

# Influencia de los campos electromagnéticos en el organismo humano

## Aspectos biofísicos

NAPOLEON HERNANDEZ

---

En este artículo se resumen algunos aspectos históricos del biomagnetismo y de las etapas que condujeron al desarrollo de la bioelectricidad y la electrotécnica. Se describen las alteraciones observadas en quienes trabajan por períodos prolongados en contacto con campos electromagnéticos (CEM) artificiales y la correlación entre los CEM naturales y la accidentalidad. Se revisan la utilización de los CEM con fines curativos y la escuela llamada "bioenergética" que utiliza terapéuticamente la luz, el láser, el sonido, la electricidad y el magnetismo. Se previene contra el uso terapéutico indiscriminado de los CEM por personas sin adecuada formación y se hace énfasis en la necesidad de adelantar investigaciones serias que sustenten este desarrollo de la medicina.

**PALABRAS CLAVE**  
**CAMPOS ELECTROMAGNETICOS**  
**BIOELECTRICIDAD**  
**BIOENERGETICA**

---

### INTRODUCCION

“Me están doliendo las coyunturas de los huesos, debe ser porque nos encontramos en luna llena”, expresan los abuelos que sufren de gota. “Esperemos hasta que haya luna nueva para sembrar la matica” afirman las entusiastas de la jardinería. Unos y otras ignoran el mecanismo físico

---

NAPOLEON HERNANDEZ, Biofísico, Profesor, Depto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

por el cual sólo en dicha fase nuestro satélite natural incide con mayor intensidad sobre los animales y los vegetales. Durante siglos se han formulado las más ilógicas y disparatadas hipótesis al respecto. Sólo ahora, cuando se entiende el funcionamiento físico de los organismos vivos, se empieza a desentrañar el misterio.

Además de los campos electromagnéticos (CEM) naturales, como los generados por la luna y la tierra, han adquirido gran importancia durante la segunda mitad del siglo los artificiales; en efecto, con el desarrollo científico y tecnológico se ha incrementado su presencia en el ambiente.

El estudio de la influencia de los CEM sobre el organismo humano especialmente en personas sometidas continuamente a ellos, ha sido difícil porque no producen sensaciones ni manifestaciones clínicas específicas. Durante los últimos años se ha hablado mucho de la enfermedad electromagnética que se da después de una exposición larga a CEM constantes, variables o de radiofrecuencias.

La intensidad de los CEM empleados en la industria, la investigación y, en general, la vida citadina, se ha incrementado en algunos órdenes. El reconocimiento y estudio de su influencia sobre el organismo implica su evaluación biofísica e higiénico-comunitaria.

Los CEM se transmiten hacia todos los lados desde el lugar de su generación, con la velocidad de la luz, sin detenerse ante los obstáculos que pudieran ser efectivos para la luz y el sonido; aparece así el problema de la contaminación electromagnética artificial, con repercusiones regionales y mundiales; de ello dan fe las muchas investigaciones que al respecto se adelantan y las resoluciones restrictivas de su uso, por parte de organizaciones internacionales.

En algunos sitios donde han aparecido variaciones en la actividad vital de los animales, e incluso en el organismo y comportamiento humanos, se ha detectado un alto nivel de electromagnetismo. Los efectos son ante todo alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso tales como sueño prolongado, pérdida del apetito y de los reflejos, pereza, etc.

## RESEÑA HISTORICA

Al hablar del biomagnetismo es interesante conocer las concepciones formuladas al respecto en la antigüedad. Se considera a Thales de Mileto (finales del siglo VII - comienzos del VI a.C.), como el funda-

dor de las ciencias de la electricidad. Sus discípulos recolectaron datos de observaciones hechas al respecto de la electrización, que de una u otra forma estaba relacionada con los organismos animales y el hombre. En la antigüedad se conocían algunas propiedades eléctricas de ciertos peces, las que se empleaban con fines curativos; en los años 30 a. C. Diacord, con choques eléctricos resultantes del contacto con una anguila trataba la cefalea.

En 1787 el médico y físico inglés Adams construyó la primera máquina electrostática con fines curativos y la utilizó ampliamente en su práctica.

