

## LA MAGNETOTERAPIA Y SU APLICACIÓN EN LA MEDICINA

Juan Daniel Zayas Guillot<sup>1</sup>

**RESUMEN:** El presente trabajo pretende abarcar una amplia visión de la situación actual y futura del uso de la magnetoterapia en diversas afecciones médicas. Se realiza una breve revisión histórica del tema, para situar a los lectores en el conocimiento de que la terapia magnética no es nueva, sino, que se viene aplicando desde hace muchos años en diferentes países y por diversos investigadores. Se hace una síntesis histórica de su aplicación en Cuba. Se revisa la tendencia de investigación y desarrollo de la aplicación de los campos magnéticos en el mundo y se recoge información referente a las especialidades en que más se está utilizando, los países e idiomas en que más se publican, las revistas y autores, los efectos adversos que pueden producir los campos magnéticos y además, se resume la situación actual de las patentes en el mundo sobre este tema. Se hace una breve revisión de los efectos biológicos de los campos magnéticos y sus consecuencias, así como las afecciones médicas en que más se utilizan. Se tratan los temas principales que se abordan en el ámbito nacional, acorde con el plan concebido por el movimiento del Forum de Ciencia y Tecnología, motor impulsor de la aplicación de la magnetoterapia en Cuba. Finalmente se plantean las metas para continuar desarrollando la aplicación del magnetismo en la esfera de la salud en Cuba.

### SÍNTESIS HISTÓRICA DEL MAGNETISMO

El origen de la noción de magnetismo es muy antiguo, se remonta a más de 3500 años, en plena Edad del Hierro, en el antiguo Egipto, China y la India. Entonces ya se descubrió que una piedra especial, la magnetita o imán natural, atraía las limaduras de hierro e incluso se adhería a los objetos de este metal.<sup>1-4</sup>

El naturalista romano *Plinio el Viejo* (23-79 d. de ne) transmitió la interpretación

de *Nicanor de Colofón* (siglo II a ne), según la cual, el nombre de magnetita procedería de un cierto pastor llamado *Magnes* que llevando su rebaño a pastar, observó la atracción que el suelo rico en este mineral ejercía sobre las partes de hierro de sus botas y bastón. Al remover la tierra para encontrar la causa del fenómeno, descubrió una piedra con la muy extraña propiedad de atraer el hierro.<sup>1-4</sup>

*Aristóteles* escribe que el filósofo, matemático y científico *Tales de Mileto* (624-548 a ne), uno de los "siete sabios de Grecia"

<sup>1</sup> Profesor Consultante de Ortopedia de los Servicios Médicos de las FAR. Profesor Asistente de Ortopedia de la Facultad "Finlay-Albarrán". Especialista de II Grado en Ortopedia y Traumatología.

mencionó una piedra mineral que tenía la propiedad de atraer el hierro. *Platón* dijo que *Sócrates* afirmaba ya las propiedades de los anillos magnéticos. También se dice que en aquella época *Cleopatra* solía llevar una tiara de imanes sobre la frente para conservar su belleza.<sup>1-4</sup>

Cuando muchos siglos después, a comienzos de la Edad Media, la magnetita fue conocida por los alquimistas europeos, la llamaron "piedra imán" (en francés *ierre aimant*) y al igual que en la antigüedad se le atribuían muchas propiedades curiosas, se suponía que proporcionaba vigor, alivio del dolor, salud y que detenía los procesos de envejecimientos, entre otras.

Hasta después de los estudios y observaciones de *Galileo Galilei* y su confirmación experimental con el viaje de *Fernando de Magallanes* alrededor del mundo, terminado por *Juan Sebastián Elcano* en 1522, no se admitió generalmente que la Tierra fuera redonda, que girara en el espacio y que, por lo tanto, tuviera un eje de rotación cuyos extremos son los polos terrestres.<sup>3,4</sup> Esta nueva concepción de la Tierra y los progresos científicos que se produjeron en los cuatro siglos siguientes, sobre todo en el campo de la física, ya indujeron a los científicos a considerarla como un gigantesco imán con sus respectivos polos, magnéticos, en el norte y en el sur. Mientras tanto, los estudios sobre las propiedades de los imanes continuaban y en el siglo XVI, *Philippus Aureolus Paracelso* (1493-1541) utilizó los imanes en múltiples procesos inflamatorios del soma y otras regiones del cuerpo.<sup>1-4</sup>

El estudio experimental del magnetismo fue conocido en el mundo por la publicación en 1600 del libro "De Magnete" de *William Gilbert*, médico de la Reina *Isabel I*. En el libro se describía el descubrimiento experimental en que se basaba, la declinación de la aguja imantada, que había sido

advertido ya por *Hartmann* en 1544 y estudiada en detalle por *Roberto Norman* (1590), marinero, constructor de brújulas y uno de los primeros científicos que no pertenecía a la nobleza y carecía de cultura.

