

# APUNTES PARA UNA HISTORIA SOBRE LA MEDICINA ALTERNATIVA EN CUBA - II. TERAPIAS MAGNÉTICAS Y ELECTROMAGNÉTICAS

## Notes for an history about alternative medicine in Cuba - II. Magnetic and electromagnetic therapies

Arnaldo González Arias

### Resumen

Se presentan los antecedentes internacionales de las terapias magnéticas y electromagnéticas, así como su desarrollo en nuestro país, aunque muchas veces las referencias nacionales consultadas no hacen clara distinción entre unas y otras. Las evidencias teóricas y experimentales acumuladas sobre las *terapias magnéticas estáticas* a lo largo de cientos de años muestran que son inocuas; no hay beneficios ni perjuicios, excepto quizás por la pérdida de tiempo, esfuerzos y recursos, más la imprudencia de que el paciente no reciba algún tratamiento realmente efectivo para su dolencia, lo que a la larga puede causar males mayores. En las *terapias electromagnéticas* los campos magnéticos varían desde cero hasta un valor máximo, o invierten su dirección continuamente en el transcurso del tiempo. La ley de Faraday-Lenz establece que los campos magnéticos variables en el tiempo generan campos eléctricos, por lo que la interacción de los campos electromagnéticos con la sustancia difiere notablemente de la interacción de los campos magnéticos estáticos. Se presentan diversas aplicaciones en Cuba, aunque al no aparecer pruebas fehacientes de su efectividad acorde a las normas estipuladas usualmente para los ensayos clínicos, pudieran haber sido nocivas para los pacientes.

Palabras clave: *Historia, terapias magnéticas estáticas, terapias electromagnéticas, imanes, ensayos clínicos.*

### Abstract

International background about magnetic and electromagnetic therapies is presented, as well as their development in our country, even when many times the cited national references do not show a clear distinction between them. Theoretical and experimental evidence collected about *magnetic static therapies* in hundreds of years show they are innocuous. There are neither benefits nor damages, maybe with the exception of the time loss, efforts and resources, added to the imprudence due to the patient not receiving some effective treatment for his or her illness, which could cause further undoing at long term. In the *electromagnetic therapies*, the magnetic field changes from zero to a maximum, or modifies its direction continuously with time. Faraday's law express that a changing magnetic field create electric fields, and for this reason the interaction of electromagnetic fields with matter is very different to that of the static ones. Several applications in Cuba are presented, even though due to the lack of reliable proof of their effectiveness according to the

regulations established for clinical essays, they could have been harmful to patients.

Keywords: *History, magnetic static therapies, electromagnetic therapies, magnets, clinical trials.*

*Lo que no ha sido estudiado imparcialmente no está bien estudiado; el escepticismo es el primer paso hacia la verdad.*

*Denis Diderot*

No hay dudas de la veracidad de la conocida máxima sobre la necesidad de conocer de dónde venimos para saber hacia dónde vamos. En lo que a medicina alternativa se refiere, si deseamos honrar esta máxima, cada vez parece más necesario hacer una recopilación del origen y evolución de estas terapias en nuestro país, al menos de las más difundidas. Dos de ellas son la magnetoterapia y las terapias electromagnéticas.

Es importante especificar que muchos designan de la misma forma a estas dos modalidades de la medicina alternativa, a pesar de que poseen muy diferentes propiedades de interacción con las sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas. La primera está basada en la aplicación de imanes permanentes o electroimanes alimentados con corriente continua, y es a la que realmente corresponde el término magnetoterapia (del inglés 'magnet therapy'). Los campos que se aplican son *estáticos*; no varían con el transcurso del tiempo. Las evidencias teóricas y experimentales acumuladas sobre la magnetoterapia a lo largo de cientos de años muestran que esas terapias son inocuas; no hay beneficios ni perjuicios, excepto quizás por la pérdida de tiempo, esfuerzos y recursos, más la imprudencia de que el paciente no reciba algún tratamiento realmente efectivo para su dolencia, lo que a la larga puede causar males mayores.

La segunda modalidad emplea bobinas alimentadas con corriente alterna de baja frecuencia, ya sea la de la red comercial (60hertz) o empleando fuentes alternas o pulsantes de hasta de varios cientos de hertz (terapias electromagnéticas). En estas terapias los campos magnéticos varían, desde cero hasta un valor máximo, o invierten su dirección continuamente con el transcurso del tiempo. Sin embargo, algo que muchos entusiastas de las terapias electromagnéticas desconocen es que una ley física bien conocida<sup>†</sup> establece que los campos magnéticos variables en el tiempo generan campos eléctricos. De aquí que siempre que haya corrientes alternas o pulsantes involucradas en la generación del campo magnético también habrá presentes campos eléctricos, imposibles de separar de los magnéticos. Como la interacción de los campos eléctricos con la sustancia difiere notablemente de la interacción de los campos magnéticos, lo que quizás pudiera ser válido para un tipo de 'terapia' no tiene por qué serlo para el otro.

La piel representa una barrera natural contra los campos eléctricos y se opone con bastante eficacia a su penetración en el organismo. Si se intenta aumentar la intensidad para incrementar la penetración, pueden saltar chispas y producir

---

<sup>†</sup> La ley de inducción magnética de Faraday-Lenz. En su forma integral queda cómo  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$ , donde  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$  representan los campos eléctrico y magnético respectivamente;  $s$  es el área atravesada por  $B$  y  $l$  la longitud de la curva que circunda esa área.

quemaduras. Por el contrario, la piel y demás tejidos son sumamente permeables a los campos magnéticos. Cuando se aplica un campo magnético variable de suficiente intensidad, se generan campos eléctricos variables *dentro del organismo*, y no sólo en la región del cuerpo que se desea tratar, sino también en todos sus alrededores, en una región bastante amplia. Por ejemplo, aplicar un campo magnético variable en la nariz también trae aparejada su aplicación en los ojos, el cerebro, el oído interno, etc., lo que es ignorado por la mayoría de los entusiastas de las terapias electromagnéticas, que piensan ilusoriamente que el efecto se concentra sólo en el órgano que desean tratar. Tendrá muy poca importancia cuanto más cerca o más lejos se encuentre la fuente de la cabeza del paciente; toda ella se verá afectada en un alto por ciento, incluso si la aplicación es en el hombro, el tórax u otras partes cercanas. No hay fundamento para expresar, como algunos afirman, que el procedimiento no es invasivo. Por el contrario, el tratamiento se extenderá de manera incontrolable a regiones donde no se supone que debiera llegar, sin que se conozcan sus posibles consecuencias.