El interés por emplear la electricidad con fines curativos creció cada vez más en los círculos médicos durante este período pero no todos recurrieron a ella con un enfoque serio y científico; algunos llegaron a arriesgar la integridad física de los pacientes. Tal fue el caso del médico Mesmer quien en 1771 anunció que había encontrado una metodología curativa universal por medio del magnetismo animal: puso en funcionamiento una serie de cámaras con máquinas electrostáticas de alta tensión; el enfermo debía ponerse en contacto con las partes conductoras de la máquina, después de lo cual recibía una descarga eléctrica. El resultado positivo de la estancia en dichas cabinas podría explicarse por razones psicológicas debido en parte al efecto excitante de la descarga eléctrica; por la influencia del ozono que aparece en los recintos donde funcionan máquinas electrostáticas y por el cambio del contenido de bacterias en el aire bajo la influencia de su ionización.

Las víctimas del *mesmerismo* no se hicieron esperar; después de una serie de accidentes el gobierno francés conformó una comisión encabezada por Lavoisier para investigar los fenómenos curativos de Mesmer; éste desapareció de Francia y Lavoisier no pudo explicar la influencia positiva de la electricidad sobre el organismo humano por lo que ésta, como medio curativo, fue prohibida en Francia y en toda Europa durante un buen tiempo.

En 1750 el biólogo Luigi Galvani, profesor de anatomía de la Universidad de Bolonia, realizó un experimento que conmovió al mundo científico: en una de las mesas del laboratorio se hacía un preparado del músculo de la pata de una rana para observar sus nervios; en la misma mesa y por casualidad funcionaba una máquina electrostática con ayuda de la cual se observaba y estudiaba la descarga eléctrica. El mismo Galvani describe así lo observado: "uno

de mis ayudantes rozó en forma casual el bisturí que sostenía en sus manos con el fémur de la pata de la rana la cual se contrajo violentamente" (1).

Este fenómeno puede explicarse en la siguiente forma: sobre las moléculas de agua suspendidas en el aire de la zona de formación de la chispa influye un campo eléctrico cambiante (pulsante), como resultado del cual aquéllas adquieren carga eléctrica y dejan de ser neutras. Los iones y moléculas así cargados se desplazan alguna distancia, hasta ponerse en contacto con moléculas neutras perdiendo su carga eléctrica o se acumulan en los objetos metálicos que se encuentren bien aislados de la superficie de la tierra y se descargan cuando éstos se ponen en contacto con algún objeto conductor.

El piso del laboratorio era seco y buen aislante; las cargas se habían acumulado en la superficie del bisturí metálico que, al rozar levemente con el nervio, se las cedió ocasionando la contracción rápida de la pata.

Con base en sus observaciones, Galvani hizo una brillante deducción del fenómeno no observado por nadie antes que él y lo llamó "electricidad animal". Galvani pasó a la historia como el descubridor y fundamentador de la bioelectricidad.

Pero, ¿qué trajo el siglo XIX en el estudio de la electricidad? Los nuevos adelantos de la electrotécnica ampliaron las posibilidades de investigación de la electricidad "animal". Mateuchi demostró, utilizando un galvanómetro, que durante la actividad física de los músculos surge una diferencia de potencial o potencial eléctrico. En 1903 el fisiólogo holandés Einthoven inventó el electrocardiógrafo que revolucionaría la instrumentación biomédica; se inició así la utilización de equipos de medida cada vez más sofisticados. En los laboratorios de los fisiólogos, los biólogos, los médicos, aparecieron aparatos de medición con la sensibilidad necesaria para profundizar en el estudio de la fisiología de los organismos vivos y permitir la acumulación de suficiente material experimental.

Este período de estudio de la electricidad "animal" y del empleo de los campos eléctricos en la medicina, se caracterizó por la aparición de nuevos aparatos medidores para obtener bioinformación, el desarrollo de nuevos métodos físicos experimentales, la teoría de la información, la autometría y la telemetría, lo cual determinó un desplazamiento en el uso médico de los CEM de lo curativo hacia el diagnóstico.

Sin embargo, con el uso indiscriminado de la electrotécnica en la industria, el comercio y la vida doméstica, apareció un nuevo problema: los CEM artificiales que no podían eliminarse del ambiente pues se habían convertido en soporte del desarrollo, pero que de alguna manera alteraban el funcionamiento del organismo de todos aquéllos sobre quienes influían. Podría considerarse que este problema técnico nació en los años 30 y se relacionó inicialmente con la gran concentración de CEM de las más variadas frecuencias (líneas de transmisión, ondas de radio y televisión, comunicación, luz visible, microondas, RX).