"De Magnete" es por sí mismo un gran libro y una exposición de la nueva actitud científica; *Gilbert* no se limitó a los experimentos, esbozó a partir de ellos, nuevas ideas generales. La que sorprendió más a la imaginación de su época fue la de que los planetas se mantenían en sus órbitas gracias a la virtud magnética de atracción. Se trataba de la primera aplicación plausible física y completamente desmitificada de la ordenación de los cielos. Ello facilitó a *Newton* su argumentación contra los científicos de mentalidad mecanicista que sólo podían concebir la fuerza como impulso de cuerpos materiales en contacto.<sup>1-5</sup>

El físico inglés *Michael Faraday*, en el siglo XIX demostró el comportamiento de un imán alrededor de una corriente. Fue el fundador del biomagnetismo y la magnetoquímica. Confirmó que toda la materia es magnética, es decir, la materia es atraída o repelida por un campo magnético.<sup>3-6</sup>

El médico alemán, *Frederik Franz Antón Mesmer* (1734-1815) afirmó que las propiedades del imán natural era un remedio para todas las enfermedades y creía que todos los seres animados estaban dotados de una fuerza semejante, que él llamó magnetismo animal, capaz de producir curaciones en los órganos a los que se aplicara. A esta teoría terapéutica se le llamó "mesmerismo" en su honor.<sup>4</sup>

*Mollet* en Francia (1753), en su libro "Essai sur l'Electricité de Corps" intentó la primera explicación objetiva de los efectos biológicos de la electricidad.<sup>3</sup>

En 1785, *Carlos Agustín Coulomb* estableció con gran precisión la ley que lleva su nombre: "La atracción o la repulsión entre dos polos magnéticos con cargas diferentes o iguales, es inversamente

proporcional al cuadrado de la distancia que los separa". *Ampere* y su colaborador *Dominique Arago* (1786-1853) demostraron que las agujas de acero se magnetizan si se colocan dentro de un alambre circular que lleve corriente eléctrica. Este fue el prelude para que se construyera en 1825 el primer "electromagneto", así llamado por *William Sturgeon* (1783-1850).<sup>4</sup>

No obstante, se requería la formalización lógica y matemática de todos los experimentos anteriores para alcanzar un modelo científico, lo que se debió al magistral trabajo de *James Clerk Maxwell* publicado en 1873 en que establecía el concepto de "los campos eléctricos y magnéticos".

Las bien conocidas ecuaciones de *Maxwell* señalan que los campos eléctricos magnéticos al variar en el tiempo, generan ondas de energía que se propagan en el entorno espacial con la velocidad de la luz. Este conocimiento demostró que la luz es un fenómeno electromagnético. Los trabajos de *Maxwell* fueron fuente de inspiración para muchos sabios en los años que siguieron: *Röntgen*, *Curie*, *Rutherford*, *Plank* y *Einstein*, entre otros.<sup>4</sup>

"La Tierra es un gigantesco imán natural de 0,5 Gauss promedio, por ende, transmite energía magnética a todos los organismos vivientes humanos, animales y vegetales. El desarrollo de la vida está indisolublemente ligado a las radiaciones magnéticas, para bien o para mal, es inevitable".<sup>5</sup>

*R. W. Lente* en 1850 publicó en el "*New York Journal of Medicine*" tres casos de retardo de consolidación de fractura curados con corriente eléctrica. Usó un instrumento galvánico y enfatizó la necesidad de aplicar electrodos en ambos sitios de la fractura en contacto cercano al hueso. *Garrant* en 1860 reportó el uso de la corriente galvánica en pacientes con retardo de consolidación y pseudoartrosis.<sup>6</sup>

Los japoneses *Fukada* y *Yasuda*, físico y ortopédico, en 1953 fueron los primeros en demostrar en conejos, los efectos piezoeléctricos del hueso y la colágena, cuando estos son sometidos a una compresión mecánica o a una corriente eléctrica.<sup>7</sup>

En 1962, *Bassett*, *Becker*, *Shamos* y otros confirmaron las propiedades piezoeléctricas en el hueso viviente y subrayaron que los potenciales son negativos en el área de la compresión y positivos en el área de distracción. *Anderson* y *Ericsson* en 1968 agregaron los potenciales de corriente de flujo, llamados también electroquinéticos, presentes en los huesos vivos y húmedos. Esta corriente provoca una diferencia de potenciales en la dirección del flujo de los distintos fluidos que contienen iones.<sup>8-11</sup>

Muchos investigadores en los últimos 30 años vienen trabajando sobre problemas de investigación básica y aplicada de los campos magnéticos, los imanes y sus efectos sobre los organismos vivos; se han publicado miles de artículos en diferentes revistas y se trabaja intensamente en muchas instituciones científicas sobre este tema.