En cuanto a su efectividad, hasta el momento sólo hay evidencias de beneficios pobres o dudosos, y sólo en casos muy específicos. También existen indicios de que su aplicación pudiera ser en algunos casos no benéfica, sino perjudicial (iatrogenia)<sup>‡</sup>.

Las terapias basadas en radiaciones de más alta frecuencia, del orden de kilohertz o megahertz, se emplean con fines muy específicos y se conoce bastante bien su efectividad, las dosis adecuadas, las contraindicaciones y los posibles perjuicios. Al ser conocidas sus propiedades, rara vez se encuentran asociadas a terapias pseudocientíficas.

## 1. Magnetoterapia

**1.1 -Antecedentes internacionales.** Los primeros intentos de curar con imanes se pierden en la bruma del tiempo. Al revisar la literatura surgen referencias anecdóticas muy antiguas que provienen de egipcios, griegos y romanos. También se reportan menciones sobre las supuestas virtudes curativas del mineral magnetita en escritos persas, árabes y bizantinos antiguos.

Referencias más confiables aparecen en el siglo XVI, cuando el médico, filósofo y alquimista suizo Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), más conocido como Paracelso, utilizó imanes permanentes para tratar la epilepsia, la diarrea y las hemorragias, procedimientos que posteriormente fueron encontrados sin fundamento. Consideraba que las enfermedades eran atraídas hacia el imán de la misma forma que son atraídos el acero y el hierro, y que uno de los polos era capaz de atraer y el otro de repeler los padecimientos. En los siglos siguientes se multiplicaron en toda Europa partidarios y detractores de las terapias magnéticas. Es posible encontrar referencias del siglo XVIII sobre la aplicación de imanes permanentes para aliviar los dolores dentales, la histeria, los temblores y la tortícolis. También se

---

<sup>‡</sup> Efectos nocivos causados por la actuación médica o la acción de medicamentos.

menciona la mejora en la regularidad de las menstruaciones y la atenuación de dolores en general.

La terapia magnética con imanes permanentes alcanzó su clímax a finales del siglo XVIII en Francia, gracias a Franz Anton Mesmer, un médico austríaco precursor en el campo del hipnotismo. En vísperas de la Revolución Francesa, Mesmer inauguró en París un salón de curaciones que atendía a la nobleza e incluía tratamientos magnéticos. Las curaciones se lograban tratando las "...desviaciones indeseables del magnetismo animal innato a los seres humanos". Con el tiempo, Mesmer descubrió que obtenía los mismos resultados sin utilizar los imanes y postuló que el "magnetismo animal", inherente a todo lo vivo, era quien le permitía corregir las anomalías del "flujo magnético" en los enfermos.

En 1785 el rey Luis XVI, a instancias de médicos prominentes de París que cuestionaban las terapias de Mesmer, nombró una comisión para evaluar sus curaciones. La comisión incluía personalidades que aún se recuerdan: el astrónomo Jean Sylvain Bailly, miembro de la Academia, primer presidente de la Asamblea Nacional durante la Revolución Francesa y posteriormente Alcalde de París; el químico Antoine Lavoisier, descubridor de la Ley de Conservación de la Masa, miembro de la Academia, también conocido como el Padre de la Química Moderna; el médico Joseph Ignace Guillotin, de sombría celebridad hoy día, pero un médico reconocido en su época y diputado a la Asamblea Nacional y Benjamín Franklin, revolucionario, diplomático y experto en electricidad norteamericano, inventor del pararrayos y los bifocales. El informe elaborado por la comisión, desfavorable a las teorías y curaciones de Mesmer, hizo que este perdiera rápidamente su prestigio y pasara el resto de su vida en el olvido. (1,2)

Durante mucho tiempo las terapias magnéticas sobrevivieron de una forma u otra entre los practicantes de la medicina hasta mediados del siglo XIX. Un artículo de revisión de E.J. Engstrom revela que entre 1780 y 1830 los médicos de la Charité, uno de los principales hospitales de Berlín, realizaron ensayos clínicos para comprobar la efectividad terapéutica de la magnetoterapia. Basado en los reportes médicos e historias clínicas, Engstrom concluye que... "Mientras que en 1790 la plausibilidad de las reivindicaciones terapéuticas del magnetismo animal demandaban la atención del cuerpo médico, en 1830 las evidencias acumuladas sobre lo que se basaban esas reivindicaciones habían perdido su poder de persuasión y fueron relegadas al oscuro mundo de los farsantes y los charlatanes". (3)

No obstante, la terapia magnética nunca llegó a desaparecer totalmente. Pasó del ámbito de los practicantes médicos a los curanderos y los comerciantes inescrupulosos. A finales del siglo XIX era posible encontrar catálogos de grandes tiendas norteamericanas ofertando ropa y sombreros magnéticos (algunos con más de 700 imanes) para entrega por correo. Los anuncios prometían que "... el magnetismo, aplicado correctamente, *curará cualquier enfermedad curable*, con independencia de cuál sea su causa" (ver figura 1). En la actualidad es posible encontrar múltiples ofertas de imanes permanentes integrados en diversos aditamentos terapéuticos, pero los ensayos clínicos que

avalen su eficacia nunca aparecen. En abril de 2011, el periódico El País alertaba a los españoles acerca de posibles usos fraudulentos de la magnetoterapia. Según la Agencia de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), se pueden encontrar todo tipo de productos, desde fajas de neopreno, antifaces, almohadillas, pulseras o jarras que convierten el agua en magnética y que prometen curar la hipertensión, el sida o el cáncer. (4)



**Fig. 1.** Corsets magnéticos patentados en 1891 por Cornelius Bennet, para mujeres de todas las edades. En el abanico se lee “The cure sea back” (curan la espalda débil). (5)

Desde el punto de vista teórico, ni siquiera existen indicios de cual pudiera ser el posible mecanismo de acción de esos dispositivos, pues el campo magnetostático, propio de los imanes permanentes, es incapaz de entregar energía continuamente como lo hace, por ejemplo, una batería. Los imanes no se “descargan” al interactuar con la sustancia, por lo que no son capaces de entregar “energía benéfica” neta como algunos afirman. §

Existen muchos más argumentos que evidencian la falsedad de las promociones comerciales sobre aditamentos basados en imanes permanentes. Por ejemplo, al calcular el valor numérico de las posibles energías magnéticas que pudieran estar involucradas en la interacción con células o moléculas orgánicas, se encuentra que son mucho menores que los intercambios energéticos usuales en el organismo a nivel microscópico. Pero hay otra evidencia más inmediata e incontrovertible: los equipos modernos de formación de Imágenes por Resonancia Magnética (IRM) funcionan exponiendo al paciente acampos estáticos cientos o miles de veces más intensos que los