En el rango de las ondas electromagnéticas las ultra-altas se convirtieron inicialmente en tema de estudio y discusión, especialmente por su uso indiscriminado en radares de localización durante la segunda guerra mundial y en diferentes campos de la industria. Así se iniciaron trabajos de investigación con un enfoque de salud pública, encaminados a normatizar su uso. Hoy existen más de 5.000 referencias sobre la influencia biológica de los CEM y no se duda de ella, pero persiste el interrogante de cómo se realiza.

## AVANCES INVESTIGATIVOS

Sorprende la falta de unificación en los puntos de vista de los investigadores que estudian las variaciones clínicas manifestadas por los organismos sometidos a los CEM. Por ejemplo, son muy diferentes los procedimientos terapéuticos propuestos por especialistas de distintos países. Se describirán, en términos generales, los hallazgos de las investigaciones realizadas hasta el momento.

La investigación de personas que trabajan en contacto con CEM artificiales (radioestancias, centrales eléctricas, etc.), por períodos prolongados, muestra la aparición de alteraciones funcionales del comportamiento: efectos en su estabilidad emocional (irritables, explosivos); si la exposición dura más de 3 años se manifiestan tensión, estrés, pérdida de la atención y la memoria y compromiso del sueño. Frecuentemente aquejan cefalea en diferentes localizaciones, dolores en los músculos, las articulaciones y los huesos, hormigueo y sudoración en las palmas de las manos, leve temblor de las manos y la lengua y avivamiento de los reflejos (3).

Investigaciones recientes revelan que los CEM de alta intensidad pueden causar efectos negativos como inflamación e incluso necrosis de tejidos, esterilidad y ceguera, mientras que los de baja intensidad pueden estimular la actividad muscular e influir positivamente en algunas enfermedades cutáneas (4).

Por sus características es claro que estas variaciones en el comportamiento se relacionan de alguna manera con el sistema nervioso central (SNC), lo que llevó a sospechar que esta es la vía por la que los CEM influyen sobre el organismo; tal sospecha se confirmó posteriormente mediante el registro electroencefalográfico de pacientes sometidos en forma crónica a CEM artificiales; en ellos se manifestaron marcada desincronización, ritmo  $\alpha$  con frecuencia cercana al límite bajo de la norma y ritmo  $\theta$  alto característico de la somnolencia (2).

En cuanto a la investigación de los CEM naturales, se demostró desde la década de los 50 relación directa entre el número de accidentes en el transporte vial y las variaciones del campo geomagnético. En días magnéticamente activos aumenta entre 5 y 25% el número de colisiones automovilísticas; se registra en particular un aumento en los traumatismos infantiles, lo que lleva a pensar que el organismo del niño tiene mayor sensibilidad a los campos geomagnéticos (3).

Al estudiar la influencia de los CEM sobre el SNC en conejos y ratones, se estableció mayor sensibilidad del sistema nervioso vegetativo (SNV). A diferencia de otros sistemas nerviosos más lentos, éste parece cumplir una función de movilización fisiológica hacia la adaptación (trópico-adaptativa) (3). Por ello es el principal candidato como causa de las manifestaciones de interrelación del organismo con los CEM externos.

A pesar de haberse realizado un número considerable de investigaciones tendientes a esclarecer los mecanismos fisiológicos de la influencia de los CEM sobre el SNC, aún no se ha logrado un criterio unánime. Lo único claramente establecido es que los CEM influyen sobre la mayoría de las estructuras del SNC; la intensidad de la reacción depende de su receptividad y estado funcional; las más sensibles son el hipotálamo y la corteza cerebral y la menos la formación reticular del cerebro medio. Últimamente existe el criterio de que en las reacciones compensatorio-adaptativas del organismo a los CEM externos, el papel preponderante lo juega el sistema

nervioso endocrino, teniendo en cuenta que su vinculación a este proceso hace que las reacciones del organismo sean más duraderas y específicas. Este criterio se refuerza por investigaciones según las cuales la reacción de entrenamiento se origina generalmente con CEM débiles, la de activación con CEM de fuerza media y la de estrés con CEM excitadores muy fuertes (5).