## USO DE LA MAGNETOTERAPIA EN CUBA

En Cuba desde la década del 70 existen equipos de magnetoterapia importados de otros países en los hospitales "Dr. Carlos J. Finlay", "Dr. Luis Díaz Soto", CIMEQ, Clínica de 43 y Topes de Collantes.

En 1985-86 se fabricaron en Cuba los primeros 8 equipos ECMP-01 y 10 equipos de corriente directa bipolar (CDB) 402. En 1988 se fabricaron 100 equipos ECMP 02 y 100 CDB. 404, por el CENIC y las FAR. En 1997 se fabricaron otros 100 equipos ECMP-02 y 100 CDB. 404, por la Empresa

Militar Industrial "Grito de Baire". Todos estos equipos se están utilizando en función del tratamiento de lesiones óseas.

Desde 1988-89 se viene trabajando en la aplicación de una terapia de campos magnéticos y ozono en el glaucoma por la doctora *Lourdes Ferrer*.<sup>12</sup>

En 1991 surge el equipo TERAMAG (Terapia Magnetizada), y alrededor de 142 equipos fueron construidos por la Empresa de Equipos Médicos de Ciudad de La Habana. Se utilizaron inicialmente en el tratamiento de la epidemia de neuritis periférica, dirigido por las doctoras *Zoila Pérez* y *Deysi Santos Díaz*. Actualmente se utiliza en otras afecciones médicas.<sup>13</sup>

A partir del año 1989 se vienen utilizando en un grupo considerable de afecciones médicas los imanes permanentes, el agua magnetizada y la magneto-acupuntura. Un grupo de médicos e investigadores de Sta. Cruz del Norte, de la Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, de las Policlínicas de Especialidades de Matanzas y Ciego de Ávila y en Camagüey, el doctor *Sosa Salinas*, así como otros especialistas vienen aplicando esta terapéutica con buenos resultados.

En Santiago de Cuba se creó el Centro Nacional de Magnetismo Aplicado como una dependencia de la Universidad de Oriente que trabaja en todo lo relativo a la investigación y desarrollo de la aplicación del magnetismo en la salud, la agricultura y la industria.

En 1996 se creó el Grupo Coordinador para impulsar la aplicación del magnetismo nacionalmente. Se realizan desde 1993 talleres nacionales anuales, impulsados por el movimiento nacional del Forum de Ciencia y Tecnología. Se han efectuado dos foros tecnológicos especiales de la aplicación del magnetismo en la medicina, uno en 1998 y el último en el año 2000, en los que se analizó el trabajo de los últimos 10 años.

También se han realizado 6 eventos nacionales de electromagnetismo aplicado y se creó la Sección de Terapia por Campos de la Sociedad de Bioenergética y Medicina Natural.

En el ámbito internacional han sido fundadas la Asociación Europea de Bioelectromagnetismo (1990); la Sociedad Internacional de Reparación Celular y Crecimiento Biológico (1978); la Sociedad Internacional de Bioelectromagnetismo (1995) y otras sociedades regionales en múltiples países que agrupan a un considerable número de investigadores que trabajan este tema.

#### TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN MEDICINA

Es de vital importancia conocer de qué modo influye el campo magnético y electromagnético sobre los seres vivos en primer lugar, pero también cómo el hombre puede manipularlo y obtener beneficios de sus propiedades, ya sea por aplicación directa o por el desarrollo de sistemas y equipos que mejoren la calidad de la vida en general.

En importantes centros de investigaciones del mundo, los sistemas que aplican el campo magnético son muy estudiados, con resultados satisfactorios en muchos casos; lo que abre un vasto horizonte para el desarrollo de diversas tecnologías y aplicaciones. Sin duda, la consulta y el estudio de las tendencias de investigación y desarrollo mundial sobre la aplicación del campo magnético y electromagnético en la salud, son necesarios para definir cuáles son las ramas que más resultados aportan a la sociedad. Es por ello que un trabajo con tales características es indispensable en cualquier proyecto de investigación.

En el presente trabajo se realizó una investigación bibliográfica con la consultoría Biomundi y la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial para determinar las propiedades y posibilidades del campo electromagnético e imanes permanentes en la medicina. Para ello, fueron consultadas las principales bases de datos, entre las que se encuentran Medline, Excerpta Médica, Predicast, Life Science y Base de Datos Biomundi, entre otras. También fue consultado un número importante de publicaciones seriadas, y no seriadas, de las cuales se recogió información transcendental.

Con relación a la información de patentes sobre el tema de la magnetoterapia se consultaron las bases de datos de patentes contenidas en CD-Rom publicados por las principales organizaciones internacionales y los principales países desarrollados entre los que se encuentran los Estados Unidos de América (1975-1995), Japón (1976-1996), Francia (1989-1996), España (1969-1995), Convención de Patentes Europeas (EPO) (1978-1996) y el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT) (1978-1996).