---

§ *Los imanes pueden perder su magnetización con el transcurso del tiempo, pero por otras causas como son la elevación de temperatura o vibraciones mecánicas. En ambos casos se desarticula el orden interno microscópico de los átomos intrínsecamente magnéticos, lo que se refleja en la desaparición del magnetismo a nivel macroscópico.*

que puede proporcionar cualquier imán permanente. Sin embargo, nunca se han detectado efectos colaterales de algún tipo en los pacientes sometidos a esos campos tan intensos en regiones extensas del cuerpo, incluso durante períodos prolongados de tiempo. (6)

**1.2 - Reportes nacionales.** No existen referencias en Cuba anteriores a 1950 de médicos o curanderos que emplearan imanes para intentar curaciones. Quien más pudiera asemejarse fue Miguel Alfonso Pozo (a) Clavelito, que en esa década y durante varios años participó en un programa radial de la emisora Unión Radio. Clavelito no empleaba imanes, pero aseguraba ‘magnetizar’ el agua en un vaso si durante su programa se colocaba el vaso encima del aparato de radio. El agua así magnetizada, según su promotor, era capaz de curar a los enfermos, prevenir enfermedades... y también hasta de resolver un empleo o encontrar un marido. Este autor recuerda haber escuchado de niño el lema del programa, cantado con música de tonada campesina. Rezaba más o menos así: “Pon tu pensamiento en mí, y harás que en este momento, mi fuerza de pensamiento, ejerza el bien sobre ti”. Al colocar el vaso encima de la radio (que funcionaba con tubos al vacío y la parte superior se calentaba bastante durante el programa) al pasar un tiempo prudencial aparecían pequeñas burbujas, lo que de alguna manera justificaba la ilusión magnetizante ante los seguidores de Clavelito. Desde luego, las burbujas también aparecían cuando se sintonizaba cualquier otro programa.

A pesar de los antecedentes históricos y científicos sobre la ineffectividad de las terapias con imanes, ya desde antes del año 2000 comenzaron las invitaciones a magnetoterapeutas extranjeros para impartir cursos y conferencias en nuestras facultades de medicina. Quizás uno de los primeros fue el mexicano Shaya Michan, invitado a Cuba en el marco de una jornada de Medicina Natural, Tradicional y Bioenergética, propietario de una empresa que comercializaba todo tipo de instrumentos de magnetoterapia, pero sin artículos científicos publicados sobre el tema (ni sobre ese ni sobre cualquier otro tema).(7)

Otros conferencistas, como el Sr. Isaac Goiz Dur, también han sido invitados con los mismos objetivos. Este Sr., presentándose a sí mismo en la Internet como poseedor de un doctorado en ‘Medicina bioenergética’ o ‘Biomagnetismo médico’ de la Universidad Internacional de Oxford, había sido denunciado previamente por el Colegio Médico de Costa Rica por fraude y ejercicio ilegal de la medicina. Con posterioridad su título de Dr. fue negado públicamente por la universidad de Oxford. (8) Sus prédicas son anticientíficas, contrarias a lo que está muy bien establecido desde hace mucho por la física y la química. Algunas incluso son falsedades manifiestas que entran en contradicción con revisiones bibliográficas en revistas médicas. (9) Sin embargo, nada de esto impidió que algunos círculos médicos nacionales, o relacionados a la medicina, lo invitaran a Cuba a impartir un curso a costa del erario público, como si Goiz fuera una personalidad científica internacional. Obviamente, ni siquiera se tuvo la precaución de llevar a cabo una verificación elemental acerca de la calificación profesional de esta persona.

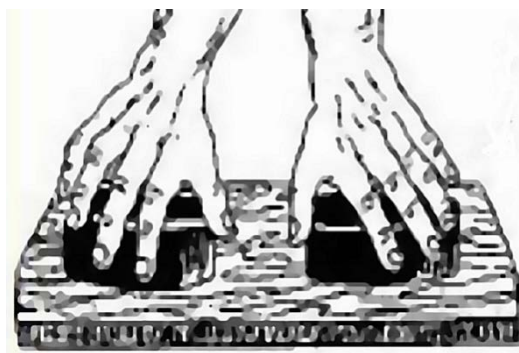
Es de lamentar que a pesar de las llamadas a la atención a las autoridades por

parte de especialistas y profesores universitarios estos casos se hayan repetido de forma recurrente (y no solo en lo que respecta a la magnetoterapia; también ha ocurrido en pseudociencias similares). La última invitación conocida, de finales de 2012, involucró al propietario del sitio WEB 'Biomagnética Salas', que tampoco es médico, sino un psicólogo que se proclama con más de 30 años de experiencia en "*nuevos métodos concernientes al equilibrio y la salud de manera integral*". (10) En una de las páginas del mencionado sitio aparece que es miembro fundador del Colegio de Biomagnetismo Médico; más adelante se alega que posee una maestría... en Biomagnetismo Médico. O sea, esta persona fundó el colegio... y en el proceso se autoadjudicó una maestría. Desde luego, no hay referencias a universidad alguna sobre estos cursos. Como los psicólogos no son médicos, no pueden diagnosticar o recetar medicamentos, excepto con algunas poquísimas excepciones. Sin embargo, en una de las páginas del sitio de Biomagnética Salas se puede leer: "en su práctica de consultorio en Biomagnética, (Salas) ha trabajado con su modelo que permite hacer tanto *curaciones directas como curaciones a distancia*, pudiendo trabajar con pacientes en otros países haciendo *diagnóstico y tratamientos* para múltiples enfermedades" (sic). O sea, este psicólogo reconoce abiertamente la práctica de algo para lo que no está ni facultado ni autorizado, lo que se conoce como *intrusismo* en los países de habla hispana. Para una descripción acerca de en qué consiste en realidad el biomagnetismo, ver "*Biomagnetismo: no se deje engañar por los falsos profetas*" en Juventud Técnica Digital, Febrero 4 2013, accesible en la WEB. (11)

Conjuntamente con la invitación a todo tipo de embaucadores, la imposición de imanes permanentes para supuestamente aliviar múltiples afecciones se extendió a los policlínicos y demás centros asistenciales de todo el país. Estas prácticas se vieron estimuladas en su momento por el acuerdo No. 4282 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros referente a la Medicina Natural y Tradicional, que proponía "... impulsar la medicina natural y tradicional (...) sin rechazar ninguna de sus modalidades". El documento no hacía referencia alguna a la necesidad de demostrar previamente la validez de la terapia, o siquiera su inocuidad. (12)