## ANOTACIONES IMPORTANTES

Cada día cobra mayor importancia la evaluación médica del sentido ecológico de los CEM artificiales sobre todo por la correlación más evidente entre su presencia y la agudización de diferentes enfermedades. A la luz de las investigaciones mencionadas las enfermedades más sensibles son las siguientes: cardiovasculares, infecciosas, nerviosas, psíquicas y oculares.

Unificar un material disperso sobre la correlación de la oscilación de los factores geofísicos con la agudización de ciertas enfermedades sólo es posible mediante el estudio de su influencia sobre los procesos reguladores de todo el organismo, especialmente en personas enfermas. Así pues, desde la perspectiva médica, no sólo es importante la evaluación higiénica de los CEM como factor ambiental sino también su empleo para el diagnóstico y tratamiento.

Los CEM se han utilizado ampliamente en nuestro siglo con fines curativos por médicos y veterinarios; la magnetoterapia sólo empieza a desarrollarse a pesar de haber surgido en la antigüedad. Es necesario aclarar que el término "magnetismo" no ha sido bien entendido en la medicina; con él se representan fenómenos como hipnosis, telepatía y muchos otros, otorgándole atribuciones propias de las ciencias ocultas. Los físicos definen el campo magnético como una forma de interacción de partículas en movimiento cargadas eléctricamente y como el mecanismo de transmisión de la misma entre objetos espacialmente separados. De ello se deduce que todos los objetos, incluyendo el organismo humano, poseen magnetismo por cuanto cada partícula elemental (de las que está conformado cualquier objeto) tiene propiedades magnéticas.

Es importante destacar la labor investigativa de algunos grupos de médicos que, a partir de la escuela filosófica que sustenta su práctica, han sido llamados "bioenergetistas", que tratan de profundizar en

el empleo terapéutico de factores físicos como luz visible, láser, sonido, electricidad, magnetismo, etc. Sin embargo, la falta de rigor científico y de criterios adecuados en sus investigaciones dan pie para recomendar que se introduzcan en ellas criterios objetivos que hagan confiables sus resultados, de tal forma que sus métodos puedan ser puestos en práctica por quienes ejerzan la medicina bioenergética.

En lo que tiene que ver con los CEM el asunto se complica por el hecho de que en algunas ocasiones se los emplea indiscriminadamente con fines terapéuticos, por personas sin formación médica adecuada, que se hacen llamar médicos bioenergetistas, motivados más por intereses económicos y publicitarios que éticos y científicos.

No es posible en este momento establecer una moratoria al empleo de los CEM con fines médico-biológicos, pero sí formular recomendaciones metodológicas serias para prácticas e investigaciones sobre el tema.

El progreso en este campo de la investigación se relaciona con la construcción de una teoría del aumento de la resistencia del organismo a influencias negativas, con ayuda de los CEM. En ese aumento juega papel fundamental el SNC y especialmente, como lo han demostrado algunas investigaciones, su sector hipotalámico.

Apenas se inicia la investigación para entender cómo se produce tal aumento de la resistencia, pero ya han aparecido informes de estudios que pretenden establecer la fundamentación biofísica de su empleo terapéutico (3).

En el estudio de la influencia terapéutica de los CEM es necesario definir exactamente las ventajas y desventajas del empleo de la magnetoterapia, los criterios objetivos del procedimiento magnetoterapéutico, su localización y exposición y los parámetros que se han de tener en cuenta en el enfoque del paciente.

Cualquier investigación realizada en este sentido deberá estar dirigida a establecer por separado los **mecanismos biológico y biofísico primarios** de influencia. Por el primero se entienden los cambios fisiológicos macroscópicos originados por la influencia de los CEM sobre los organismos vivos y que condicionan una alteración en su funcionamiento vital. Por el segundo los cambios de naturaleza celular (variación en la permeabilidad de la membrana, actividad de los ribosomas, etc.), molecular (veloci-

dad de transmisión del impulso nervioso, de conducción sanguínea, estructura de las proteínas, etc.) y submolecular (cambios conformacionales en la nube electrónica de los grupos funcionales del centro activo proteico, etc.), que se presentan como resultado de la interacción entre el CEM y la estructura física del tejido biológico y que son los que determinan esos cambios fisiológicos. Con respecto a ello cabe anotar que en términos generales ya se han establecido los mecanismos biológicos primarios de influencia de los CEM sobre los organismos vivos; en cambio los mecanismos biofísicos apenas empiezan a dilucidarse gracias al desarrollo de la biología molecular, la bioquímica cuántica y la biología teórica.

