o 3 cm a $60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. Esto reflejaba un **metabolismo proteínico alterado**. También se confirmaron los hallazgos de Gabovich sobre el alto contenido de ácido ascórbico en las glándulas suprarrenales.

8. Cataratas

A principios del decenio de **1970** el Ejército de los Estados Unidos realizó un estudio oftalmológico de los empleados de Fort Monmouth², Nueva Jersey, una instalación en la que se prueban, desarrollan y utilizan equipos electrónicos de comunicación, detección y orientación. Los trabajadores expuestos a microondas tenían sustancialmente más opacidad en el cristalino que los controles (Frey 1985).

- Huai (1979) encontró más vacuolas del cristalino en los trabajadores irradiados que en los controles. La tendencia fue evidente incluso en aquellos expuestos a menos de $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, y se hizo estadísticamente significativa a intensificaciones mayores. Se encontraron unos pocos casos de cataratas en los trabajadores de las microondas.
- Bachurin (1979) observó una mayor incidencia de puntos de turbidez del cristalino, estrechamiento de las arterias, espasmo de los vasos y comienzo de esclerosis y angiopatía de la retina. Se trataba de hombres jóvenes que trabajaban en instalaciones de televisión, radio y otras instalaciones donde la intensidad de las microondas fluctuaba entre 20 y $60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, alcanzando sólo ocasionalmente los $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Sadchikova (1974) y Sadchikova et al. (1980) observó angiopatía o esclerosis de los vasos sanguíneos de la retina en trabajadores expuestos a varios cientos de $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ en los talleres de producción de radares.
- Drogichina (1960), hace veinte años, había observado tanto angiopatía de la retina como opacidades del cristalino en trabajadores de microondas.

En 1969 Zaret estudió 736 trabajadores del radar y 559 controles, y encontró significativamente más opacidades en los cristalinos de los trabajadores del radar. El estudio de Belova de 370 trabajadores de microondas, el estudio de Majewska de 200 trabajadores de microondas, y el estudio de Janiszewski y Szymanczyk, en el Instituto de Medicina de Aviación en Varsovia, arrojaron todos resultados similares. Zydecki encontró un aumento de la frecuencia de opacidad del cristalino en 3.000 trabajadores de microondas que nunca se expusieron a intensidades térmicas, y concluyó que **las microondas envejecen prematuramente el cristalino**. Baranski y Czerski, revisando este estudio (1974), subrayan que "el tratamiento estadístico de los datos es extremadamente cuidadoso, y no deja lugar a dudas" (p. 167).

9. Órganos internos

La **glándula tiroideas** es uno de los indicadores más sensibles de la influencia de las microondas. Los experimentos con animales muestran un aumento de la actividad y/o el agrandamiento de la tiroideas a $153 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Demokidova 1973), a $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Gabovich y otros 1979, Navakatikian y Tomashevskaya 1994), y a $1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Dumanskiy y Shandala 1974). Varios estudios clínicos lo confirman (Drogichina 1960, Sadchikova 1960, Smirnova y Sadchikova 1960, Baranski 1976). Smirnova afirma que los cambios fisiológicos e incluso patológicos en la actividad de la tiroideas pueden detectarse mucho antes de cualquier manifestación clínica de lesión por microondas. En este estudio, 35 de las 50 personas que trabajaban con equipos de microondas mostraron una actividad tiroidea anormal. Drogichina informa de un aumento de la actividad tiroidea en casi todos los trabajadores de microondas examinados.

Las **glándulas suprarrenales** también son extremadamente sensibles a la radiación. En los animales irradiados durante un período de 2 meses a 2 años, las glándulas suprarrenales generalmente se agrandan, tienen un contenido alterado de ácido ascórbico, aumentan la secreción de adrenalina y glucocorticoides y disminuyen la secreción de testosterona: Chou y Guy a $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Lerner 1984), Navakatikian y Tomashevskaya (1994) a $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Gabovich y otros (1979) a $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Dumanskiy y otros (1982) a $25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Shutenko y otros (1981) a $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Dumanskij y Shandala (1974) a $0,06 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

2 Cerrada en 2011. N. del T.

Con una exposición más corta, Giarola y otros (1971) encontraron una disminución de la masa de las adrenales en los pollos a 14-24 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. En estudios clínicos, Sadchikova (1974) observaron una excreción alterada de epinefrina y norepinefrina; Kolesnik y otros observaron una disminución de la respuesta del 17-CHS en sangre a la inyección de ACTH en los 35 trabajadores examinados (Baranski y Czerski 1976); Hasik, y también Presman, observaron un aumento de la actividad de la corteza suprarrenal (Dodge 1969).

- Ray y Behari (1990) encontró una disminución significativa en el peso del bazo, riñón, cerebro y **ovario**, y un aumento en el peso de los testículos en ratas jóvenes expuestas a 7,5 GHz, 600 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, 3 horas al día durante 60 días.
- Dumanskij y Shandala (1974) encontró un aumento de ARN y ADN en el **hígado** y el **bazo**, y cambios estructurales en el hígado, el bazo, los **testículos** y el **cerebro** de ratas blancas y conejos expuestos a ondas de 3 cm y 12 cm a 0,06 a 101 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 8 a 12 horas al día durante 180 días.
- Giarola et al. (1971, 1973) reportan un agrandamiento del **bazo** y el **tímo** en ratas bebés expuestas durante 35-53 días a 880 MHz, 14 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Erin' (1979) informa de un aumento del 23-83% en la tensión de oxígeno en los tejidos renales de ratas blancas adultas expuestas a 2375 MHz, 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ durante 1-10 días.
- Belokrinitskiy (1982) observó cambios en la bioquímica y la ultraestructura del hígado, **corazón**, riñón y tejido cerebral en ratas expuestas a ondas de 12,6 cm a intensidades de 5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ y superiores por hasta 2 meses.

50 W / cm^2 , 7 horas al día, durante 10 días hizo que la producción de orina disminuyera un 15%, y 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ una vez, durante 7 horas tuvo un efecto mayor (Belokrinitskiy y Grin' 1983). **La elevación del pH de la orina, las proteínas en la orina y los cambios en la excreción de electrolitos persistieron hasta 25 días después de la exposición.** El examen del tejido renal reveló vasodilatación, descomposición endotelial, infiltraciones perivasculares y pericelulares, hemorragia, hinchazón, desepitelización parcial a lo largo de la nefrona, y otros cambios. El análisis histoquímico mostró una disminución del glucógeno celular, cambios en la concentración de ARN y ADN, y la aparición de gotas de grasa neutra. Algunos de estos cambios fueron irreversibles, incluso dos meses después de una exposición de 7 horas.

En estudios clínicos de gran envergadura, Orlova (1960) observó una **disminución del apetito, indigestión, dolor epigástrico y agrandamiento del hígado en trabajadores irradiados**, mientras que Gel'fon y Sadchikova (1960) también observaron un agrandamiento y sensibilidad del hígado en ciertos pacientes, con una **disminución de la función antitóxica del hígado en unos pocos**. Trinos (1982) observó una disminución del apetito y la indigestión, así como gastritis crónica, colecistitis y disminución de la acidez gástrica, especialmente en los trabajadores expuestos a microondas durante más de diez años. Bachurin (1979) también observó gastritis crónica y colecistitis en trabajadores expuestos ocupacionalmente a 20-100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

10. Pulmones

La **falta de aliento** ya se ha mencionado como parte de la enfermedad por radiación, y **probablemente esté relacionada con el corazón**. El estudio en curso en Skrunda también ha revelado una disminución de la función pulmonar en los niños expuestos (Levitt 1995). Y un experimento con ratas (Gabovich y otros 1979) reveló un 7,7% de disminución en el consumo de oxígeno durante una exposición de 10 semanas a 2.375 MHz, a 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Véase el análisis de la hipoxia, más adelante, en "Mecanismos".

11. La médula ósea

Kapustin y otros encontraron daño cromosómico en la médula ósea de las ratas albinas a 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, como se discutió anteriormente. El daño fue mayor trascurridas 2 semanas de la irradiación que inmediatamente después (McRee 1980).

Sadchikova (1974) encontró signos de eritropoyesis estimulada en la médula ósea de hombres jóvenes expuestos ocupacionalmente a microondas. También lo hicieron Sevast'yanova y Vilenskaya en experimentos con animales, con ondas milimétricas que penetran menos de 1 mm en el cuerpo, y no llegan a la médula ósea (Akoyev 1980).

12. Cabello y uñas

La enfermedad de la radiación también causa **pérdida de cabello y uñas quebradizas** (Dodge 1969, Inglis 1970, Huai 1979).

13. Efectos sinérgicos

- La radiación de microondas de baja intensidad aumenta los efectos de la morfina (Frey 1994).
- Modifica los efectos del Librium³ (Frey 1994).
- Incrementa los efectos del Haldol⁴ (Frey 1994).
- Contrarresta los efectos de la anfetamina (Frey 1994).
- Aumenta la toxicidad del formaldehído y del monóxido de carbono. El formaldehído y el monóxido de carbono aumentan la sensibilidad del cuerpo a las microondas (Shandala y Vinogradov 1978).
- Incrementa la toxicidad del Cardiazol⁵ (Baranski y Czerski 1976, pp. 163-4).
- Las altas temperaturas o la hipoxia aumentan la sensibilidad a las microondas (Baranski y Czerski 1976, p. 75).

14. La audición y los demás sentidos con las microondas

"La perceptibilidad de los campos de radiofrecuencia es el dato más establecido en la literatura sobre el comportamiento de tales radiaciones" (Justeson 1979, págs. 1061-2). Las microondas pulsadas pueden ser 'escuchadas' por la mayoría de los individuos como zumbidos, siseos, chirridos, estallidos o chasquidos, siempre que el pico de energía de los pulsos sea suficiente. La densidad de potencia media debe ser sólo de 2 ó 3 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. La energía del pico no está regulada en absoluto por la industria o el gobierno, e incluso la norma voluntaria "está muy por encima del umbral del efecto auditivo" (IEEE 1991, pp. 33-34).

Dado que prácticamente todas las transmisiones celulares pronto serán digitales y pulsadas, es de esperar que este tipo de molestia crónica se generalice mucho más. La sensibilidad auditiva a las microondas varía enormemente; ya ha habido informes de suicidios de personas extremadamente sensibles. Este autor se encuentra entre los que escuchan la radiación electromagnética a los niveles ambientales actuales.

La explicación actualmente aceptada para este fenómeno es que la radiación pulsada crea ondas de presión termoacústicas en el cerebro. Estas ondas de presión llegan al oído interno, donde las vibraciones se escuchan como cualquier otro sonido. Por lo tanto, la suposición de que las microondas no nos harán daño si no son lo suficientemente fuertes para 'cocinarnos' ha tomado un giro extraño. Pero más sobre eso más adelante.

Para una lectura extensa sobre el fenómeno de la audición de microondas, ver Frey (1963, 1969, 1971, 1973, 1988), Olsen (1980), Olsen y Hammer (1980), Justeson (1979), Wieske (1963), y el libro de Lin (1978).

Frey y sus colaboradores también demostraron que los animales evitan las microondas pulsadas siempre que tengan la posibilidad de hacerlo. En un experimento, las ratas pasaron sólo el 30% de su tiempo en la

3 Librium es uno de los nombres con el que se comercializa el clordiazepóxido, un agente ansiolítico derivado de las benzodiacepinas. Posee propiedades de sedación, ansiolisis y relajación muscular. N. del T.

4 Haldol es el nombre comercial del Haloperidol, un fármaco antipsicótico utilizado en el tratamiento de la esquizofrenia, y también en el tratamiento para el control motor y el control de los tics vocales en personas con el síndrome de Tourette. N. del T.

5 Cardiazol es el nombre comercial del pentilenotetrazol, un fármaco ansiogénico prototípico que fue extensamente utilizado como tratamiento para la esquizofrenia y para epilepsia durante buena parte del siglo pasado. N. del T.

mitad iluminada de su caja y el 70% de su tiempo en la mitad blindada. La frecuencia era de 1,2 GHz, la potencia media de $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ y la potencia máxima de $2,1 \text{ mW} / \text{cm}^2$ (Frey y Feld 1975, Frey, Feld y Frey 1975). Frey también demostró que los gatos evitaban las microondas (Frey 1969, Frey y Feld 1975).

A intensidades relativamente altas, a 10 y 16 GHz, Tanner y otros (1966, 1967, 1970) encontraron que los pollos, palomas y gaviotas mostraron gran angustia y se desplomaron en pocos segundos. Intrigados por el hecho de que las aves reaccionaban de esta manera cuando eran irradiadas desde arriba y no desde abajo, y por el hecho de que las gallinas desplumadas no mostraban tal angustia, estos autores postularon que las plumas sirven como antenas dieléctricas en la región de las microondas. Posteriormente diseñaron experimentos que demostraron que las plumas de los pájaros en realidad constituyen finas antenas receptoras para las ondas de 10 GHz (Bigu Del Blanco y otros, 1973).