Lo más usual ha sido prescribir la magnetoterapia para tratar de aliviar dolores en las articulaciones, aunque también aparecieron muchas otras aplicaciones como, por ejemplo, sentarse encima de un imán para aliviar problemas de la próstata o adosarlo a la cara para atenuar el dolor miofacial.(13) Todas estas 'terapias' se basaban esencialmente en las recomendaciones del libro del hindú H.L. Bansal y otros similares, plagados de afirmaciones falsas pero muy difundidas en diversos círculos médicos y odontológicos. El libro de Bansal, por ejemplo, no cita referencias de revistas científicas arbitradas ni menciona experimentos controlados o el efecto placebo, no reporta estadísticas válidas, grupos de control o contraindicaciones reales. Tan sólo casos aislados y favorables. Dada la cantidad de absurdos que aparecen y la falta de referencias adecuadas, el libro de Bansal sólo se puede calificar de anticientífico en su totalidad (figura 2). La creación de tiendas para recaudar divisas contribuyó a la difusión de estas falsas terapias, pues también se pusieron a la venta pulseras y aretes magnéticos. Las primeras, a un costo de 11 USD, presumían de controlar la hipertensión (ref. [7]).





**Fig. 2.** Una de las tantas recomendaciones anticientíficas de Bansal aplicadas en nuestros centros de salud. Consiste en colocar el polo norte de un imán en la mano derecha y el polo sur en la mano izquierda. Indicado para las afecciones de la parte superior del cuerpo: lesiones de los miembros superiores, tórax, columna cervical y dorsal y cráneo. No queda claro que sucede si Ud. se equivoca de polaridad. (14)

En 2006, un juez estadounidense condenó al distribuidor de una pulsera magnética similar a la comercializada en Cuba a rembolsar a 100,000 compradores el dinero gastado a causa de la publicidad engañosa. Durante la vista pública, el juez Morton Denlow citó un estudio de la Clínica Mayo que atribuía la eficacia referida por algunos usuarios al efecto placebo, fenómeno de sugestión bien conocido, que hace que los síntomas declarados por el enfermo puedan mejorar con un falso tratamiento. El magistrado argumentó que las supuestas propiedades de la pulsera, un aro de metal terminado en dos pequeñas esferas, eran "... más ficción que ciencia" (figura 3). (15)



**Fig. 3.** Pulsera magnética. Tomado de [www.elmundo.es](http://www.elmundo.es), suplemento 16/9/ 2006, número 676.

Éste no es ni mucho menos el único caso de sanción a la magnetoterapia por parte de tribunales norteamericanos. Un documento similar de 2002 inhabilitó a la compañía Techno Brands Inc. por promocionar, conjuntamente con otros productos, *bioimanes* que supuestamente reducían el dolor y los daños

musculares sin necesidad de emplear calmantes u otras terapias. Los bioimanes se promovían como efectivos para el dolor espalda y de cintura, codo de tenista, síndrome del túnel carpiano, dolores en las manos, hombros, tobillos, cuello y otros. (16)

Con fecha septiembre 9 de 2002 Bill Lockyer, fiscal general de California, presentó una demanda contra la compañía European Health Concepts, Inc., por la comercialización de colchonetas magnéticas capaces de mejorar la salud en forma 'preventiva y terapéutica' de un sinnúmero de afecciones, entre ellas la fibromialgia, el asma, la bronquitis, colitis, diverticulitis, esclerosis múltiple, insomnio, problemas cardiacos y desórdenes mentales. El total de dolencias listado superaba las cuarenta. La acción emprendida representaba multas y restituciones a los consumidores por más de millón y medio de dólares. (17)

**1.3 El agua magnetizada.** El tema del agua magnetizada merece un comentario aparte. En septiembre de 1999 la Comisión Federal de Comercio de EE.UU. (Federal Trade Commission, FTC) libró una denuncia contra la corporación 'Pain Stops Here' por promocionar "agua magnetizada", supuestamente benéfica para un gran número de padecimientos tales como infecciones urinarias, úlceras gástricas, disentería, cálculos renales e incluso para normalizar el sistema circulatorio y reducir el colesterol. (18)

El agua no se puede magnetizar. La magnetización es una propiedad de los sólidos, no de los líquidos. Pero además, el agua es *diamagnética* y no es atraída por los campos magnéticos, sino repelida débilmente. Por otra parte, los carbonatos disueltos en el agua sí son sensibles a su acción cuando el agua se hace pasar a determinada velocidad en una tubería por un campo magnético. Ese tratamiento magnético no reduce el contenido de sales; pero logra que precipiten en el seno del líquido y permanezcan en suspensión sin depositarse en las paredes, reduciendo drásticamente la formación de costras calizas si el tratamiento se aplica correctamente. El material de que está construida la tubería también influye en el resultado final; no es lo mismo una tubería de hierro que otra de polivinil; en esta última casi no se forman costras. (19) El tratamiento magnético del agua ha sido recomendado por el gobierno federal de EE.UU. como una forma efectiva de ahorrar energía, al reducir la necesidad de remover las costras regularmente y favorecer el intercambio térmico en calderas y tubos de enfriamiento. (20)

Hasta aquí la realidad; no existen evidencias acerca de las muchas otras propiedades que le atribuyen al agua tratada quienes practican la magnetoterapia. No obstante lo anterior, es posible encontrar revistas médicas cubanas donde se reportan tratamientos a pacientes con anginas de pecho y varices empleando agua u otros líquidos magnetizados, con "respuestas satisfactorias" en la totalidad de los pacientes tratados. (21,22)



**Fig. 4.** Planta purificadora 'magnetizante' de tecnología mexicana, sita en Cuba 553, entre 5 y 6, Vista Alegre, Ciego de Ávila (marzo 2012).