Como se anotó es preciso definir claramente los parámetros para caracterizar (resistencia eléctrica de la piel, número de glóbulos blancos, nivel metabólico celular, tono nervioso, velocidad de conducción sanguínea, presión arterial, etc.), con el criterio de que sean manifestaciones externas de cambios profundos en los procesos de regulación neurohumoral y que a largo plazo lleven a establecer las características electromagnéticas de los tejidos, su dinámica e interrelación en procesos normales y patológicos.

Si se acepta la hipótesis de entender la interacción **radiación electromagnética-organismo humano** bajo la perspectiva energética e informativa, entonces cualquier tipo de onda electromagnética influirá sobre el organismo estimulándolo de alguna manera, como han establecido en la práctica los médicos bioenergetistas. En el estudio dirigido a esclarecer los mecanismos biológicos primarios de esta interacción se debe tener en cuenta el esquema cibernético según el cual las reacciones manifiestas del SNC deben entenderse como reacciones compensatorio-adaptativas del organismo como un todo a un excitador externo que lo obliga a alterar su régimen normal de funcionamiento. Así el SNC como regulador de los demás sistemas del organismo, se adapta a cualquier factor externo (virus, sustancia tóxica, cuerpo extraño, etc.) que ponga en peligro su estabilidad; para ello cambia su equilibrio funcional, es decir su programa de funcionamiento (6).

De acuerdo con lo anterior, en los estados de salud y enfermedad, existen programas concretos de funcionamiento del organismo. Según este esquema hay que entender la enfermedad como un régimen adaptativo del organismo a nuevas condiciones de-



terminadas por su medio ambiente, que ponen en peligro la estabilidad del programa previo y lo obligan a cambiar a uno nuevo acorde con esas condiciones. Así, el funcionamiento normal del organismo no es estático sino dinámico, por lo cual en fisiología en lugar del término **homeostática** se debería emplear el de **homeodinámica**.

Puede esperarse que el establecimiento de los mecanismos nerviosos concretos de influencia de los CEM sobre el organismo humano dará a los médicos un método bastante seguro para mantener la salud y curar algunas enfermedades.

Además de la contaminación electromagnética es posible, para los sistemas biológicos, el frío electromagnético consistente en la ausencia de un ambiente electromagnético adecuado para el desarrollo embriológico y vital del organismo; no es coincidencia que las frecuencias predominantes del EEG coincidan con las pulsaciones de baja frecuencia del campo geomagnético (8-16 Hertz); según algunas hipótesis, sin la presencia de CEM de intensidades específicas no habría sido posible el surgimiento de la vida a consecuencia de lo cual ellos determinan de alguna manera el desarrollo morfogénico (7).

De tal manera la correlación manifiesta entre las variaciones de los CEM y de los procesos biológicos destaca su importancia ecológica. De ello hablan datos paleontológicos que muestran la variación de la fauna del Océano Atlántico durante la inversión de los polos magnéticos de la tierra (8).

De acuerdo con lo anterior cabe esperar que el uso amplio de los CEM en calidad de instrumento de investigación del SNC permitirá resolver interrogantes sobre la salud pública y la terapia y dilucidar secretos del funcionamiento cerebral.

Se llega así a la necesidad de una investigación exhaustiva de la influencia biológica del electromagnetismo dirigida a establecer, caracterizar y estandarizar los parámetros biotrópicos de los CEM correspondientes a las necesidades del organismo humano, es decir tendientes a crear lo que podríamos llamar el **comfort electromagnético**.

Si, basados en los posibles efectos sobre la salud, se toma la decisión de limitar la exposición de las personas a los CEM, el paso más importante debe ser definir la dosis. A pesar de las dificultades para cuantificarla, los investigadores utilizan más el criterio de la energía absorbida por el individuo que el de la densidad de potencia incidente o corriente induci-

da y la escogencia del criterio es un aspecto clave para establecer una norma única internacional (9).