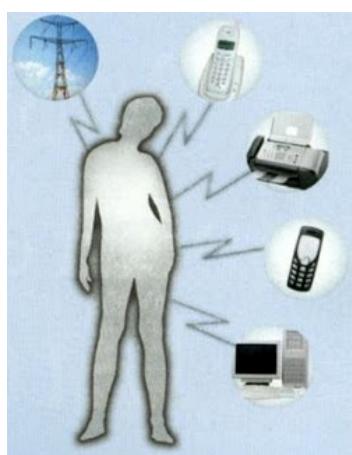


Fotografía aparecida en heraldo.es

Este trabajo tiene serias implicaciones, porque prácticamente todos los radares, antenas de televisión y de radio, y transmisores de comunicación inalámbrica, están apuntados sobre el horizonte donde vuelan las aves. La densidad de microondas aumenta con la altura, y debe causar un enorme sufrimiento. Ha habido muchos informes anecdotáticos de aves que abandonan la zona después de que una torre celular entra en funcionamiento (Hawk 1996).

Por último, en un estudio sobre los osos hormigueros, Kholodov informa que perdieron su capacidad de "informar" a otros osos hormigueros sobre una fuente de alimentos durante la irradiación de microondas y, además, que orientaron sus hocicos a lo largo de un eje determinado durante la irradiación. No se indicaron los niveles de potencia (Inglis 1970).

15. La sensibilidad eléctrica (SE)



La sensibilidad eléctrica es un nuevo nombre para la enfermedad por radiación, llamada así porque muchos enfermos se dan cuenta de que los campos electromagnéticos los enferman y experimentan síntomas inmediatamente después de la exposición. Para muchos, incluyendo a este autor, es como desarrollar un nuevo sentido. La sensibilidad puede desarrollarse ante cualquier tipo de radiación, incluyendo la de las líneas eléctricas, microondas, rayos X y radiactividad. La sociedad moderna puede llegar a ser no tolerable, e incluso la luz solar ordinaria puede causar enfermedades. El grado y el alcance de la sensibilización dependen tanto de la fuente de la lesión como de la susceptibilidad del individuo. Baranski y Czerski (1976) escriben,

"En ciertos casos se encuentran síndromes de alteraciones neurológicas (sin lesiones orgánicas) y signos de neurosis, acompañados de una función bioeléctrica del cerebro mal expresada, en trabajadores de microondas después de largos períodos de exposición. Estos pacientes pueden quedar incapacitados para seguir trabajando e incluso para la vida cotidiana normal" (p. 164).

- En un estudio clínico doble ciego controlado, Rea y otros (1991) demostraron que los pacientes eléctricamente sensibles podían percibir la radiación de bajo nivel. Estos investigadores utilizaron campos magnéticos de 0,1 Hz a 5 MHz con una intensidad de campo de 70-2900 nT.

- Ockerman comparó a 16 pacientes eléctricamente sensibles con 10 voluntarios sanos, y demostró claras diferencias en los glóbulos rojos y blancos y en la orina, así como daño en los cromosomas, en el grupo con lesiones eléctricas (Kauppi 1996, Södergren 1996).
- Johansson y Liu (1984) encontró cambios específicos en la piel de pacientes eléctricamente sensibles: números notablemente altos de células dendríticas inmunorreactivas de somatostatina y mastocitos positivos de histamina.
- Huai (1981) escribe que "esos síndromes no son fáciles de recuperar" (p. 636).

Se ha estimado, a partir de datos limitados de encuestas, que el 2% de la población es susceptible de volverse eléctricamente sensible (Firstenberg 1996). Esta estimación proviene en parte de las estadísticas médicas sobre la porfiria, que prevalece en los heridos por electricidad (véase más abajo). De acuerdo con esta cifra, Sadchikova (1960) informó que 11 de 525 personas, es decir, alrededor del 2%, tuvieron que dejar de trabajar en condiciones de influencia de microondas.

Una estimación más alta del 15% proviene de una encuesta de 731 empleados en 5 lugares de trabajo suecos (Knave 1992). La fuente de radiación aquí son los terminales de visualización de vídeo. La cifra del 15% también recibe el apoyo de investigaciones anteriores. Sadchikova (1960) informó que la enfermedad por radiación había surgido después de 3 años de trabajo en el 15% de los empleados, y en trabajos posteriores (1974) el mismo autor escribe que su frecuencia "no superaba el 15%". Klimkova-Deutschova (1974) encontró actividad sincronizada en el electroencefalograma en el 14,3% de los trabajadores de una estación transmisora de radio.

A partir de los datos anteriores es posible suponer que el 15% de las personas expuestas a la radiación de microondas desarrollan síntomas evidentes, y que en el 2% los cambios se vuelven irreversibles.

En experimentos clínicos controlados, Leitgeb (1994) descubrió que el 2,3% de una población aleatoria en Graz, Austria, era hipersensible a las corrientes eléctricas, y Szuba y Szmigelski (1994) descubrieron que 2 de 71 voluntarios sanos eran hipersensibles a la radiación de las líneas eléctricas, como lo demuestra un marcado retraso en el tiempo de reacción auditiva y visual. Hanson (1995) encontró hipersensibilidad electromagnética en 12 de 519 pacientes dentales, nuevamente una tasa del 2,3%. En 1981 Cabanes y Gary encontraron que 3 de 75 voluntarios varones sanos eran capaces de percibir exposiciones extremadamente bajas a la radiación de la línea eléctrica (revisado por Szuba y Szmigelski).

Hay modelos animales para la SE. Salford y otros (1993), al probar la carcinogenicidad de las microondas en ratas (915 MHz, tasa de absorción específica de 0,0077-1,67 W / kg), señalaron que "para algunas frecuencias de modulación, el tamaño medio del tumor en los animales expuestos excede en gran medida el tamaño medio en los controles ... Esto podría indicar que en los pocos animales que, por alguna razón, son sensibles a la exposición, el crecimiento del tumor se estimula fuertemente" (pág. 317).

Frey (1988) descubrió que vivir en un campo electromagnético aumentaba la *emocionalidad en los animales de prueba*, y que "algunos animales eran particularmente sensibles a la exposición a tales campos" (p. 802). También encontró, en otros experimentos, que las respuestas a la radiación de radiofrecuencia se distribuían bimodalmente, llamando de nuevo "la atención sobre la importancia de las diferencias individuales de sensibilidad cuando se utiliza radiación de radiofrecuencia de baja intensidad". (p. 804).

La sensibilización de los animales también ha quedado demostrada. Shandala et al. (1979), en un experimento de exposición crónica en ratas y conejos (2375 MHz, 10, 50 y 500 μ W/cm²), encontró un umbral sustancialmente menor de sensibilidad de la piel a la estimulación eléctrica, y una disminución del "umbral de irradiación electrónica".

16. Diagnosticando la SE: guía para médicos

Los estudios clínicos revisados en este folleto informan de los siguientes *signos tempranos* de lesión por radiación:

1. Cambio en la sensibilidad olfativa, que (si es baja) una sola dosis de cafeína puede restaurar a la normalidad
2. Aumento de la actividad de la tiroides y / o el aumento de la glándula tiroides.
3. Aumento de la proteína del suero y la globulina, y disminución de la relación albúmina/globulina.
4. Histamina elevada en la sangre.
5. Una reacción vascular cutánea debilitada a la histamina.
6. Granularidad basófila de los eritrocitos
7. Disminución de la resistencia osmótica y ácida de los eritrocitos
8. Leucopenia y trombocitopenia leves
9. Inmunoglobulinas en el límite inferior de lo normal
10. Bradicardia y/o hipotensión
11. Alargamiento de la conducción intraauricular e intraventricular del corazón en el electrocardiograma, también una disminución de la amplitud de las ondas R y T, que puede aparecer sólo con el estrés físico.
12. La actividad subclínica en el EEG; la aparición de ondas puntuales sincronizadas de gran amplitud y el aumento de las ondas lentas (delta y theta). Estos cambios pueden aparecer sólo después de la activación por hiperventilación.
13. En el examen neurológico: temblores de los párpados y las manos, aumento de los reflejos de los tendones, y disminución de los reflejos abdominales
14. Anomalías en la curva de azúcar en la sangre y un ligero aumento del azúcar en la sangre en ayunas.
15. Aumento del colesterol y de la beta-lipoproteína
16. Aumento o disminución del ácido láctico sérico
17. Acrocanosis

Södergren (1996) en su próximo estudio se espera que informe sobre cambios específicos en la orina, así como en los glóbulos rojos y blancos.

En vista de la hipoxia metabólica esperada (véase más abajo), también se podrían buscar cambios en el contenido de oxígeno y en el pH de la sangre.

También se han observado valores bajos de cobre en los glóbulos rojos en pacientes con sensibilidad eléctrica, de acuerdo con la esperada redistribución de los metales en el cuerpo (véase más adelante).

Kowalski e Indulski (1990) examinan las pruebas psicológicas que detectan los trastornos tempranos de los sistemas nerviosos central y periférico por exposición a la radiación electromagnética.

El conjunto completo de signos y síntomas clínicos se enumera anteriormente, en la sección sobre la enfermedad por radiación. Ahora tenemos además las experiencias reportadas de un gran número de personas que viven cerca de antenas celulares digitales y PCS⁶. He preparado la siguiente lista de signos y síntomas para ayudar a los médicos a diagnosticar la enfermedad por radiación de microondas en la población general. Algunos pacientes pueden presentar muchos de estos síntomas; otros sólo unos pocos.

En el examen físico, buscar:

- Erupciones en la piel.
- El agrandamiento o la sensibilidad de la tiroides
- Frecuencia cardíaca más alta de lo habitual
- Presión sanguínea más alta de lo normal

⁶ Servicio de Comunicaciones Personales o PCS es el nombre de la frecuencia de 1900 MHz de banda de radio digital utilizada para servicios de telefonía móvil en Canadá, México y los Estados Unidos.

- Falta de aliento (puede "parecer" un ataque de ansiedad).
- Sibilancias
- Los pulmones no están limpios
- Aumento de los límites del corazón
- Sensibilidad del hígado
- Sensibilidad abdominal
- Hipersensibilidad general de la piel
- Cualquier elevación de la temperatura corporal
- Dolor y drenaje de los senos nasales
- Deterioro de los dientes / dolor en los dientes con empastes metálicos
- Acrocirosis (coloración azulada y frío en dedos de manos y pies)

Examen neurológico:

- Temblores, especialmente de los párpados y las manos
- Cambio en la agudeza visual
- Disminución de la sensibilidad a los olores
- Disminución de la sensibilidad al pinchazo en las manos o los pies
- Aumento de la sensibilidad a la vibración
- Aumento de los reflejos tendinosos de las extremidades superiores o inferiores
- Disminución de los reflejos abdominales
- Debilidad muscular general
- Anisocoria⁷

Examen mental:

- Nerviosismo
- Fatiga
- Deterioro de la memoria a corto o largo plazo
- Paranoia (en la enfermedad avanzada)

Historial del paciente

- Problemas oculares recientes, especialmente la presión detrás de los ojos, pero también motas móviles, dificultad para enfocar, deterioro de la visión, dolores oculares, etc.
- Problemas dentales repentinos, especialmente empastes rotos
- Sequedad de los labios, boca, piel u ojos
- Labios hinchados
- Hinchazón o dolor de garganta
- Sinusitis
- Bronquitis
- Dolores de cabeza
- Dolores de oído
- "Ardor" en cualquier parte del cuerpo: pecho, ojos, oídos, testículos, etc.
- Presión o dolor en el pecho
- Insomnio
- Mareos
- Náuseas
- Pérdida de apetito
- Malestar pélvico/dolor en los testículos o los ovarios
- Parestesias
- Espasmos musculares
- Dolor en las plantas de los pies. Dolor en las piernas.

⁷ **Anisocoria:** asimetría del tamaño de las pupilas, debido a un diferente estado de dilatación de dicha estructura, sea por una miosis (contracción pupilar) o una midriasis (dilatación pupilar) anormal y unilateral. N. del T.

- Dolores musculares, articulares o abdominales, especialmente los dolores que se desplazan por el cuerpo
- "Corrientes eléctricas" en cualquier parte del cuerpo
- Sudoración
- Erupción sistémica con picor
- Hemorragias nasales espontáneas
- Orinar con frecuencia
- Antojo de carbohidratos

Pruebas de laboratorio:

- Curva anormal de azúcar en la sangre
- Histamina en sangre elevada
- La proteína sérica elevada y la globulina
- Reducción de la relación albúmina/globulina
- Aumento del colesterol y la beta-lipoproteína
- Leucopenia leve o trombocitopenia. O cualquier cambio en los leucocitos (aumento o disminución) o inmunoglobulinas, o subclases de IGG anormales
- Signos de autoinmunidad
- Alteración del ácido láctico sérico
- Alteración del contenido de oxígeno o del pH de la sangre Aumento del cobre o el zinc en la orina
- Disminución del cobre de los glóbulos rojos
- Cambio en la apariencia de los glóbulos rojos (formación de rulo)
- Aumento de la actividad de la tiroides
- Aumento de la actividad suprarrenal
- EKG
- Alargamiento de la conducción intraauricular e intraventricular.
- Disminución de la amplitud de los dientes R y T.
- Cualquier arritmia.
- EEG
- Actividad convulsiva.
- Excitación anormal.