También en nuestra prensa se pueden encontrar anuncios y referencias esporádicas a tratamientos magnéticos ilegítimos de todo tipo, tanto por parte de personal de la salud como por comerciantes privados. Por ejemplo, en un periódico de Ciego de Ávila que reportó la venta de agua 'purificada' por medios magnéticos, se lee que el tratamiento reduce los contenidos de calcio, cloro y la dureza del agua, lo que constituye un engaño al consumidor.\*\* Roberto Jorge Sánchez, inversionista propietario de la planta, aseguró que en marzo de 2012 la demanda iba en aumento a partir de prescripciones de varios facultativos de la provincia. La recomiendan para pacientes aquejados de problemas gastrointestinales, renales, problemas de colesterol y diabetes mellitus (figura 4). (23)

## 2. Terapias con electroimanes a baja frecuencia

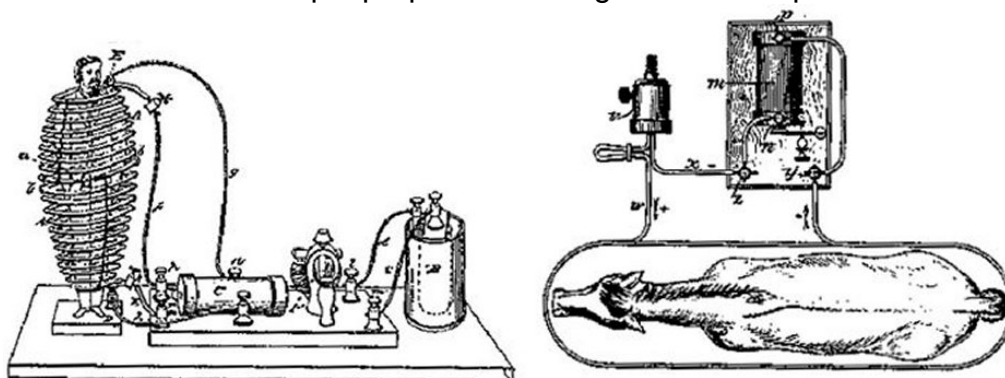
**2.1 Antecedentes internacionales.** El tratamiento con campos de inducción a baja frecuencia, reputado por algunos como novedoso, no lo es en realidad. La figura 5 muestra un anuncio del Theronoid, producido en los EE.UU. a partir de 1928. Consistía en un enrollado toroidal de alambre conductor de unos 50 cm de diámetro con dos controles: uno de apagado/encendido y otro de alta/baja, para regular la intensidad. Diseñado para ser usado en el hogar, el usuario lo conectaba a un tomacorriente para autoaplicarse tratamientos diarios de 3 a 5 minutos de duración. (24)

\*\* *La dureza del agua es producida por las sales de calcio y magnesio, y en menor proporción por las de hierro, aluminio y otros metales. El tratamiento magnético no altera el contenido de sales ingeridas (en todo caso, lo aumenta, al no quedar depositadas en las tuberías). No hay evidencias de que contribuya con algún beneficio para la salud.*



**Fig. 5.** El Theronoid de 1928, prohibido en los EE.UU. en 1933.

Con anterioridad al Theronoid se habían patentado otros dispositivos parecidos para aplicar señales electromagnéticas, tanto a personas como a animales (figura 6). Como casi siempre ocurre con estas terapias “de maravilla”, los promotores afirmaban que el dispositivo podía curar casi cualquier dolencia, desde el estreñimiento hasta la parálisis. En 1933 la FTC de los EE.UU. prohibió la publicidad del Theronoid como dispositivo terapéutico, por no encontrar evidencias de que proporcionara algún beneficio para la salud.



**Fig. 6.** Terapia electromagnética para personas y equinos. (Patente de los años 20 del siglo pasado).

Con fecha mucho más reciente, en febrero de 2007, en una acción combinada con México y Canadá, la FTC presentó una demanda contra la empresa canadiense ‘Zoetron therapy’, alegando la ineffectividad de su terapia electromagnética contra el cáncer. La misma se basaba en la aplicación de campos magnéticos pulsantes para eliminar las células cancerosas. La Zoetron cobraba de 15000 a 20000 USD a los pacientes norteamericanos, que después debían trasladarse por su cuenta a México. Durante la acción combinada, las autoridades mexicanas clausuraron la clínica en Tijuana donde se efectuaban los tratamientos. Finalmente la Zoetron llegó a un acuerdo con la FTC, en el que la empresa se comprometía a no intentar nuevamente un ‘negocio’ análogo, a cuenta de la suspensión de una multa de 7 650 000 USD, basada esencialmente en su imposibilidad de cubrirla.

Los artículos científicos más recientes, publicados en revistas arbitradas de

prestigio sobre los tratamientos electromagnéticos a baja frecuencia, reportan en muchos casos efectividad dudosa o francamente nula. Un ejemplo es el referido al tratamiento del dolor osteoarttrítico en la rodilla, resultado de un resumen de artículos publicados entre 1966 y 2005.(25) Otros no llegan a conclusiones bien definidas y sólo recomiendan más estudios.(26) En relación a posibles efectos cardiovasculares otro artículo concluye quede existir algún efecto, es pequeño y más bien dañino.(27) Un artículo resumen de 2008, con más de 400 referencias, muestra que aparecen efectos medibles de diversos tipos a nivel celular al aplicar campos electromagnéticos, pero el artículo se abstiene de llegar a conclusiones acerca de su carácter benéfico o nocivo.(28)

La terapia más estudiada es la que se aplica a las fracturas óseas, tanto en personas como animales. Si bien en 2003 el mecanismo no estaba totalmente esclarecido, su eficacia ya se había comprobado sin lugar a dudas. (29) Se emplean frecuencias entre 20 y 100 hertz con intensidades del campo aplicado muy pequeñas, entre 0,5 y 8 militesla y duración de hasta 30 minutos. Diversos autores reportan que esos campos estimulan los procesos asociados a la formación del hueso y la asimilación de implantes. Sin embargo, otros consideran que los beneficios no justifican su relativamente alto uso clínico en algunos lugares. También hay evidencias de que la regeneración del hueso pudiera ocurrir de manera indeseable. El artículo de 2003 concluye que *“...sin conocer con precisión el mecanismo celular asociado a la respuesta de los tejidos a estas intervenciones, resultaría difícil e inefectivo implementar una terapia apropiada acorde a la prescripción clínica precisa”*. Más adelante señala el artículo: *“se requiere un esfuerzo en este sentido para lograr la suficiencia en la aplicación clínica”*. Y al final de la publicación, en un intercambio con los árbitros, los propios autores advierten: *“...utilizar esta tecnología de forma indiscriminada (sin prescripción y supervisión apropiada) puede causar efectos secundarios indeseados, e incluso dañinos”*. Un análisis metaestadístico posterior, publicado en 2008, reporta que en ese momento aún existía mucha incertidumbre acerca de la efectividad de la estimulación electromagnética cuando se aplica a las fracturas. (30)

## **2.2 Experiencias nacionales**

En eventos científicos nacionales de ortopedia se han presentado diversos trabajos sobre tratamientos electromagnéticos en fracturas óseas. Refieren que la actividad osteoblástica es más rápida y el callo óseo evoluciona más rápido, lo que coincide con reportes internacionales. No obstante, la extensión de este procedimiento para intentar resolver otras afecciones, que nada tienen que ver con las fracturas óseas y sin aplicar ensayos clínicos adecuados, hace que las terapias electromagnéticas se consideren como pseudociencia en la mayoría de sus aplicaciones. En este caso, al igual que en otras pseudociencias, la manera de pensar anticientífica ha sido, al parecer: *¿sirve para esto?... ¡pues probemos para esto otro!*, aunque no haya una justificación racional para el intento y se obvian por completo los ensayos clínicos, tanto en los aspectos éticos como científicos, en franca situación de abuso al paciente.