Las dificultades metodológicas de este problema han llevado a que las normas que regulan las exposiciones a los CEM se hayan desarrollado independientemente en los distintos países, que han impuesto sus propios criterios. Así, por ejemplo, como resultado de trabajos realizados por investigadores de lo que hasta hace poco se llamó Unión Soviética y de los demás países socialistas, se estableció como criterio para determinar el nivel de permisividad de la radiación electromagnética artificial, las reacciones de no confortabilidad del SNC, declarándose este límite como de  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  ( $1 \mu\text{W} = 10^{-6} \text{W}$ ); por el contrario, basados en el criterio de la corriente inducida, en los Estados Unidos y algunos países occidentales, dicho límite se estableció arbitrariamente en tres órdenes por encima de este valor,  $1 \text{mW}/\text{cm}^2$  ( $1 \text{mW} = 10^{-3} \text{W}$ ).

Con respecto a lo anterior es evidente la necesidad de despojarse de ligaduras culturales e ideológicas en la estandarización de los CEM, pues los criterios metodológicos en este sentido parecen estar regidos más por intereses comerciales y políticos que humanos. En general se observa una tendencia a unificar los criterios y a establecer una sola norma internacional. Mientras tanto las normas vigentes seguirán sufriendo modificaciones como resultado de la evidencia acumulada sobre los efectos biológicos de los CEM (9).

## CONCLUSION

Es necesario constatar que en nuestro país se resuelvan de manera adecuada las prácticas de normatización de los CEM artificiales y de las radiaciones no ionizantes en el diapason de las frecuencias super-altas. En el momento histórico que vivimos, en que se reglamenta todo lo que potencialmente atente contra la estabilidad psíquica, física, moral y económica de los miembros de nuestra sociedad, sería beneficioso establecer un programa nacional de investigación de la influencia de los CEM sobre el organismo humano con los siguientes objetivos: a) reglamentar su uso por parte de los médicos bioenergetistas; b) estandarizar los CEM generados artificialmente en la industria (centrales radiofónicas, antenas parabólicas, centrales eléctricas, etc.); c) establecer los parámetros característicos de los CEM

naturales de distintas regiones de Colombia; d) observar las posibles influencias de éstos sobre los seres vivos que habitan dichas regiones.

---

#### **SUMMARY**

#### **BIOPHYSICAL ASPECTS OF THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS (EMF) ON THE HUMAN BODY**

Some historical aspects of biomagnetism and of the various steps that led to the development of bioelectricity and electrotechnique are summarized. Alterations observed in individuals working for long periods of time in contact with artificial EMF are described as well as the correlation between natural EMF and accidentality. The utilization of EMF for therapeutic purposes is reviewed and some considerations are given to the so called "bioenergetic medicine" that employs light, laser, sound, electricity and magnetism. A warning is made against the indiscriminate therapeutic use of EMF by practitioners without

proper training; the need for solid research which may support the development of this area of medicine is emphasized.

---

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. MANOILOV BE. La electricidad y el hombre. Leningrado: Energía, 1975; 323.
2. ZOLTAN K. La técnica cura. Budapest: Gondolat, 1977; 179.
3. JOLODOV IA. Influencia de los campos electromagnéticos sobre el sistema nervioso central. Moscú: Ciencia, 1985; 233.
4. IVANOV KA. La neuro-electrónica, el cerebro y el organismo. Kiev: Naukova Dumka, 1983; 204.
5. JOLODOV IA. Los campos electromagnéticos y el sistema nervioso central. Moscú: Ciencia, 1983; 521.
6. IVANOV KA. Neurofisiología, neurocibernética y neurobiónica. Kiev: Escuela Superior, 1985; 315.
7. BECKER RO, SELDEN G. Electromagnetism and foundation of life. New York: William Morrow Co., 1985; 150.
8. BECKER RO, MARINO AA. Electromagnetism and life. New York: State University of New York Press, 1982; 79.
9. JAMES-ABRIL R, NOTOA A, ORTIZ J, et al. Efectos del campo eléctrico en los seres vivos (Tesis) Bogotá: U. Nacional, 1987.