17. Mecanismos de lesión

Lesión craneal cerrada o con rotura

Por último, la cuestión de los efectos "térmicos" frente a los "no térmicos" debe abordarse ahora, aunque a regañadientes. Los representantes de la industria han argumentado que 'todos los efectos de las microondas sobre la salud se deben únicamente al calentamiento excesivo del cuerpo'. Se trata de los mismos científicos que nunca realizan experimentos a bajos niveles de potencia, porque no esperan encontrar ningún efecto, y son los mismos científicos que desestiman todos los efectos que encuentran a altos niveles de potencia como debidos al calentamiento. Dado que la financiación de la investigación está en gran medida controlada por estos mismos científicos (véase especialmente Frey 1982 para una excelente exposición de la situación), están llevando a cabo una buena estafa. Sin embargo, como puede verse en el examen de los estudios de este informe, hay muchas buenas y consistentes pruebas de investigadores más objetivos, que exponen de una vez por todas la ficción que estos científicos tratan de mantener.

Aunque sus conclusiones fueran ciertas, sin embargo, su razonamiento se me escapa. ¿Deja de existir un peligro para la salud simplemente porque se lo etiquete como "térmico"? "No te preocupes", parecen estar tratando de decírnos, "después de todo, ¡estas microondas sólo te cocinan a ti!"

Pero veamos la física de la situación. Las microondas producen calor en los alimentos y en los organismos vivos mediante la vibración de iones y moléculas polares, como el agua, cientos de millones de veces por segundo. Las moléculas se alinean con el campo electromagnético de rápida alternancia, y la fricción de las vibraciones produce calor. Así que, en realidad, [las microondas tienen principalmente una interacción electromagnética directa con nuestras moléculas. El calentamiento es sólo un efecto secundario.](#)

Sin embargo, es un efecto secundario **importante**, mucho más importante de lo que han admitido esos científicos. Se sabe que las microondas de intensidad extremadamente baja causan ondas de presión termoacústicas en la cabeza, incluido el cerebro, provocando el fenómeno de la audición de microondas (véase más arriba). Esto puede causar una lesión por esfuerzo de cizallamiento en el cerebro, lo que provoca un desgarro axonal, y una degeneración neuronal, similar a lo que ocurre en la commoción cerebral como consecuencia de una lesión traumática. Frey (1988) observa la similitud entre los síntomas de la enfermedad por radiación/sensibilidad eléctrica, y los síntomas del traumatismo craneal cerrado o el síndrome posconcurso: [disminución de la capacidad de atención, deterioro del procesamiento de información compleja, perturbación de la memoria, aumento de la labilidad emocional, irritabilidad, ansiedad y depresión.](#) Las referencias a los libros de texto de medicina revelan otras similitudes, como el dolor de cabeza, los mareos, la fotofobia, la dificultad respiratoria, la bradicardia, el cambio en la presión sanguínea, las arritmias cardíacas, la asimetría de las pupilas, la alteración del metabolismo de la glucosa y el aumento de la demanda calórica, todos los cuales se han observado en la enfermedad por radiación/sensibilidad eléctrica. Frey comenta,

"Resulta irónico que sea tal el efecto de cizallamiento en el cerebro que los ingenieros que se ocupan de los peligros asumían implícitamente, cuando trataban de explicar el efecto auditivo de la radiofrecuencia, que no era una indicación de peligro. Nunca se dieron cuenta de que la tensión de cizallamiento, debida a la expansión termoacústica en el tejido cerebral, dañaría por sí misma el cerebro" (p. 800).

Daños similares, por el mismo mecanismo, podrían ser también responsables de los efectos en otros órganos. Pienso particularmente en los testículos, que por su ubicación y tamaño absorben mucha más radiación de microondas que otros órganos (Copson 1962). [El Dr. John Holt, por ejemplo, especula sobre la conexión entre la radiación electromagnética y la disminución mundial del recuento de esperma humano, así como la reciente disminución y extinción mundial de tantas especies de anfibios](#) (comunicación personal).

La barrera hematoencefálica y otras barreras

A este respecto, las commociones cerebrales se han estudiado experimentalmente en animales mediante la creación de *pulsos de presión* inducidos por la introducción de un pequeño volumen de fluido fuera de las membranas del cerebro, a través de un agujero en el cráneo. Se descubrió que estas ondas de presión de baja magnitud aumentaban la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (Rinder y Olsson, descritos en in Oscar y Hawkins 1977).

Se ha confirmado que las microondas de baja potencia también alteran la barrera hematoencefálica. También se comprobó que las ratas de Frey que habían evitado la exposición a las microondas habían aumentado la permeabilidad de sustancias extrañas en su cerebro. Esto ocurrió después de la irradiación, tanto por ondas pulsadas, a $200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, como por ondas continuas, a $2,4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Oscar y Hawkins (1977) verificaron el trabajo de Frey y lo llevaron más lejos, demostrando una mayor captación incluso de moléculas muy grandes como el dextrano, y observando un efecto de hasta $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ para las ondas pulsadas y de $300 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ para las ondas continuas. De hecho, se observó una respuesta bifásica: la captación de manitol en el cerebro aumentó hasta un nivel de potencia de $1 \text{mW}/\text{cm}^2$, y luego disminuyó a mayores intensidades. Un patrón bifásico similar ha sido observado por Bawin y Adey para el [flujo de calcio del cerebro](#), y por Balcer-Kubiczek (1994) para el cáncer por radiación ionizante. Es precisamente ese patrón bifásico el que ha hecho que los experimentos realizados a los llamados niveles de

exposición "térmicos" se interpreten erróneamente como contradictorios con los resultados de los experimentos realizados a niveles de potencia "no térmicos".

A menudo la interpretación errónea resulta de la simple *falta de análisis* de los datos. Así, Merritt y otros informaron sobre su estudio, pretendiendo no mostrar ninguna alteración de la permeabilidad de la barrera por las microondas. "Pero un análisis estadístico de los datos presentados en su documento, realizado por varios científicos, mostró que, de hecho, sus datos apoyaban la conclusión opuesta, y proporcionaban una confirmación de los hallazgos de Frey et al." (Frey 1988, p. 808).

La integridad de otras barreras también se ve comprometida por las microondas. En un experimento con la barrera hemato-vítreo (Frey 1988) se demostró que una exposición de 25 minutos, a densidades de potencia de $75 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, aumentaba la captación de la fluorescencia de sodio en el colorante, en el humor vítreo del ojo. A este respecto, [los trabajos de Neelakantaswamy y Ramakrishnan indican que la radiación de radiofrecuencia puede inducir momentos de flexión y tensiones en el tejido ocular, lo que puede explicar la formación de cataratas. Este es el mismo mecanismo que puede causar una lesión por tensión de cizallamiento en el cerebro](#) (véase más arriba).

Puede esperarse un compromiso similar de la barrera placentaria (Frey 1988), pero aún no se han realizado experimentos en esta área, a bajas densidades de potencia.

El flujo del calcio

Como otra forma de medir la respuesta neurológica, se ha descubierto que [el flujo de iones de calcio del tejido cerebral es exquisitamente sensible a la irradiación con ondas de radiofrecuencia](#). Este trabajo ha sido realizado por Bawin y otros (1970), Blackman y otros (1980, 1986), Dutta y otros (1986) y Kunjilwar y Behari (1993), entre otros. Véase Frey (1988) para una reseña.

En el estudio más sensible hasta la fecha, Dutta y otros, en el Centro de Investigación del Cáncer de la Universidad Howard, observaron picos en el flujo de calcio de las células de neuroblastoma humano, a una tasa de absorción específica (TAE) de 1 y 2 mW / g, y también a .05, .0028, .001, .0007, y .0005 mW / g, con algún efecto hasta .0001 mW / g. La frecuencia fue de 915 MHz. Esto fue obviamente un fenómeno de resonancia que no dependía linealmente de la dosis. Se observaron picos en el flujo y la afluencia de calcio, en combinaciones muy específicas de frecuencia de modulación, profundidad de modulación, densidad de potencia y tiempo de exposición. Por ejemplo, una exposición de 30 minutos, al 80% de modulación de amplitud de profundidad de 16Hz, causó un flujo que no volvió a los niveles normales durante al menos 20 minutos después de terminada la exposición. El efecto a 0,0007 mW / g de SAR fue el cuádruple del efecto a 2,0 mW / g, es decir, una intensidad 3.000 veces mayor tuvo un efecto 4 veces menor en estas condiciones particulares.

Blackman (1986) observó también que al variar la dirección o intensidad del campo geomagnético local, los resultados cambiaban completamente. Por lo tanto,

1. "una descripción completa de las condiciones de exposición electromagnética debe incluir medidas de la frecuencia e intensidad del campo electromagnético, así como de la dirección e intensidad del campo geomagnético local; y
2. "la compleja interacción entre la frecuencia, la intensidad y el campo geomagnético local indica que el mecanismo subyacente no tiene una base térmica" (p. 44).

En otras palabras,

1. El funcionamiento de un organismo vivo está guiado por el estado de su entorno;
2. La percepción de su entorno es de naturaleza electromagnética.
3. Tanto la percepción como el funcionamiento son fácilmente alterados por señales electromagnéticas externas que, como hemos visto, son unos mil millones de veces más poderosas que las que existen naturalmente.

Hipoxia

Un tema habitual en todos los estudios con animales, sobre la influencia de las microondas, es una grave alteración en el metabolismo de los carbohidratos. En particular, las microondas inhiben la actividad de la citocromo oxidasa en las mitocondrias del cerebro y el hígado. El resultado es una ruptura de la fosforilación oxidativa, una intensificación compensatoria de la glicólisis, y una acumulación de ácido láctico en los tejidos. El hígado se agota de glucógeno, la curva de azúcar en la sangre se ve afectada, y se eleva la glucosa en la sangre en ayunas. El paciente anhela los carbohidratos, y las células se vuelven hambrientas de oxígeno.

Cabe señalar que la hipoxia es también un *efecto secundario común* de la lesión craneal cerrada, y que la respuesta cardíaca primaria a la hipoxia es una bradicardia refleja. La hipoxia también causa desmielinización en el sistema nervioso. La falta de oxígeno puede ser la causa de muchos de los síntomas de la enfermedad por radiación, incluyendo fatiga, debilidad, dolor de cabeza, incapacidad para pensar, acrocirosis, dolor muscular y, por supuesto, falta de aliento.

Possiblemente se pueda obtener una visión adicional de las lesiones eléctricas al estudiar las miopatías mitocondriales.

Metales pesados

Se sabe que la irradiación crónica por microondas causa una *redistribución sustancial de los metales en el cuerpo*, con la consiguiente alteración de la actividad de las metalo-proteínas y las metalo-enzimas. Por ejemplo, se ha observado un aumento de la actividad de la ceruloplasmina (una globulina que contiene cobre) y una disminución del contenido de hierro de la transferina en el suero sanguíneo (Dumanski y otros, 1982 a,b). La menor actividad de la citocromo oxidasa, una hemoproteína que contiene cobre, mencionada anteriormente, también puede ser pertinente.

Shutenko y otros (1981) hicieron un estudio detallado del efecto de las ondas de radio en los metales del cuerpo, utilizando 90 ratas blancas, jóvenes y maduras, y un generador de ondas de 2375 MHz (12,6 cm). Las intensidades de 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ y 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ fueron ambas efectivas en la redistribución de los metales. Los animales fueron expuestos dos horas al día, durante un período de 10 semanas.

Hubo un aumento en el contenido de **cobre** de los pulmones, el cerebro, el miocardio y los músculos esqueléticos, y una disminución en el hígado y los riñones. Hubo un aumento del contenido de **hierro** en los riñones, los pulmones, el miocardio y el hígado, y una disminución en el bazo, el cerebro, los músculos esqueléticos, los huesos, la piel y la sangre. El contenido de **manganoso** aumentó en el hígado, bazo, piel y riñones, disminuyendo en el miocardio, huesos y sangre de los animales jóvenes, y se elevó en la sangre de los maduros. El contenido de **molibdeno** se redujo en el hígado, cerebro y miocardio, y se elevó en la sangre de los animales jóvenes. La mayoría de estos cambios fueron importantes, por ejemplo, el cobre se duplicó en el cerebro y disminuyó más de la mitad en el hígado a 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$; el contenido de hierro se duplicó en el miocardio de los animales jóvenes a 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Porfiria

En este contexto, cabe mencionar la porfiria, porque es una enfermedad en la que los metales no son manipulados normalmente por el cuerpo, y evidentemente está presente en muchos casos de sensibilidad eléctrica (Crumpler 1996, Firstenberg 1996, Hanson 1996, Kauppi 1996).