Es posible encontrar en la literatura local resúmenes sobre la aplicación de campos electromagnéticos pulsantes o de baja frecuencia donde, de manera

confusa, se designan como magnetoterapia. Además, el papel de la componente eléctrica del campo -sin lugar a dudas la más importante- prácticamente no se menciona. Tampoco se habla del efecto de las corrientes inducidas a nivel microscópico celular, de acuerdo a la ley de Ohm  $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ ,<sup>††</sup> ni se hace alusión a los posibles mecanismos benéficos o nocivos a nivel celular que expliquen las supuestas curaciones o contraindicaciones. Las referencias de revistas arbitradas internacionales son escasas y no actualizadas; por ejemplo, la única cita de un artículo internacional referido a la aplicación en fracturas óseas en uno de estos resúmenes es 20 años anterior a su publicación; sin embargo, abundan las citas de textos espurios de magnetoterapia. Además, a veces se consideran las patentes, y no los artículos científicos, como una medida del estado de la tecnología.<sup>‡‡</sup> (31) Otros de estos artículos simplemente exponen una serie de afirmaciones sin fundamento y sin siquiera citar un solo artículo científico, lo que también demerita la credibilidad de la correspondiente publicación. (32)

Las terapias electromagnéticas se han utilizado en los hospitales nacionales para tratar de aliviar padecimientos muy disímiles, entre ellos la fibromialgia(33), la psoriasis (34), las afecciones en la rodilla<sup>§§</sup>, (35) la artrosis cervical (36) los traumatismos (37) y algunas enfermedades renales.(38) Muchas veces en estos reportes falta incluso la revisión bibliográfica crítica y exhaustiva de los conocimientos acumulados internacionalmente sobre el tema, sin hacer mucha distinción entre los diversos efectos causados por diferentes frecuencias. Es usual que la palabra *placebo* tampoco aparezca en el artículo. (39) Y cuando se citan reportes sobre la acción sobre células individuales, siempre se asume que son benéficos y que no pueden causar daño al paciente, a pesar de la falta de evidencia en uno u otro sentido. Tampoco aparecen intentos por determinar las dosis adecuadas en intensidad, duración, número de aplicaciones y forma de la señal aplicada, pues bien pudiera suceder que los supuestos efectos benéficos se conviertan en dañinos al cambiar la dosis o el número de aplicaciones, como es usual en muchos medicamentos. Otra particularidad que también se obvia en esos artículos es que los campos electromagnéticos, por su propia naturaleza, tienden a dispersarse y ocupar una región relativamente amplia alrededor del emisor. Un tratamiento dirigido, digamos, a los riñones, también incidirá conjuntamente en los intestinos, el bazo, el hígado, el páncreas, los ovarios o la próstata y demás órganos cercanos.

Por regla general estos reportes no mencionan los resultados obtenidos en los diferentes pasos previos a seguir por cualquier ensayo clínico, lo que es un índice de que no cumplen con los requisitos establecidos por el Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos (CENCEC), creado en 1991 para garantizar la evaluación clínica que se requiere para el registro y la

---

<sup>††</sup> J: densidad de corriente;  $\sigma$ : conductividad; E: intensidad de campo. Notar que los efectos pueden ser muy diferentes en dependencia de la conductividad del medio.

<sup>‡‡</sup> Una patente no da avales científicos. Para solicitarla no es necesario demostrar la efectividad del dispositivo o procedimiento patentado.

<sup>§§</sup> Ver la en la ref. [24] el resumen de artículos internacionales que afirman la ineficacia de las terapias electromagnéticas para las afecciones en la rodilla.

comercialización de productos médico-farmacéuticos o biotecnológicos y equipos médicos.(40) De conjunto con el CECMED (Centro para el Control Estatal de la Calidad de los Medicamentos, Dispositivos y Equipos Médicos), el CENCEC garantiza la seguridad, protección, derechos y beneficios a todos los sujetos que se involucran en las investigaciones biomédicas, acorde con los principios éticos internacionales. El CECMED además certifica que los ensayos clínicos se realicen con un diseño, conducción y análisis en consonancia con principios científicos y dentro de los postulados de las buenas prácticas, según consta en disposiciones emitidas por el Ministerio de Salud Pública. (41)

El camino a recorrer por una terapia antes que se apruebe su aplicación comienza con el establecimiento de sus características biológicas. Le sigue un estudio en animales. La etapa de desarrollo clínico, la última en la evaluación del producto, se estructura en ciclos, conocidos como las cuatro fases del ensayo clínico. En las tres primeras se estudian los aspectos farmacológicos y se inician las pesquisas de seguridad; se planifica la demostración del efecto terapéutico, profiláctico o diagnóstico y se determinan los esquemas de dosis que se prevé del producto. Algunas enfermedades de baja incidencia requieren de ensayos clínicos multinacionales para conseguir muestras representativas. La falta de metodología acorde a las normas reconocidas nacional e internacionalmente para los ensayos clínicos viola los derechos del paciente y las normas éticas recomendadas por la Organización Mundial de la Salud para probar tratamientos médicos. (42) Aún más, el no cumplimiento de las regulaciones del CENCEC indica una buena probabilidad de causar iatrogenia en los pacientes sometidos a investigación.

Hay reportes que mezclan las terapias alternativas electromagnéticas con otras tampoco comprobadas, como la ozonoterapia; en este caso se multiplica la posibilidad de daño al paciente. La ozonoterapia está prohibida en los EE.UU., Inglaterra y otros países bajo penas severas. Existen muchas referencias alertando sobre sus posibles efectos dañinos. Una búsqueda bibliográfica realizada el 8/14/1995 (comenzando en 1966) en las bases de datos Medline, Health, AIDSline and Cancerlit proporcionó más de 100 artículos citando efectos adversos en humanos o animales experimentales causados por el ozono o por los productos de su reacción.(43-45) En el caso a que nos referimos los tratamientos conjuntos se aplicaron a pacientes con demencia senil (46) y con glaucoma (47), sin que aparentemente se hicieran ensayos previos en células o animales, pues no se mencionan en el reporte. Como se explicó con anterioridad, la radiación electromagnética de baja frecuencia tiene un alto poder de dispersión y penetración, por lo que en ambos casos la totalidad de los órganos ubicados en la cabeza de los pacientes también resultó expuesta al tratamiento con igual intensidad.