La porfiria se manifiesta con una amplia variedad de signos y síntomas neurológicos, que recuerdan a los descritos para la sensibilidad eléctrica/enfermedad por radiación. Es causada por una disminución en la actividad de una o más enzimas involucradas en la síntesis de hemo a partir de las porfirinas, y puede estar asociada con una deficiencia de hemo en los tejidos afectados. Esto es coherente con la disminución de la

actividad de la citocromo oxidasa, una hemoproteína que contiene cobre, observada en la exposición a microondas como se ha señalado anteriormente.

Es posible que el 2% de la población portadora del rasgo genético de ciertos tipos de porfiria esté predispuesta a volverse eléctricamente sensible si se lesioná por radiación electromagnética. Hay que investigar mucho en esta área.

Interacciones moleculares

Como se ha señalado anteriormente, el calentamiento por microondas es sólo un efecto secundario de la vibración de las moléculas e iones por el campo electromagnético alterno. La influencia primaria de las ondas es sobre la movilidad de los iones y el movimiento, la orientación, la polarización y la configuración de las grandes moléculas (Gabovich y otros, 1979).

Muth en 1927 fue el primero en observar la formación de cadenas de partículas de grasa emulsionadas en campos electromagnéticos de 20 kHz a 2 MHz. Este es ahora un fenómeno bien conocido, y se denomina el efecto de la cadena de perlas. Ocurre en todas las frecuencias de microondas, y fue captado en película por Liebesny y Pace en 1937, utilizando suspensiones de leche, sangre y levadura (Krasny-Ergen 1940, Liebesny 1938). Herrick, en la Clínica Mayo, lo observó en la linfa (1958). Teixeira-Pinto y otros demostraron la formación de cadenas en limaduras de hierro, partículas de almidón, partículas de carbono coloidal, leche homogeneizada, suspensiones de aceite en agua y esferas de poliestireno coloidal, e incluso obligaron a los organismos unicelulares a alinearse en un campo pulsátil de aproximadamente 25 mW/cm². Encontraron que cada tipo de partícula tiene frecuencias particulares en las que el efecto se produce a un voltaje mínimo (Teixeira-Pinto 1960).

En la bibliografía reciente he visto numerosas afirmaciones en el sentido de que el efecto de cadena de perlas no puede ocurrir a intensidades no térmicas, pero hasta donde puedo decir estas afirmaciones no están basadas en ningún experimento real, y van en contra del hecho de que la agitación térmica romperá las cadenas de perlas (Herrick 1958, Copson 1962). Ya en la década de 1930 Krasny-Ergen demostró que la intensidad de campo mínima para la formación de cadenas de perlas, en el caso de los glóbulos rojos, es del orden de magnitud de 0.1 V/cm (Krasny-Ergen 1940, p. 364). Esto equivale a una densidad de potencia de sólo unos 26 μ W/cm², eminentemente "no térmica", y considerablemente inferior a las actuales directrices de seguridad. **Y para que nadie piense que esto 'no es un peligro', hay que considerar lo que debe hacer con la viscosidad de la sangre y el funcionamiento de los glóbulos rojos y blancos para forzarlos a alinearse en cadenas.**

En 1938 Liebesny escribió: "Aunque no voy a afirmar, sobre la base de las investigaciones mencionadas, que los efectos no térmicos del campo de ondas ultracortas están plenamente explicados, me atrevo a expresar la esperanza de que los autores que ahora opinan que las corrientes de alta frecuencia en general, y las ondas cortas en particular, sólo pueden ser biológicamente eficaces por medio de sus efectos caloríficos, modifiquen su conclusión" (Liebesny 1938, p. 738). Confío en que seis decenios más de investigación, como se examina aquí, lleven por fin a descartar ese argumento absurdo y sin sentido.

El efecto de la cadena de perlas tiene un umbral de potencia definido. Otros efectos directos de la energía electromagnética no lo tienen, o si lo hay, el umbral es enormemente más bajo. **Los efectos directos sobre los iones de calcio, potasio, sodio y cloruro, y sobre las moléculas de proteínas y lípidos alteran la permeabilidad de las membranas celulares y el funcionamiento de las enzimas.** Frey (1992) proporciona una excelente revisión de los resultados, tanto teóricos como experimentales, en esta área, al igual que French (1996). Gordon y otros (1974) mencionan la absorción por resonancia molecular, al igual que Gabovich y otros (1979) e Inglis (1970). Tofani y otros (1986) señalan que **un sistema biológico puede almacenar energía de las vibraciones eléctricas y que, por lo tanto, los efectos son acumulativos.**

Arber (1986) informa de un cambio en la conductancia del potasio y la permeabilidad del agua a través de las membranas de las células musculares, cuando se exponen a 500 μ W/cm², 2,88 GHz, y revisa trabajos similares de otros investigadores. Mickey (1963) afirma que **las proteínas pueden cambiar su conformación,**

e incluso desnaturalizarse, bajo la influencia de intensidades no térmicas de radiación pulsada, siempre que la potencia máxima sea alta y la potencia media baja.

Akoyev (1980) hace un buen repaso de los fenómenos moleculares e iónicos, y también menciona la alteración del agua enlazada. La importancia del agua como mediadora de la influencia de las microondas puede ser ampliamente subestimada, como lo demuestran un par de experimentos realizados recientemente (Geletyuk y otros 1995 y Fesenko y otros 1995). Estos investigadores descubrieron que la conductancia del canal de potasio en las membranas de las células renales cultivadas se alteraba por la exposición a las ondas de 42,25 GHz a 100 1 1 . W / 2 durante 20 minutos. Luego repitieron el experimento, pero en lugar de irradiar las células, irradiaron sólo la solución tampón, luego colocaron las células y obtuvieron los mismos resultados. Descubrieron que la solución retenía la memoria de la irradiación por lo menos de 10 a 20 minutos.

Thomas y otros han dado un paso más, y han demostrado que una señal química (TPA) sólo puede transmitirse por radiación electromagnética a los neutrófilos humanos para alterar el metabolismo del oxígeno. "Esto proporciona pruebas de que las señales moleculares son de naturaleza electromagnética, y son capaces de ser transmitidas por medios puramente físicos" (Francés 1996, p. 8).

De hecho, Fraser y Frey (1968) han demostrado que, cuando son estimuladas, las propias neuronas vivas emiten una radiación de longitud de onda de micrones. En su experimento, el nervio sensorial desmielinizado de la pata del cangrejo azul emitió 3×10^{-8} W desde una superficie nerviosa de $0,5 \text{ mm}^2$ (para una densidad de potencia de $6 \text{ } \mu\text{W/cm}^2$). La capacidad de las ondas electromagnéticas para transportar señales significativas (como las conversaciones telefónicas) depende de una propiedad que no hemos discutido hasta ahora: a diferencia de la radiación ionizante, la radiación no ionizante tiene la propiedad de la coherencia.

El Prof. Charles Susskind testificó ante el Congreso que es esta propiedad la que probablemente sea responsable de muchos de sus efectos (Susskind 1968). Esto es comprensible, porque los láseres, que son coherentes, son mucho más peligrosos que la luz ordinaria, que no lo es. Y también es comprensible si pensamos en la interrupción de las señales coherentes que pueden ser utilizadas para la comunicación entre células por los propios organismos vivos.

La física del estado sólido

Lo que nos lleva de vuelta a algo que Allan Frey dijo en 1971: "Tenemos un problema con la suposición de que existe una buena comprensión de la función del sistema nervioso. Porque esta suposición es errónea" (Frey 1971, p. 159). Como él, y Becker (1985), y Szent-Gyorgyi (1969), y Wei (1966), y Cope, y Batteau, y Augenstein han señalado todos ellos que una comprensión exacta de cómo funciona el sistema nervioso tendrá que venir de la aplicación de los principios de la física del estado sólido, y no solo de la química de soluciones. Y después de que se abra esa puerta debe venir la comprensión de que los sistemas biológicos están al menos tan exquisitamente sintonizados, y son tan sensibles al mundo electromagnético que nos rodea, como cualquier dispositivo manufacturado.

Para una completa revisión de este tema, ver Frey (1971, 1988).

18. Conclusión

Los efectos revisados en este estudio de la documentación se aplican a todas las frecuencias de las ondas de radio y las microondas, pero:

- Las ondas centimétricas son las más letales para los animales de experimentación (Inglis 1970)
- El máximo calentamiento interno de la cabeza humana se produce a 915 MHz (Johnson y Guy 1972)
- Los máximos potenciales inducidos transmembrana ocurren en la banda de UHF (Frey 1988)
- Los síntomas se reportan más a menudo por la exposición en la banda de onda de centímetros, y en campos pulsados (Klimkova-Deutschova 1974)

- Los trabajadores de microondas tienen una mayor incidencia de síntomas cardíacos que los trabajadores de radiofrecuencia (Huai 1979)
- Los animales jóvenes son más sensibles a las microondas que los animales maduros (Shutenko et al. 1981)
- Se espera que los niños absorban más energía de microondas que los adultos (Baranski 1976)

En resumen, [los sistemas de ondas pulsadas de teléfonos celulares \(806-947 MHz\), de transmisión de datos \(unos 900 MHz\) y de PCS \(1,8-2,0 GHz\) que proliferan actualmente, según las mejores pruebas, están emitiendo precisamente en el rango de frecuencias que se garantiza que nos perjudicará más, y tendrán el mayor impacto en nuestros hijos](#). Los animales, salvajes y domésticos, no estarán exentos. Los animales voladores y los animales nadadores, como veremos, serán los que más sufran.

Más de un científico ha constatado que los efectos de las microondas son "cualitativamente similares a los de las radiaciones ionizantes" (Goldsmith 1995, p. 47). De hecho, el Dr. Charles Susskind de la Universidad de California, Berkeley, en su testimonio ante el Comité de Comercio del Senado, en 1968, predijo: "Aunque las radiaciones ionizantes parecen ser un peligro mayor, no me sorprendería en lo más mínimo que las radiaciones no ionizantes acabaran siendo un problema mayor y más molesto" (Susskind 1968, pág. 720).

Letavet y Gordon dijeron en 1960, "Es indiscutible que se ha demostrado la acción nociva del UHF en el organismo humano, si la intensidad de la emisión excede los niveles definidos." (p. iv).

Bigu Del Blanco dijo de nuevo en 1973: "La interacción de la radiación de radiofrecuencia con los sistemas biológicos ha sido ampliamente estudiada y establecida sin lugar a dudas (especialmente en la región de las microondas)" (pág. 54). Lerner lo dijo de nuevo en 1984: "Una creciente masa de pruebas ha puesto prácticamente fin a ese debate. Pocos cuestionan ahora que existen algunos de esos efectos de campo débil" (pág. 57). Marino lo dijo de nuevo en 1988: "Está claro para todos los investigadores responsables que las EMF pueden afectar a la fisiología" (p. 993).

A finales de los años noventa ya es hora de reconocer que el juicio ya está en marcha, que lo está hace tiempo y que hay que detener la actual proliferación de la tecnología inalámbrica antes de que nos haga a todos un daño irreparable.

Veamos ahora brevemente algunos de los demás impactos que la revolución inalámbrica está teniendo en nuestra atmósfera, nuestro clima y nuestra biosfera, en su conjunto.

Las especies en peligro de extinción

Las pruebas de Skrunda demuestran que microondas considerablemente menos potentes que las de la torre celular promedio no sólo dañan a los seres humanos, sino también a la vida vegetal y animal. En Skrunda hemos visto efectos en los árboles que son similares a los recientes síntomas de muerte en los bosques de todo el mundo, y debemos concluir que la lluvia ácida puede no ser el principal culpable. También hemos visto pruebas de daños cromosómicos en vacas, lo que verifica considerables pruebas anecdotásicas de grandes cantidades de tumores y deformidades en los nacimientos de animales de granja (y en personas) cerca de las torres celulares (Hawk 1996). Hawk también menciona la desaparición de abejas en la vecindad de estas torres, por lo que resulta pertinente especular sobre la súbita desaparición de abejas en todo el país en el último año, simultáneamente a la expansión masiva de la industria celular. Puede que no se trate sólo de un caso de parásitos. Y ya hemos discutido el impacto esperado en las aves.

Hemos especulado también sobre la disminución y extinción mundial de los anfibios, pero este año hay un nuevo fenómeno, y complementa los informes de los agricultores de animales de granja nacidos con cuellos y patas palmeadas hacia atrás, después de que se levantaran las torres celulares (Hawk 1996). Parece que las ranas en todo Minnesota, Wisconsin, Dakota del Sur, Vermont y el sur de Quebec están



apareciendo con piernas deformes, patas adicionales, patas perdidas, ojos perdidos y otras espantosas deformaciones (Souder 1996, Hallowell 1996). El fenómeno puede resultar mucho más extendido. Es significativo que [las especies con las mayores tasas de deformidades son las que pasan más tiempo en el agua](#).

Por ejemplo, en un lago aparentemente prístino del condado de Crow Wing, el distrito vacacional de lagos más popular de Minnesota, el 50% de todas las ranas visón se deformaron este año, mientras que los sapos americanos y las ranas de bosque, que pasan menos tiempo en el agua, tuvieron tasas de deformación inferiores al 5%. La conexión con las microondas es especulativa, pero se trata de una especulación muy bien estudiada, teniendo en cuenta que los distritos vacacionales más populares seguro que han tenido torres celulares erigidas en el último año, y considerando el papel que se sabe que desempeña el agua en la mediación de los efectos de las microondas (véase la discusión sobre los mecanismos, más arriba). Muchas personas que sufren de sensibilidad eléctrica también informan de que su enfermedad empeora en los días lluviosos o de niebla (Hawk 1996, y comunicaciones personales).

La desaparición de peces de tantos lagos prístinos de montaña también viene a la mente. La lluvia ácida puede no ser la única, o en muchos casos la verdadera culpable. La electrificación del mundo debe ser considerada seriamente, sobre todo porque la desaparición de peces se ha producido a grandes alturas, y la decadencia de los bosques se ha observado en las cumbres, donde suelen ir las torres de transmisión de microondas.

El peligro de los satélites

La proliferación de satélites que estamos a punto de presenciar —a menos que este mundo despierte pronto— es alucinante, y nadie parece haber considerado que hacer estallar miles de ellos allí arriba como si fueran confeti, podría tener consecuencias para nuestra atmósfera y nuestro clima. Y habrá miles.

Orbcomm planea una flota de 28, de los cuales varios ya están en órbita.

Motorola planea una flota de 72, llamada *Iridium*, a una altitud de 781 kilómetros, de los cuales los primeros 5 fueron lanzados el 5 de mayo de 1997; otra flota de 72, llamada *M-Star*, que volará 584 km millas más alto; y una tercera flota de 70 satélites que volará 105 km más alto aún.

La flota del *Odyssey* de 12, la de *Ellipso* de 17, la de *Globalstar* de 56, y la de *SkyBridge* de 64 no están muy lejos.

Tampoco lo está *Teledesic*, la creación de Bill Gates y Craig McCaw. Esta flota de más de 300 satélites, anunciada como "una especie de Internet multimedia inalámbrica, con base en el cielo" (USA Today, 26 de septiembre de 1996), está siendo construida por la Boeing Company, y ya cuenta con la aprobación de la Comisión Federal de Comunicaciones. Orbitará a 700 kilómetros por encima de nosotros.

También hay docenas, tal vez cientos de pequeñas empresas fundadas por pequeños empresarios privados, que ya están enviando flotas de satélites más pequeños y baratos de los que nunca oímos hablar.

Las instalaciones de la NASA, en California y Florida, se han convertido en puertos espaciales privados. Se están construyendo instalaciones de lanzamiento en Alaska, Nuevo México y Virginia por compañías que esperan "proporcionar datos espaciales que muestren dónde están los baches, y si los autobuses llegan a su hora, construir sistemas que encuentren excursionistas perdidos en la naturaleza y petroleros en alta mar" (Millar 1996). Todo este equipo se considera 'desechable', y necesitará ser reemplazado cada cinco años, por lo que, en el futuro previsible, habrá un flujo constante de cientos, si no miles, de lanzamientos de satélites cada año, a partir de ahora.

[Los peligros son reales y abundantes. Microondas del orden de 10-7 \$\mu\text{W}/\text{cm}^2\$ de potencia lloverán sobre nosotros de cada una de estas cosas, y ya hemos visto que esto basta para ser biológicamente activas](#). Una de las razones de las órbitas bajas es colocar los satélites más cerca de la tierra, así la señal es más fuerte y la antena receptora no tiene que ser tan grande, pero esto los hace relativamente más peligrosos.

El humo producido por los cohetes destruye el ozono. Se ha calculado que sólo con 9 transbordadores espaciales, y 6 lanzamientos de Titán IV por año, se pondría suficiente cloro en la estratosfera para destruir el 0,1% de su ozono (Prather et al. 1990). Pero poca gente parece estar considerando lo que cientos o miles de lanzamientos harán, y están haciendo.

Aleksandr Dunayev, de la agencia espacial rusa, fue citado en 1989 diciendo: "Unos 300 lanzamientos anuales del transbordador serían una catástrofe, y el ozono quedaría completamente destruido" (Broad 1991). Parece que tenía razón, porque los cálculos de Prather et al. son probablemente de un orden de magnitud demasiado bajo. **Ellos mismos observaron que no tenían en cuenta las reacciones que ocurren en las nubes estratosféricas, que provocan los agujeros de ozono sobre los polos.** Y no tuvieron en cuenta que el uso de impulsores sólidos de cohetes, que contienen cloro, está aumentando y no disminuyendo en todo el mundo. Y que **otros componentes de los gases de escape de los cohetes también representan una amenaza significativa para el ozono, incluyendo el vapor de agua y las partículas de óxido de aluminio con que siembran las nubes estratosféricas.** Los cohetes y los desechos espaciales que se queman en la reentrada también contribuyen con tales partículas (Discover 1990).

También estamos destruyendo los cinturones de Van Allen, con consecuencias que no son del todo claras. Por un lado, **las líneas eléctricas y las torres de radio ya transmiten suficiente energía al espacio como para interactuar con los cinturones de radiación de Van Allen, y causar un aumento en la caída de partículas cargadas sobre la tierra.** Esto **probablemente esté potenciando la formación de nubes, y aumentando la actividad de las tormentas eléctricas** (Park y Helliwell 1978). La órbita de enormes flotas de transmisores de radio móviles, directamente en los cinturones de Van Allen, seguramente incrementará este efecto. Además, ya hay tanto material orbitando la tierra, que las partículas de alta energía en los cinturones de radiación están siendo seriamente disminuidas por las colisiones con la chatarra espacial (Konradi 1988).

El gas de escape de los cohetes también produce lluvia ácida y contaminación masiva del agua cerca de los lugares de lanzamiento, y contribuye aún más al calentamiento global al añadir vapor de agua a la estratosfera. Estos efectos han sido juzgados como 'menores', pero al ritmo planeado de tráfico espacial no permanecerán así.

La fabricación de satélites, y también de cientos de millones de teléfonos móviles, faxes y ordenadores empeorará mucho una industria ya de por sí contaminante. En la fabricación de semiconductores se utilizan 186 sustancias químicas tóxicas diferentes, por ejemplo, ácidos, disolventes, gases venenosos y metales pesados (NIOSH 1985). La industria electrónica se ha convertido en uno de los mayores productores de desechos peligrosos y es una de las principales contaminadoras de las aguas subterráneas en todo el mundo.

El cielo nocturno nunca será el mismo.

Bibliografía

1. Abelin, T. et al. *Study on Health Effects of the Shortwave Transmitter Station of Schwarzenburg*, Bern, Switzerland, Study No. 55, agosto 1995. Swiss Federal Office of Energy. Report in Microwave News, Ene./Feb. 1996, p. 12 y Sept./Oct. 1996, p. 15.
2. Adey, W.R. *Effects of electromagnetic radiation on the nervous system*. Annals of the New York Academy of Sciences 247:15-20, 1975.
3. Akoyev, I.G. *Current problems of radiobiology of electromagnetic radiation of radio-frequency range*. Radiobiologiya 20(1):3-8, 1980. JPRS 79780, pp. 37-43.
4. Albert, E.N. *Current status of microwave effects on the blood-brain barrier*. Journal of Microwave Power 14(3): 281-5, 1979.
5. Arber, S.L. *Cellular and molecular effects and mechanisms of action of microwave electromagnetic fields on biological systems*. Elektronnaya Obrabotka Materialov 3:59-65, 1978. JPRS 75515, pp. 15-21.
6. Arber, S.L. *Microwave enhancement of membrane conductance*. Biological Effects of Electropollution, S. Dutta and R. Millis, eds., Information Ventures, Phila., 1986, pp. 107-116.
7. Arieff, A.I., ed. *Hypoxia, Metabolic Acidosis, and the Circulation*. Oxford University Press, New York, 1992.
8. Bachurin, I. V. *Influence of small doses of electromagnetic waves on some human organs and systems*. Vrachebnoye Delo 7:95-97, 1979. JPRS 75515, pp. 36-39.
9. Balceri-Kubiczek, E.K. *Experimental studies of electromagnetic field-induced carcinogenesis in cultured mammalian cells*. In *On the Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological Systems*, A. H. Frey, ed., 1994, pp. 143-155.
10. Balode, Z. *Assessment of radio-frequency electromagnetic radiation by the micronucleus test in Bovine peripheral erythrocytes*. The Science of the Total Environment 180: 81-85, 1996.
11. Balodis, V., Brumelis, G., Kalviskis, K., Nikodemus, O., Tjarve, D., and Znotina, Vija. *Does the Skrunda Radio Location Station diminish the radial growth of pine trees?* The Science of the Total Environment 180:57-64, 1996.
12. Baranski, S. and Edelwejn, Z. *Experimental morphologic and EEG studies of microwave effects on the nervous system*. Annals of the New York Academy of Sciences 247:109-116, 1975.
13. Baranski, S. and Czerski, P. *Biological Effects of Microwaves*. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 1976.
14. Bawin, S.M., Kaczmarek, L.K. and Adey, W.R. *Effects of modulated VHF fields on the central nervous system*. Annals of the New York Academy of Sciences 247:74-80, 1970.
15. Bawin, S.M., Gavalas-Medici, R.J., and Adey, W.R. *Effects of modulated VHF fields on specific brain rhythms in cats*. Brain Research 58:365, 1973.
16. Becker, R.O. and Selden, G. *The Body Electric*. Morrow, New York, 1985.
17. Belitskiy, B.M. and Knorre, K.G. *Protection from radiation in work with UHF generators*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A. Letavet and Z. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 110-122.
18. Belokrinitckiy, V.S. *Destructive and reparative processes in hippocampus with long-term exposure to nonionizing microwave radiation*. Bulletin of Experimental Biology and Medicine 93(3):89-92, 1982. JPRS 81865, pp. 15-20.
19. Belokrinitckiy, V.S. and Grin', A.N. *Nature of morpho-functional renal changes in response to SHF field-hypoxia combination*. Vrachebnoye Delo 1:112-115, 1982. JPRS 84221, pp. 27-31.

20. Belova, S.F. *Variation of the elastotonometric curve in rabbits under the influence of UHF*. In The Biological Action of Ultrahigh Frequencies, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 89-93.
21. Belyaev, I.Y., Alipov, Y.D., Shcheglov, V.S. and Lystsov, V.N. *Resonance effect of microwaves on the genome conformational state of E. coli cells*. Zeitschrift für Naturforschung, Section C, A Journal of Biosciences 47: 621-7, 1992.
22. Bigu Del Blanco, J., Romero-Sierra, C. and Tanner, J.A. *Radiofrequency fields: a new biological factor*. 1973 IEEE International Electromagnetic Compatibility Symposium Record, New York, June 20-22, 1973, pp. 54-59.
23. Blackman, C.F., Benane, S.G., Elder, J.A. House, D.E., Lampe, J.A. and Faulk, J.M. *Induction of calcium-ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation*. Bioelectromagnetics 1:35-43, 1980.
24. Blackman, C. *Radiobiological approaches to electropollution*. In Biological Effects of Electropollution, S. Dutta and R. Millis, eds., Information Ventures, Phila., 1986, pp. 39-46.
25. Bourgeois, A.E. *The effect of microwave exposure upon the auditory threshold of humans*. Baylor Univ. 1967 Ph.D. Dissertation, Order No. 67-2927.
26. Bridges, J.E. and Brueschke, E.E. *Hazardous electromagnetic interaction with medical electronics*. 1970 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, July 14-16, 1970, pp. 173-180.
27. Broad, J.E. *Some say the rockets' red glare is eating away at the ozone layer*. The New York Times, May 14, 1991, p. C4.
28. Browne, M.W. *Radio astronomers see mobile phone threat*. The New York Times, July 18, 1995.
29. Brumelis, G. Preface, *Effects of RF electromagnetic radiation on organisms: a collection of papers presented at the International Conference on the Effect of Radio Frequency Electromagnetic Radiation on Organisms*, Skrunda, Latvia, June 17-21, 1994. The Science of the Total Environment 180, 1996.
30. Brumelis, G., Balodis, V. and Balode, Z. *Radiofrequency electromagnetic fields*. The Skrunda Radio Location Case. The Science of the Total Environment 180:49-50, 1996.
31. Bryan, T.E. and Gildersleeve, R.P. *Effects of nonionizing radiation on birds*. Comp. Biochem. Physiol. 89A(4): 511-530, 1988.
32. Cherry, N. *Potential Adverse Health Effects of Cell Sites*. Climate Research Unit, Lincoln University, New Zealand, 1996.
33. Chiang, H., Yao, G.D., Fang, Q.S., Wang, K.Q., Lu, D.Z. and Zhou, Y.K. *Health effects of environmental electromagnetic fields*. Journal of Bioelectricity 8.(1):127-131, 1989.
34. Chizhenkova, R.A. and Safroshkina, A.A. *Effect of low-intensity microwaves on the behavior of cortical neurons*. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 30:287-291, 1993.
35. Chou, C.K., Bassen, H., Osepchuk, J., Balzano, Q., Petersen, R., Meltz, M., Cleveland, R., Lin, J.C. and Heynick, L. *Radio frequency electromagnetic exposure: tutorial review on experimental dosimetry*. Bioelectromagnetics 17:195-208, 1996.
36. Chudnovskiy, V.S., Orlova, T.N. and Chudnovskaya, I.V. *Psychoses in radiowave disease*. Sovetskaya Meditsina 8:111-115, 1979. JPRS 77393, pp. 21-26.
37. Cleary, S., ed. *Symposium on the Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*, Richmond, 1969. U.S. Dept. of HEW, Rockville, Md., 1970.
38. Cleveland, R.F. *Radiofrequency radiation in the environment*. In *Biological Effects of Electric and Magnetic Fields*, D.O. Carpenter and S. Ayrapetyan, eds., Academic Press, New York, 1994.
39. Copson, D.A. *Microwave Heating*. Avi, Westport, 1962.
40. Crumpler, D. *Living with multiple chemical sensitivity*. Heavy Metal Bulletin 3(2):20-23, 1996.
41. Danilov, R.K. *Ultrastructure of skeletal muscular tissue of chick embryos exposed to microwave damage*. ArkhivAnatomii Gistologii I Embriologii 78(I):83-88, 1979. JPRS 76497.