Un extenso reporte de la Universidad de Washington en 2004, firmado por H. Lai y N.P. Singh reporta que "... ratas expuestas a campos sinusoidales de 60 Hz por dos horas, a intensidades de 0,1-0,5 militesla, mostraron incremento de la rotura de cadenas simples y dobles de ADN en las células del cerebro". (48) Este resultado debiera indicarle a los terapeutas magnéticos contemporáneos no aplicar indiscriminadamente campos de baja frecuencia cerca de la cabeza de los pacientes, al menos hasta tener mayor información sobre el tema. Si el

efecto también se presentara en otro tipo de células (lo que es muy probable), al exponer los ovarios o los testículos a estas radiaciones en una 'cama magnética' de baja frecuencia se podría dañar el ADN de óvulos y espermatozoides. Como son entidades unicelulares, se incrementaría la probabilidad de que el paciente llegue a procrear hijos con alguna anormalidad.

***Parte I: Terapias piramidales***

***Próxima entrega: parte III. Terapias bioenergéticas.***



## Referencias

- [1] Macklis [Roger M.](#) Magnetic Healing, Quackery, and the Debate about the Health Effects of Electromagnetic Fields. *Annals of Internal Medicine*, March 1993 | Volume 118 Issue 5 | Pages 376-383
- [2] Makay Charles. "Memoirs of Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds". London: Office of the National Illustrated Library, 1852. Second edition text. Accesible en <http://www.fullbooks.com/Memoirs-of-Extraordinary-Popular-Delusionsx30811.html>
- [3] Engstrom E.J., Magnetic trials in Berlin, 1789-1835: on the disembodiment of magnetic credibility. *Medizinhistorisches Journal* 41(3-4) 2006
- [4] García Carolina. Sanidad advierte del fraude de la magnetoterapia. *El Pais.com.-Sociedad*. Miércoles 27/4/2011.
- [5] Jackson Bill. The resurgence of magnetic therapy. *The pharmaceutical Journal*. Vol 276, No. 7397. p. 480-481. Abril 22 2006.
- [6] González Arias A. Magnetismo y pseudociencia en la medicina. *Rev. Cub. Fis.* Vol. 20, No. 1, 2003.
- [7] Torres Jose Luis. Magnetismo cubano. El Escéptico Digital, accesible en <http://digital.el-esceptico.org/leer.php?id=5&autor=6&tema=8>
- [8] AtinaChile.com. <http://www.atinachile.cl/content/view/266141/La-verdadera-Universidad-de-Oxford-se-pronuncia-respecto-al-biomagnetismo-medico-de-Isaac-Goiz-Dur.html>
- [9] Curso de biomagnetismo médico. [http://www.parbiomagnetico.net/que\\_es\\_biomagnetismo.html](http://www.parbiomagnetico.net/que_es_biomagnetismo.html)
- [10] Biomagnética Salas. Accesible en <http://www.biomagnetica.com.mx/>
- [11] González Arias A.. Biomagnetismo: no se deje engañar por los falsos profetas. *Juv. Tec. Digital*. Accesible en <http://www.juventudtecnica.cu/Juventud%20T/2013/panorama/paginas/bimagnetismo.html>
- [12] Acuerdo No. 4282 sobre la Medicina Natural y Tradicional (MNT) del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. 7 de Enero de 2002.
- [13] Rodríguez Betancourt Mylene del Carmen, Mursulí Sosa Maritza, Díaz Batista Raúl, Rodríguez Navia Tairi C.. Magnetoterapia en el dolor miofacial. Presentación de casos. *Gaceta Médica Espirituana* 2011; 13(3)
- [14] Acay Lopez Barbara, Zayas Guillot Juan Daniel, Bejerano Ocegüera Elena y otros. Pastillas Magnéticas Encapsuladas en plástico para introducir la Magnetoterapia en los Servicios Médicos Nacionales. Trabajo presentado en el XVI Fórum de Ciencia y Técnica, 2da Etapa.

- [15] Perancho Isabel. Un juez de EEUU castiga a la pulsera magnética española. Sept. 16 2006. *El mundo*. <http://www.elmundo.es/suplementos/salud/2006/676/1158357617.html>
- [16] United States of America Federal Trade Commission. *Docket No. C-4041*, Abril 2002. Donald S. Clark, Secretary
- [17] The people of the state of California vs. European Health Concepts. *Case No. 02AS05440*. Complaint for civil penalties, injunction restitution and other relief. September 9 2002. Signed by Michael. R. Botwin, Deputy Attorneys General. Accesible en CA DOJ News Alerts.
- [18] United States of America Federal Trade Commission. *Docket no. C-3898*. In the matter of ¡Pain Stops Here! Septiembre 1999. By the commission, Donald S. Clark, Secretary. Saved from <http://www.ftc.gov/os/1999/09/painstopcmp.htm>
- [19] González Arias A.. Lo cierto y lo falso acerca del tratamiento magnético del agua y los combustibles (Review). *Rev. Cub. Fis.* vol. 25, No. 2B, 2008.
- [20] Federal Technology Alerts. *Non-Chemical Technologies for Scale and Hardness Control*. <http://xnet.rrc.mb.ca/rcharney/Magnetic%20water%20conditioning.htm>
- [21] René F. Espinosa Álvarez, Jesús F. Novoa Blanco y José de la Luz Montero García. Carta al Director, a propósito de un caso relevante. *Rev Cubana Med Gen Integr* v.13 n.4 Ciudad de La Habana jul.-ago. 1997
- [22] Espinosa Álvarez René F., Novoa Blanco Jesús F. y Montero García José de la Luz. Un Nuevo Modelo de Tratamiento en Las Ciencias Médicas: El Agua Magnetizada. *Rev Cubana MedIntegr* 1998;14(2):171-3
- [23] Fajardo López Alexey. Abierta casa del agua en Ciego de Ávila. Periódico El Invasor. Marzo 25 2012. Accesible en <http://www.invasor.cu/index.php/es/economia/13336-abierta-casa-del-agua-en-ciego-de-avila>
- [24] Theronoid Electromagnetic Solenoid. <http://www.americanartifacts.com/smma/thero.htm>
- [25] McCarthy Christopher James, Callaghan Michael James and Oldham Jacqueline Anne. Pulsed electromagnetic energy treatment offers no clinical benefit in reducing the pain of knee osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006, 7:51 doi:10.1186/1471-2474-7-51. Accesible en <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/7/51>
- [26] Vincent Wilson, Andrasik Frank, Sherman Richard. Headache Treatment with Pulsing Electromagnetic Fields: A Literature Review. *Appl Psychophysiol Biofeedback* (2007) 32:191–207
- [27] McNamee David Andrew, Legros Alexandre G., Krewski Daniel R., Wisenberg Gerald, Prato Frank S., Thomas Alex W.. A literature review: the cardiovascular effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields. *Int Arch Occup Environ Health* (2009) 82:919–933