42. Demokidova, N.K. *On the biological effects of continuous and intermittent microwave radiation.* JPRS 63321, 1973, p.113.
43. Detlays, I., Dombrovska, L., Turauska, A., Shkirmante, B., and Slutskii, L. *Experimental study of the effects of radiofrequency electromagnetic fields on animals with soft tissue wounds.* The Science of the Total Environment 180:35-42, 1980.
44. Discover, August 1990, p. 14. *The Rockets' Red Glare.*
45. Dodge, C.H. *Clinical and hygienic aspects of exposure to electromagnetic fields.* In Symposium Proceedings. Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation, S. Cleary, ed., Richmond, Va., Sept. 1969, pp. 140-149.
46. Dolto, L. and Schiff, H. *The Ozone War.* Doubleday, New York, 1978.
47. Drogichina, E.A. *The clinic of chronic UHF influence on the human organism.* In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 22-24.
48. Dumanskij, J.D. and Shandala, M.G. *The biologic action and hygienic significance of electromagnetic fields of super-high and ultrahigh frequencies in densely populated areas.* In *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation.* Proceedings of an International Symposium, Warsaw, 15-18 Oct. 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 289-293.
49. Dumanskiy, Y.D. and Rudichenko, V.F. *Dependence of the functional activity of liver mitochondria on microwave radiation.* Gigiyena i Sanitariya 4:16-19, 1976. JPRS 72606, pp. 27-32. Dumanskiy, Y.D. and Tomashevskaya, L.A. *Investigation of the activity of some enzymatic systems in response to a super-high frequency electromagnetic field.* Gigiyena i Sanitariya 8:23-27, 1978. JPRS 72606, pp. 1-7.
50. Dumanskiy, Y.D., Nikitina, N.G., Tomashevskaya, L.A., Kholyavko, F.R., Zhupakhin, K.S. and Yurmanov, V.A. *Meteorological radar as source of SHF electromagnetic field energy and problems of environmental hygiene.* Gigiyena i Sanitariya 2:7-11, 1982a. JPRS 84221, pp. 58-63.
51. Dumanskiy, Y.D. and Tomashevskaya, L.A. *Hygienic evaluation of 8-mm wave electromagnetic fields.* Gigiyena i Sanitariya 6:18-20, 1982b. JPRS 81865, pp. 6-9.
52. Dutta, S. et al. *Microwave radiation-induced calcium ion flux from human neuroblastoma cells: dependence on depth of amplitude modulation and exposure time.* In *Biological Effects of Electropollution*, S. Dutta and R. Millis, eds. Information Ventures, Phila., 1986, pp. 63-69.
53. Elekes, E., Thuroczy, G. and Szabo, L. *Effect on the immune system of mice exposed chronically to 50 Hz amplitude-modulated 2.45 GHz microwaves.* Bioelectromagnetics 17: 246-248, 1996.
54. Erin', A.N. *Changes in oxygen tension, temperature and blood flow velocity in animal renal tissues during irradiation with low intensity electromagnetic waves in the ultrahigh frequency range.* Vrachebnoye Delo 11:110-111, 1979. JPRS 75515.
55. Fesenko, E.E., Geletyuk, V.I., Kazachenko, V.N., and Chemeris, N.K. *Preliminary microwave irradiation of water solutions changes their channel-modifying activity.* FEBS Letters 366:49-52, 1995.
56. Firstenberg, A. *What does electromagnetic sensitivity have to do with porphyria?* A biological detective story. Electrical Sensitivity News 1(2):6-7, 1996.
57. Fraser, A. and Frey, A.H. *Electromagnetic emission at micron wavelengths from active nerves.* Biophysical Journal 8: 731-734, 1968.
58. French, P. *The interaction of electromagnetic fields with biological systems -a review.* Presented at a conference, The Interaction of Electromagnetic Fields and Biological Systems- A New Biological Paradigm? Sydney, Australia, June 28-29, 1996.
59. Frey, A.H. *Some effects on human subjects of ultrahigh frequency radiation.* The American Journal of Medical Electronics, Jan.-Mar. 1968, pp. 28-31.
60. Frey, A.H. *Human response to very-low-frequency electromagnetic energy.* Nap. Res. Rev. 1963, pp. 1-4.
61. Frey, A.H. *Behavioral biophysics.* Psychological Bulletin 63(5): 322-337, 1965.

62. Frey, A.H. *Brain stem evoked responses associated with low-intensity pulsed UHF energy*. Journal of Applied Physiology 23(6):984-988, 1967.
63. Frey, A.H. and Seifert, E. *Pulse modulated UHF energy illumination of the heart associated with change in heart rate*. Life Sciences 7 (Part II):505-512, 1968.
64. Frey, A.H. *Effects of microwave and radio frequency energy on the central nervous system*. In Symposium Proceedings. Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation. Richmond, Va., Sept. 1969, pp. 134-139.
65. Frey, A.H. *Biological function as influenced by low power modulated RF energy*. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-19, No. 2:153-164, 1971.
66. Frey, A.H. and Messenger, R. *Human perception of illumination with pulsed ultrahigh-frequency electromagnetic energy*. Science 181:356-358, 1973.
67. Frey, A.H. and Feld, S.R. *Avoidance by rats of illumination with low power nonionizing electromagnetic energy*. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 89(2):183-188, 1975.
68. Frey, A.H., Feld, S. and Frey, B. *Neural function and behavior: defining the relationship*. Annals of the New York Academy of Sciences 247:433-439, 1975.
69. Frey, A.H. *From the laboratory to the courtroom: science, scientists, and the regulatory process*. Risk/Benefit Analysis: In The Microwave Case, N.H. Steneck, ed., San Francisco Press, 1982, pp. 197-228.
70. Frey, A.H. *Data analysis reveals significant microwave-induced eye damage in humans*. Journal of Microwave Power 1985, pp. 53-55.
71. Frey, A.H. *Evolution and results of biological research with low-intensity nonionizing radiation*. In Modern Bioelectricity, A.A. Marino, ed., Dekker, N.Y., pp. 785-837.
72. Frey, A.H. *An integration of the data on mechanisms with particular reference to cancer*. In On the Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological Systems, A.H. Frey, ed., R.G. Landes Co., Austin, 1994, pp. 9-28.
73. Gabovich, P.D., Shutenko, O.I., Kozyarin, I.P. and Shvayko, I.I. Gigiyena i Sanitariya 10:12-14, 1979. JPRS 75515, pp. 30-35.
74. Garaj-Vrhovac, V. et al. *Somatic mutations in persons occupationally exposed to microwave radiation*. Mutation Research 181:321, 1987.
75. Garaj-Vrhovac, V., Horvat, D., and Koren, Z. *The relationship between colony-forming ability, chromosome aberrations and incidence of micronuclei in V79 Chinese hamster cells exposed to microwave radiation*. Mutation Research 263:143-149, 1991.
76. Geletyuk, V.I., Kazachenko, V.N., Chemeris, N.K. and Fesenko, E.E. *Dual effects of microwaves on single Ca²⁺-activated K⁺ channels in cultured kidney cells Vero*. FEBS Letters 359:85-88, 1995.
77. Gel'fon, I.A. and Sadchikova, M.N. *Protein fractions and histamine of the blood under the influence of UHF and HF*. In The Biological Action of Ultrahigh Frequencies, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 42-46.
78. Giarola, A.J., Krueger, W.F. and Woodall, H.W. *The effect of a continuous UHF signal on animal growth*. 1971 IEEE Inter-national Electromagnetic Compatibility Symposium Record, Phila., July 13-15, 1971, pp. 150-153.
79. Giarola, A.J., Krueger, W.F., and Neff, R.D. *The growth of animals under the influence of electric and magnetic fields*. Health Physics in the Healing Arts, Seventh Midyear Topical Symposium, Health Physics Society, San Juan, P.R., Dec. 11-14, 1972, published March 1973, pp. 502-509.
80. Glaser, Z.R. and Dodge, C.H. *Comments on occupational safety and health practices in the USSR and some East European countries: a possible dilemma in risk assessment of RF and microwave radiation bioeffects*. In Risk/Benefit Analysis: the Microwave Case, N.H. Steneck, ed., San Francisco Press, 1982, pp. 53-67.

81. Goldoni, J. *Hematological changes in peripheral blood of workers occupationally exposed to microwave radiation*. Health Physics 58(2):205-207, 1990.
82. Goldsmith, J.R. *Epidemiologic evidence of radiofrequency radiation (microwave) effects on health in military, broad-casting, and occupational studies*. Int. J. Occup. Environ. Health 1:47-57, 1995.
83. Goldsmith, J.R. *Epidemiological studies of radio-frequency radiation: current status and areas of concern*. The Science of the Total Environment 180:3-8, 1996.
84. Gorbach, I.N. *Changes in nervous system of individuals exposed to microradiowaves for long period of time*. Zdravookhraneniye Belorussii 5:51-53, 1982. JPRS 81865, pp. 24-28.
85. Gordon, Z.V. *The problem of the biological action of UHF. The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960, pp. 14.
86. Gordon, Z.V. *Hygienic evaluation of the working conditions of workers with UHF generators*. Ibid., pp. 18-21.
87. Gordon, Z.V. and Lobanova, Y.A. *Temperature reaction of animals under the influence of UHF*. Ibid., pp. 57-59.
88. Gordon, Z.V. *Investigation of the blood pressure in rats (blood-less method) under the influence of UHF*. Ibid., pp. 64-67.
89. Gordon, Z.V., Roschin, A.V. and Byckov, M.S. *Main directions and results of research conducted in the USSR on the biologic effects of microwaves*. *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium*, Warsaw, 15-18 Oct., 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 22-35.
90. Gvozdikova, Z.M., Anan'ev, V.M., Zenina, I.N. and Zak, V.I. *Sensitivity of the rabbit's central nervous system to a continuous superhigh-frequency electromagnetic field*. Bulletin of Experimental Biology and Medicine 58(8):943-947.
91. Gribbin, J. *What's Wrong with Our Weather? the climatic threat of the 21st century*. Scribner, New York, 1979.
92. Grin', A.N. *Effects of microwaves on catecholamine metabolism in the brain*. Vrachebnoye Delo 10:129-130, 1978. JPRS 72606, pp. 14-16.
93. Hallowell, C. *Trouble in the lily pads*. Time, Oct. 28, 1996, p. 87.
94. Hanson, M. *What's the fuss about calcium? Interactions between calcium, free radicals and heavy metals and relevance to health*. In *Electromagnetic Hypersensitivity: Proceedings of the 2nd Copenhagen Conference*, May 1995, J. Katajainen and B. Knave, eds., pp. 27-31.
95. Hanson, M. *Do you feel rusty?* Heavy Metal Bulletin 3(2):7-9+, 1996.
96. Hawk, K. *Case Study in the Heartland*. Butler, Pa., 1996.
97. Healer, J. *Review of studies of people occupationally exposed to radiofrequency radiations*. In *Symposium Proceedings. Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*. Richmond, Va., S. Cleary, ed., Sept. 1969, pp. 90-97.
98. Herrick, J.F. *Pearl-Chain Formation*. *Proceedings of the Second Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Energy*, July 1958, pp. 88-96.
99. Hocking, B. and Gordon, I. *Childhood leukemia risk increase associated with TV towers in North Sydney for exposures well below the present public safety standard*. D.O.E. poster presentation, Palm Springs Workshop, 1995.
100. Huai, C. *Assessment of health hazard and standard promulgation in China*. *Biological Effects and Dosimetry of Non-ionizing Radiation*, NATO Conference, Erice, Italy, 1981, pp. 627-644.
101. *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*. IEEE C95.1-1991.
102. Infante-Rivard, C. *Electromagnetic field exposure during pregnancy and childhood leukaemia*. Lancet 346:177, 1995.