- [28] Funk Richard H.W., Monsees Thomas, zkucur Nurdan O". Electromagnetic effects – From cell biology to medicine. *Progress in Histochemistry and Cytochemistry* 43 (2009) 177–264
- [29] Chao Edmund Y.S. and Inoue Nozomu. Biophysical stimulation of bone fracture repair, regeneration and remodelling. *European Cells and Materials*. Vol. 6, 2003. Pp. 72-85
- [30] Mollon Brent, da Silva Vitor, Busse Jason W., Einhorn Thomas A. and Bhandari Mohit. Electrical Stimulation for Long-Bone Fracture-Healing: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90: 2322-2330.
- [31] Zayas Guillot Juan Daniel. La magnetoterapia y su aplicación en la medicina. *Rev Cubana Med Gen Integr* 2002;18(1):60-72.
- [32] Pérez Govea Alberto. La naturaleza, el hombre y el magnetismo. *Rev Cubana Med Gen Integr* 2002; 18(1): 73-5
- [33] Lena Fortuny Raúl y Friol González. Jesús E. *Revista Cubana de Reumatología*. Volumen IV, Num. 1, 2002
- [34] Pérez Rodríguez Zoila María, Falcón Lincheta Leopoldina, Rodríguez Hernández. Elisa Magnetoterapia en pacientes con psoriasis. *Rev Cub Med Mil* vol.40 no.3-4 Ciudad de la Habana jul.-dic. 2011
- [35] Sosa Salinas Ulises y Morfa Viamontes Félix. Campo magnético discontinuo a baja frecuencia en afecciones de la rodilla. *Rev Cubana Ortop Traumatol* 1996; 10(2)
- [36] Niubó Elías Martha María, Marañón Cardonne Miriam, Rodríguez Arias Orestes D. y Lahera Cabrales Rebeca. Magnetoterapia para alivio del dolor por artrosis cervical. *MEDISAN* v.14 n.2 Santiago de Cuba 10/feb-21/mar. 2010
- [37] Espinosa Álvarez René F., Montero García José de la Luz y Novoa Blanco Jesús Francisco. Tratamiento magnético de los traumatismos no complicados. Reportes preliminares. *Rev Cubana Med Gen Integr* v.23 n.4 Ciudad de La Habana oct.-dic. 2007
- [38] Betancourt Reyes Aleida, Pérez Rodríguez Zoila, Rodríguez Hernández Elisa, Rodríguez Apolinario Norlan. Magnetoterapia en pacientes con enfermedad renal crónica secundaria, fases 1 y 2. *Rev Cub Med Mil* vol.40 no.3-4 Ciudad de la Habana jul.-dic. 2011
- [39] Seymour Solomon. A Review of Mechanisms of Response to Pain Therapy: Why Voodoo Works. *Headache*. 2002;42:656-662
- [40] Centro Nacional Coordinador de Ensayos Clínicos. <http://www.cencec.sld.cu/inicio.htm>
- [41] Ramos Martín Dania. 1,2,3... probando. *Juv. Tec. Digital*. 9/07/ 2012. <http://www.juventudtecnica.cu/Juventud%20T/2012/panorama/paginas/ensayos%20clnicos.html>

- [42] Evans Imogen, Thornton Hazel and Chalmers Iain. "Cómo se prueban los tratamientos: una mejor investigación para una mejor atención a la salud". Org. Panamericana de la Salud (2010). Accesible en <http://www.jameslindlibrary.org/tt-downloads.html>
- [43] Green Saul. Terapia de oxigenación: tratamientos no comprobados para el cáncer y el SIDA. <http://www.quackwatch.org/01QuackeryRelatedTopics/Cancer/oxygen.html>, publicado el 17 de junio de 2001. Versión en español: <http://www.fisica.uh.cu/rationalis/aqui-alla/ozono/ozono1.htm>
- [44] Ozone therapy. December 2005. Health technology assessment unit Medical development division. Ministry of health. Moh/p/pak/110.06 (tr). Accesible en : <http://www.moh.gov.my> - También en <http://www.fisica.uh.cu/rationalis/aqui-alla/ozono/ozone%20therapy%20in%20Malasia.pdf>
- [45] González Arias A.. La controvertida ozonoterapia. *El Escéptico* 29, Ene-Abril 2009, p.62-64. Accesible en [http://www.fisica.uh.cu/rationalis/aqui-alla/ozono/El Esceptico 29, Ene-Abril 2009, p. 62.pdf](http://www.fisica.uh.cu/rationalis/aqui-alla/ozono/El%20Esceptico%2029,%20Ene-Abril%202009,%20p.%2062.pdf)
- [46] Llibre Rodríguez Juan de J., Samper Noa Juan A., Laucerique Pardo Tania y Pérez González Zoila. Tratamiento de la demencia senil tipo Alzheimer con campo magnético y ozono. *Rev. cuba. med. mil*; 24(2):69-77, jul.-dic. 1995.
- [47] Ferrer Mahojo Lourdes A., Varela Cadalso Francisco, Fernández Mulens Ydalmis. Mecanismo de acción local de la ozonoterapia y su combinación con el campo magnético en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto estadio inicial. Accesible en [http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol17\\_2\\_04/oftsu204.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/oft/vol17_2_04/oftsu204.htm)
- [48] Lai H. and Singh N.P.. Environmental Magnetic-Field-Induced DNA Strand Breaks in Brain Cells of the Rat. *Health Perspectives*, 112, 6, p.687-694, Mayo (2004).

**Autor:**  
**Dr.C. Arnaldo González Arias**  
Dr. en Ciencias Físicas  
email: [arnaldo@fisica.uh.cu](mailto:arnaldo@fisica.uh.cu)

*Presentado: 22 de junio de 2013*  
*Aprobado para publicación: 29 de octubre de 2013*