103. Inglis, L.P. *Why the double standard? A critical review of Russian work on the hazards of microwave radiation.* 1970 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, July 14-16, 1970, pp. 168-172.
104. Ismailov, E.S. *Effects of microwaves on the nervous system.* All-Union Conference on Problems of Biophysical Neurodynamics and General Biophysics, 1969:27-29. JPRS 75515, pp. 34-35.
105. Johansson, O. and Liu, P.-Y. "Electrosensitivity", "Electrosupersensitivity" and "screen dermatitis": preliminary observations from on-going studies in the human skin. In Proceedings of the Cost 244 Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity, N. Leitgeb, ed., Oct. 1994, pp. 52-57.
106. Johnson, C.C. and Guy, A.W. *Nonionizing electromagnetic wave effects in biological materials and systems.* Proceedings of the IEEE 60(6):692-718, 1972.
107. Justeson, D.R. *Behavioral and psychological effects of micro-wave radiation.* Bull. N.Y. Acad. Med. 55(11): 1058-1078, 1979.
108. Kalnins, T., Krizbergs, R. and Romancuks, A. *Measurement of the intensity of electromagnetic radiation from the Skrunda radio location station, Latvia.* The Science of the Total Environment 180:51-56, 1996.
109. Kauppi, M. *DNA injuries in electrically sensitive and CFS patients.* Heavy Metal Bulletin 3(2):14, 1996.
110. Kauppi, M. *The porphyrin link.* Heavy Metal Bulletin 3(2):23+, 1996.
111. Kitsovskaya, I.A. *Investigation of the interrelationships between the basic neural processes in rats under the influence of UHF of various intensities.* In The Biological Action of Ultrahigh Frequencies, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 75-82.
112. Klimkova-Deutschova, E. *Neurologic findings in persons exposed to microwaves.* In Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium, Warsaw, 15-18 Oct., 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 268-272.
113. Knave, B. *Research reported in Forskning & Praktik*, Apr. 1992, reprinted in Electrical Sensitivity News 1(5):4-5, 1996.
114. Knoppe, K.G. *Parameters of UHF fields determining the hygienic evaluation of working conditions and the problems of their measurement.* In The Biological Action of Ultrahigh Frequencies, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 5-17.
115. Ko, M., Sze, N. and Prather, M. *Better protection of the ozone layer.* Nature 367:505-508, 1994.
116. Kolodynski, A.A. and Kolodynska, V.V. *Motor and psycho-logical functions of school children living in the area of the Skrunda Radio Location Station in Latvia.* The Science of the Total Environment 180:87-93, 1996.
117. Kolomytkin, O., Yurinska, M., Zharikov, S., Kuznetsov, V. and Zharikova, A. *Response of brain receptor systems to micro-wave energy exposure.* In On the Nature of Electromagnetic Field Interactions with Biological Systems, A.H. Frey, ed., 1994, pp. 195-206.
118. Kondra, P.A., Smith, W.K., Hodgson, G.C., Bragg, D.B., Gavora, J., Hamid, M.A.K. and Boulanger, R.J. *Growth and reproduction of chickens subjected to microwave radiation.* Canadian Journal of Animal Science 50:639-644, 1970.
119. Kondra, RA., Hamid, M.A. and Hodgson, G.C. *Effects of microwave radiation on growth and reproduction of the stocks of chickens.* Canadian Journal of Animal Science 52:317-320, 1972.
120. Konradi, A. *Effect of the orbital debris environment on the high-energy Van Allen proton belt.* Science 242: 1283-1286, 1988.
121. Korbel Eakin, S. and Thompson, W.D. *Behavioral effects of stimulation by UHF radio fields.* Psychological Reports 17: 595-602, 1965.
122. Korbel, S.F. and Fine, H.L. *Effects of low intensity UHF radio fields as a function of frequency.* Psychon. Sci. 9(9):527-528, 1967.

123. Kowalski, Z. and Indulski, J.A. *The strategy of targetted health surveillance. II. Genetically determined susceptibility to chemical substances and other issues related to health surveillance*. Polish Journal of Occupational Medicine 3(4):357-374, 1990.
124. Krasny-Ergen, W. *Point heating and mechanical effects of short waves*. Archives of Physical Therapy 21:362-366, 1940.
125. Krueger, W.F., Giarola, A.J., Bradley, J.W. and Shrekenhamer, A. *Effects of electromagnetic fields on fecundity in the chicken*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 247:391-400, 1975.
126. Kunjilwar, K.K. and Behari, J. *Effect of amplitude-modulated RF radiation on cholinergic system of developing rats*. Brain Research 601:321-324, 1993.
127. Kupfer, A. *The trouble with cellular*. Fortune, Nov 13, 1995, pp. 179-188.
128. Lai, H. and Singh, N.P. *Acute low-intensity microwave expo-sure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells*. Bioelectromagnetics 16:207-210, 1995.
129. Leitgeb, N. *Electromagnetic hypersensitivity. Quantitative assessment of an ill-defined problem*. In Proceedings of the Cost 244 Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity, N. Leitgeb, ed., Oct. 1994, pp. 68-74.
130. Lerner, E.J. *Biological effects of electromagnetic fields*. IEEE Spectrum, May 1984, pp. 57-69.
131. Letavet, A.A. and Gordon, Z.V. *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*. Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471.
132. Letavet, A.A. and Gordon, Z.V. *Recommendations for con-ducting preliminary and periodic medical examinations of workers with UHF sources*. Ibid., pp. 123-125.
133. Letavet, A.A. and Gordon, Z.V. *Temporary sanitary regulations in work with generators of centimeter waves*. Ibid., pp. 126-130.
134. Letavet, AA. and Gordon, Z.V. *Temporary instructions on the method of measuring the power flux density of UHF energy at the working positions*. Ibid., pp. 131-133.
135. Levitt, B.B. *Electromagnetic Fields: A Consumer's Guide to the Issues and How to Protect Ourselves*. Harcourt, Brace, N.Y., 1995.
136. Liebesny, P. *Athermic short wave therapy*. Archives of Physical Therapy, Dec. 1938, pp. 736-740.
137. Lin, J.C. *Microwave Auditory Effects and Applications*. Charles C. Thomas, Springfield, 1978.
138. Lobanova, Y.A. and Gordon, Z.V. *Investigation of the olfactory sensitivity in persons subjected to the influence of UHF*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 50-56.
139. Lobanova, Y.A. *Survival and development of animals with various intensities and durations of the influence of UHF*. Ibid., pp. 60-63.
140. Lobanova, Y.A. and Tolgskaya, M.S. *Change in the higher nervous activity and interneuron connections in the cerebral cortex of animals under the influence of UHF*. Ibid., pp. 68-74.
141. MacCracken, M.C., Budyko, M.I., Hecht, A.D. and Izrael, Y.A. *Prospects for Future Climate: A Special US/USSR Report on Climate and Climate Change*. 1990.
142. Magone, I. *The effect of electromagnetic radiation from the Skrunda Radio Location Station on Spirodela polyrhiza (L.) Schleiden cultures*. The Science of the Total Environment 180: 75-80, 1996.
143. Maietta, V. *Iridium project beams into Tempe*. Business Journal, July 26, 1996, pp. 1+
144. Maitland, G. and Thomas, J.R. *Behavioral effects of daily and weekly 1 mW / cm² electromagnetic radiation (EMR) in rats*. Bioelectromagnetics 1:203, 1980.
145. Makhijani, A. and Gurney, K. *Mending The Ozone Hole*. Institute for Energy and Environmental Research, 1992.
146. Mann, K. and Roschke, J. *Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep*. Neuropsychobiology 33:41-47, 1996.

147. Marha, K. *Maximum admissible values of HF and UHF electromagnetic radiation at work places in Czechoslovakia*. In *Symposium Proceedings. Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*, Richmond, Va., Sept. 1969, S. Cleary, ed., pp. 188-191.
148. Marha, K. *Microwave radiation safety standards in Eastern Europe*. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. MTT-19(2):165-168, 1971.
149. Marino, A.A. *Environmental electromagnetic energy and public health*. In *Modern Bioelectricity*, A.A. Marino, ed., Dekker, N.Y., 1988.
150. Markarov, G., Markarova, I., Zaslaysky, A. and Geles, U. *Hypersensitivity to EMF, and the dependence of brain bioelectrical activity and general hemodynamics in cerebral asthenic (CA) patients, exposed to radioactive irradiation upon EMF 20-80 Hz effect*. In *Proceedings of the 2nd Copenhagen Conference on Electromagnetic Hypersensitivity*, May 1995, J. Katajainen and B. Knave, eds., pp. 57-60.
151. McRee, D.I. *Review of Soviet/Eastern European research on health aspects of microwave radiation*. *Bull. N.Y. Acad. Med.* 55(11):1133-1151, 1979.
152. McRee, D.I. *Soviet and Eastern European research on biological effects of microwave radiation*. *Proc. IEEE* 68(1):84-91, 1980.
153. Medici, R.G. *Considerations for science: where has all the science gone?* In *Risk/Benefit Analysis: The Microwave Case*, N.H. Steneck, ed., S.F. Press, 1982, pp. 177-196.
154. Mickey, G.H. *Electromagnetism and its effect on the organism*. N.Y.S. *Journal of Medicine*, July 1, 1963, pp. 1935-1942.
155. *Microwave News*, Nov./Dec. 1995, pp. 1+, report on cancer studies.
156. Millar, H. *Rockets for the rest of us*. *Wired*, Sept. 1996, pp. 102-110.
157. Molina, M.J. and Rowland, F.S. *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone*. *Nature* 249:810-812, 1974.
158. Morgan-Hughes, J.A., Darveniza, P., Kahn, S.N., Landon, D.N., Sherratt, R.M., Land, J.M. and Clark, J.B. *A mitochondrial myopathy characterized by a deficiency in reducible cytochrome b*. *Brain* 100:617-640, 1977.
159. Muth, E. *Über die Erscheinung der Perl schnurkettenbildung von Emulsionspartikelchen unter Einwirkung eines Wechselfeldes*. *Kolloid Ztschr.* 41:97-102, 1927.
160. Navakatikian, M.A. and Tomashevskaya, L.A. *Phasic behavioral and endocrine effects of microwaves of nonthermal intensity*. In *Biological Effects of Electric and Magnetic Fields*, D.O. Carpenter and S. Ayrapetyan, eds., Academic Press, N.Y. 1994, pp. 333-342.
161. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Biological Effects and Exposure Criteria for Radio-frequency Electromagnetic Fields*. Report #86, Apr. 2, 1986.
162. Newell, R.E. *Water vapour pollution in the stratosphere by the supersonic transporter?* *Nature* 226:70-71, 1970.
163. New. *Scientist*, 24 Aug. 1996. *Are We Killing Astronomy?* pp. 28-31.
164. Nikogosyan, S.V. *Influence of UHF on the cholinesterase activity in the blood serum and organs in animals*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. *JPRS* 12471, pp. 83-88.
165. National Institute for Occupational Safety and Health. *Hazard Assessment of the Electronic Component Manufacturing Industry*. DHHS Publication #85-100, Washington, Feb. 1985.
166. Nuessle, V.D. and Holcomb, R.W. *Will the SST pollute the stratosphere?* *Science* 168:1562, 1970.
167. Nutrition Reviews 46(4), 1988. *Lactic acidosis and mitochondrial myopathy in a young woman*, pp. 157-163.
168. Ockerman, P. *Study of electrosensitive persons reported in Göteborgs-Posten*, June 7, 1996. Summarized in *Heavy Metal Bulletin* 3(2):14, and in L. Södergren, 1996 EMF Diary.

169. Olsen, R.G. and Hammer, W.C. *Microwave-induced pressure waves in a model of muscle tissue*. Bioelectromagnetics 1:45-54, 1980.
170. Olsen, R.G. *Evidence for microwave-induced acoustic resonances in biological material*. Bioelectromagnetics 1:219, 1980.
171. Orlova, A.A. *The clinic of changes of the internal organs under the influence of UHF*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 30-35.
172. Oscar, K.J. and Hawkins, T.D. *Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats*. Brain Research 126: 281-293, 1977.
173. Ouellet-Hellstrom, R. and Stewart, W.F. *Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation*. American Journal of Epidemiology 138:775-786, 1993.
174. Park, C.G. and Helliwell, R.A. *Magnetospheric effects of power line radiation*. Science 200:727-730, 1978.
175. Parshad, R. et al. *Differential sensitivity of cultured human cells of two-tissue origin to killing by low-level microwave radiation*. In *Biological Effects of Electropollution*, S. Dutta and R. Millis, eds., Information Ventures, Phila., 1986, pp. 71-76.
176. Pazderova, J., Pickova, J. and Bryndova, V. *Blood proteins in personnel of television and radio transmitting stations*. In *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium*, Warsaw, 15-18 Oct., 1973, P. Czerski, ed., pp. 281-288.
177. Pervushin, V.Y. *Changes occurring in the cardiac nervous apparatus due to the action of ultra-high-frequency field*, Bull. Exper. Biol. Med. 43:734-740, 1957.
178. Prather, M.J., Garcia, M.M., Douglass, A.R., Jackman, C.H., Ko, N. and Sze, N.D. *The Space Shuttle's impact on the stratosphere*. Journal of Geophysical Research 95(D11): 18,583-18,590, 1990.
179. Presman, A.S. and Levitina, N.A. *Nonthermal action of micro-waves on cardiac rhythm*, I. Bull. Exper. Biol. Med. 53(1): 36-39, 1962.
180. Presman, A.S. and Levitina, N.A. *Nonthermal action of micro-waves on the rhythm of cardiac contractions in animals*, II. Bull. Exper. Biol. Med. 53(2):154-157.
181. Presman, A.S. *Electromagnetic Fields and Life*. Plenum Press, N.Y., 1970.
182. Ray, S. and Behari, J. *Physiologic changes in rats after exposure to low levels of microwaves*. Radiation Research 123:199-202, 1990.
183. Rea, W.J., Pan, Y., Fenyves, E.J., Sujisawa, I., Samadi, N. and Ross, G. *Electromagnetic field sensitivity*. Journal of Bioelectricity 10:241-256, 1991.
184. Roberti, B., Heebels, G.H., Hendricx, J.C., de Greef, A.H. and Wolthius, O.L. *Preliminary investigations of the effects of low-level microwave radiation on spontaneous motor activity in rats*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 247:417-424, 1975.
185. Sadchikova, M.N. *State of the nervous system under the influence of UHF*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960, pp. 25-29.
186. Sadchikova, M.N. *Clinical manifestations of reactions to microwave irradiation in various occupational groups*. In *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium*, Warsaw, 15-18 Oct., 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 261-267.
187. Sadchikova, M.N., Kharlamova, S.F., Shatskaya, N.N. and Kuznetsova, N.V. *Significance of blood lipid and electrolyte disturbances in the development of some reactions to microwaves*. Gigiiena Truda i Professional'nyye Zabolevaniya 2:38-39, 1980. JPRS 77393, pp. 37-39.
188. Sagripanti, J. and Swicord, M.L. *DNA structural changes caused by microwave radiation*. Int. J. of Rad. Biol. 50(1): 47-50, 1986.

189. Salford, L.G., Brun, A., Persson, B.R. and Eberhardt, J. *Experimental studies of brain tumour development during exposure to continuous and pulsed 915 MHz radiofrequency radiation.* Bioelectrochemistry and Bioenergetics 30: 313-318, 1993.
190. Sarkar, S., Ali, S., Behari, J. *Effect of low power microwave on the mouse genome: a direct DNA analysis.* Mutation Research 320:141-147, 1994.
191. Savitz, D.A. and Calle, E.E. *Leukemia and occupational expo-sure to electromagnetic fields: review of epidemiologic surveys.* Journal of Occupational Medicine 29(1): 47-51, 1987.
192. Schmitz, P., Siegenthaler, J., Stager, C., Tarjan, D. and Bucher, J.B. *Long-term exposure of young spruce and beech trees to 2450-MHz microwave radiation.* The Science of the Total Environment 180:43-48, 1996.
193. Selga, T. and Selga, M. *Response of Pinus sylvestris L. needles to electromagnetic fields. Cytological and ultrastructural aspects.* The Science of the Total Environment 180:65-73, 1996.
194. Servantie, B., Servantie, A.M., Etienne, J. *Synchronization of cortical neurons by a pulsed microwave field as evidenced by spectral analysis of EEG from the white rat.* Ann. N.Y. Acad. Sci. 247:82-86, 1975.
195. Shandala, M.G. and Vinogradov, G.I. *Immunological effects of microwave action.* Gigiyena i Sanitariya 10:34-38, 1978. JPRS 72956, pp. 16-21.
196. Shandala, M.G., Dumanskii, U.D., Rudnev, M.I., Ershova, L.K. and Los, I.P. *Study of nonionizing microwave radiation effects upon the central nervous system and behavior reactions.* Environmental Health Perspectives 30:115-121, 1979.
197. Shandala, M.G., Rudnev, M.I., Stoyan, Y.F. and Vinogradov, G.I. *Main directions of Soviet research on biological effects of microwave radiation.* Gigiyena i Sanitariya 10:4-7, 1981. JPRS 84221, pp. 75-80.
198. Shandala, M.G., Vinogradov, G.I., Rudnev, M.I. and Rudakova, S.F. *Effects of chronic exposure to microwaves on certain indicators of cellular immunity.* Radiobiologiya 23(4):544-546, 1983.
199. Sherry, S. *High Tech and Toxics.* Golden Empire Health and Planning Center, Sacramento, 1985.
200. Shutenko, O.I., Kozyarin, I.P. and Shvayko, I.I. *Effects of superhigh frequency electromagnetic fields on animals of different ages.* Gigiyena i Sanitariya 10:35-38, 1981. JPRS 84221, pp. 85-90.
201. Siekierzynski, M. *A study of the health status of microwave workers.* In *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium*, Warsaw, 15-18 Oct. 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 273-280.
202. Sikorski, M. and Bielski, J. *Disturbances of glucose tolerance in workers exposed to electromagnetic radiation.* Medycyna Pracy 47(3):227-231, 1996.
203. Silverman, Charlotte. *Epidemiologic approach to the study of microwave effects.* Bull. N.Y. Acad. Med. 55(11):1166-1181, 1979.
204. Smirnova, M.I. and Sadchikova, M.N. *Determination of the functional activity of the thyroid gland by means of radioactive iodine in workers with UHF generators.* In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 47-49.
205. Södergren, L. *1996 EMF Diary.* Goteborg, Sweden.
206. Sokolov, V.V. and Arievich, M.N. *Changes in the blood under the influence of UHF on the organism.* In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960, pp. 39-41.
207. Solon, L.R. *A local health agency approach to a permissible environmental level for microwave and radiofrequency radiation.* Bull. N.Y. Acad. Med. 55(11):1251-1266.
208. Souder, W. *An amphibian horror story.* New York Newsday, Oct. 15, 1996, p. B19+.
209. Steneck, N.H., ed. *Risk/Benefit Analysis: The Microwave Case.* San Francisco Press, 1982.

210. Susskind, C. *Testimony before the Committee on Commerce hearing on the Radiation Control for Health and Safety Act of 1967*. Hearings Before the Committee on Commerce, United States Senate, 90th Congress, 2nd Session on S.2067, S.3211, and H.R. 10790 to provide for the protection of the public health from radiation emissions. Part 2. Serial No. 90-49, U.S Government Printing Office, Washington, 1968, p. 720.
211. Szent-Gyorgyi, A. *Molecules, electrons, and biology*. Trans. N.Y Acad. Sci. 31:334-340, 1969.
212. Szmigielski, S., Bielec, M., Lipski, S., and Sokolska, G *Immunologic and cancer-related aspects of exposure to low-level microwave and radiofrequency fields*. In *Modern Bioelectricity*, A.A. Marino, ed., Dekker, N.Y., 1988, pp. 861-925.
213. Szmigielski, S. and Gil, J. *Electromagnetic fields and neoplasms*. In *Electromagnetic Biointeraction*, G. Franceschetti et al., eds., Plenum, N.Y., 1989, pp. 81-98.
214. Szmigielski, S. *Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation*. The Science of the Total Environment 180:9-17, 1996.
215. Szuba, N. and Szmigielski, S. *Change in reaction time to auditory and visual signals differentiates individual responses to short-term exposure to ELF electric fields and direct current stimulation*. In *Proceedings of the Cost 244 Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity*, Graz, Austria, Oct. 1994, N. Leitgeb, ed., pp. 94-105.
216. Takashima, S., Onaral, B., and Schwan, H.P. *Effects of modulated RF energy on the EEG of mammalian brains*. Radiation and Environmental Biophysics 16:15-27, 1979.
217. Tanner, J.A. *Effect of microwave radiation on birds*. Nature 210:636, 1966.
218. Tanner, J.A., Romero-Sierra, C. and Davie, S.J. *Non-thermal effects of microwave radiation on birds*. Nature 216: 1139, 1967.
219. Tanner, J.A. and Romero-Sierra, C. *Bird feathers as sensory detectors of microwave fields*. In *Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*, S. Cleary, ed., U.S. Dept. of HEW, Washington, pp. 185-187.
220. Tarricone, L., Cito, C. and D'Inzeo, G. *Ach receptor channel's interaction with MW fields*. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 30:275-285, 1993.
221. Teixeira-Pinto, A.A., Nejelski, L.L., Cutler, J.L. and Heller, J.H. *The behavior of unicellular organisms in an electromagnetic field*. Experimental Cell Research 20:548-564, 1960.
222. Tell, R.A. and Mantiply, E.D. *Population exposure to VHF and UHF broadcast radiation in the United States*. Proc. IEEE 68(1):4-12, 1980.
223. Thomas, Y., Litime, H., Belkadi, L., Benveniste, J., and Schiff, M. *Electronic transmission of phorbol-myristate acetate to human neutrophils*. Referenced in P. French, *The Interaction of Electromagnetic Fields with Biological Systems*, 1996.
224. Tofani, S., Agnesod, G., Ossola, P., Ferrini, S. and Bussi, R. *Effects of continuous low-level exposure to radio-frequency radiation on intrauterine development in rats*. Health Physics 51(4):489-499, 1986.
225. Tolgskaya, M.S., Gordon, Z.V. and Lobanova, Y.A. *Morphological changes in experimental animals under the influence of pulse and continuous UHF*. In *The Biological Action of Ultrahigh Frequencies*, A.A. Letavet and Z.V. Gordon, eds., Academy of Medical Sciences, Moscow, 1960. JPRS 12471, pp. 94-103.
226. Tolgskaya, M.S. and Gordon, Z.V. *Changes in the receptor and interoreceptor apparatuses under the influence of UHF*. Ibid., pp. 104-109.
227. Trinos, M.S. *Frequency of diseases of digestive organs in people working under conditions of combined effect of lead and SHF-range electromagnetic energy*. Gigiyena i Sanitariya 9:93-94, 1982. JPRS 84221, pp. 23-26.

228. Veyret, B., Bouthet, C., Deschaux, P., de Seze, R., Geffard, M., Joussot-Dubien, J., le Diraison, M., Moreau, J.-M. and Caristan, A. *Antibody responses of mice exposed to low-power microwaves under combined pulse-and-amplitude modulation*. Bioelectromagnetics 12:47-56, 1991.
229. Wei, L.Y. *A new theory of nerve conduction*. IEEE Spectrum, Sept. 1966, pp. 123-127.
230. Wieske, C.W. *Human sensitivity to electric fields*. In Proceedings of the First National Biomedical Sciences Instrumentation Symposium, Los Angeles, July 14-17, 1962. Reprinted in Electrical Sensitivity News 1(5): 1-4, 1996.
231. Zalyubovskaya, N.P. and Kiselev, R.I. *Effect of radio waves of a millimeter frequency range on the body of man and animals*. Gigiyena i Sanitariya 8:35-39, 1978. JPRS 72956, pp. 9-15.
232. Zaret, M.M. *Selected cases of microwave cataract in man associated with concomitant annotated pathologies*. In Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation: Proceedings of an International Symposium, Warsaw, 15-18 Oct., 1973, P. Czerski et al., eds., pp. 294-301.
233. Zmyslony, M., Gadzicka, E., Szymczak, W. and Bortkiewicz, A. *Evaluation of selected parameters of circulatory system function in various occupational groups exposed to high frequency electromagnetic fields. II. Electrocardiographic changes*. Medycyna Pracy 47(3): 241-252, 1996.
-

Sobre el autor:



Arthur Firstenberg es el presidente del Grupo de Trabajo de Teléfonos Celulares, un grupo de ciudadanos formado en respuesta al crecimiento descontrolado de la industria de los teléfonos celulares. Se lesionó eléctricamente en 1981, después de tres años en la escuela de medicina de la Universidad de California, Irvine. Es un profesional de la salud holística, y también un experto en los efectos de la tecnología en el medio ambiente. Ha estado estudiando y escribiendo sobre la radiación electromagnética durante los últimos 15 años