De todas las fuentes consultadas, la mayor cantidad de información fue obtenida de la base de datos Medline con más del 85 % de la información científica analizada localizada en los 4 años realizados (1993-1996) y más de 3 000 registros sobre el tema del magnetismo aplicado a la Medicina.

Las principales líneas de investigación del campo magnético aplicado a la Medicina actualmente están dirigidas al:

- Desarrollo de métodos y equipos para el tratamiento de enfermedades utilizando el campo magnético y electromagnético (CME).

- Desarrollo e investigación de las posibilidades de diagnóstico mediante los sistemas de Imagen de Resonancia Magnética (IRM).
- Estudio de los efectos adversos producidos por el CME.

Se encontró que los principales efectos que posee el CME y que le permiten ser utilizados en procesos terapéuticos son efectos bioestimulantes, analgésicos, antiinflamatorios y antiedematosos. De acuerdo con los resultados de esta consulta bibliográfica, el CME puede ser utilizado en el tratamiento de enfermedades tales como:

- Alteraciones pasajeras de la circulación sanguínea cerebral después de un insulto o trauma.
- Neuritis en diferentes localizaciones, dolores fantasmas y polineuritis vegetativa.
- Ganglionitis inflamatoria de los troncos simpáticos.
- Enfermedades isquémicas ligeras y de grado medio del corazón, endoarteritis y arteriosclerosis oclusiva de los vasos de las piernas y los brazos.
- Insuficiencia venosa crónica, incluidas alteraciones tóxicas.
- Asma bronquial y neumonías prolongadas.
- Enfermedades ulcerosas del estómago y del duodeno.
- Hepatitis subaguda, incluida la viral, y pancreatitis subaguda.
- Osteocondrosis.
- Enfermedades distróficas e inflamatorias de las articulaciones, fracturas de huesos tubulares y del maxilar inferior.
- Dermatitis crónica, psoriasis y esclerodermia.
- Heridas de tejidos blandos.
- Otitis aguda, amigdalitis, odontalgia y flemones posoperatorios, entre otras.

Las unidades de IRM tienen un fuerte desarrollo en el ámbito mundial y han demostrado tener ventajas como sistemas de diagnóstico en muchas aplicaciones, al comparársele con la tomografía computarizada y el ultrasonido.

La rama médica en que más se estudian los efectos del CME es la neurología, seguida por la oncología y la ortopedia.

La región donde más se efectúan estos estudios con fines médicos es América del Norte con el 44 % de los trabajos analizados, a esta le sigue Europa con el 41 % y Asia, Australia y Oceanía con el 13 %. El país que más investiga sobre su aplicación y efectos en medicina es Estados Unidos de América con el 53 % de los trabajos, a este le sigue Alemania con el 14 % y Japón con el 12 %.

La revista que más publica sobre el tema de referencia es *Bioelectromagnetics* (EUA), seguida por *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* (Irlanda) y *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* (EUA).

El investigador que más artículos tiene publicados sobre el CME en medicina es R. Sandyk del Laboratorio de Investigaciones de Neurocomunicación (EUA) con 23 publicaciones entre 1994-95. A este le sigue A. Pascual Leone del Instituto Nacional de Afectaciones Neurológicas (EUA) y D.A. Savitz de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Carolina del Norte (EUA).

El estado de la tecnología reporta 232 documentos de patentes en el período estudiado sobre la magnetoterapia. Las especialidades principales en que se aplican estas patentes son:

- Usos generales en medicina (90 patentes).
- Promotores de la circulación sanguínea (27 patentes).

- Camas de magnetoterapia (18 patentes).
- Tratamiento del sistema nervioso y alivio del dolor (15 patentes).
- Ortopedia y osteoporosis (14 patentes).
- Masajes (13 patentes).
- Tratamiento de células malignas (12 patentes).
- Tratamiento de la piel (8 patentes).
- Restauración de tejidos y vasos sanguíneos (6 patentes).
- Tratamiento de la alopecia y senilidad (5 patentes).
- Estomatología (5 patentes).

De acuerdo con los documentos encontrados en el período analizado se observó cierta actividad de estudios de la magnetoterapia desde 1973 por algunos países; pero no es hasta 1988 que surge con fuerza y hay una explosión en el número de solicitudes de patentes, que alcanza su máxima expresión en los años 1989 y 1992. Posteriormente se mantiene el ritmo de actividad con pequeñas variaciones hasta la fecha.<sup>10</sup>

Aunque existe una buena actividad de solicitudes de patentes por los países que han iniciado estudios de magnetoterapia se aprecia que esta es una disciplina joven y que los derechos de propiedad industrial aún están enmarcados en el ámbito nacional. Se observa poca actividad de registro en otros países o en las organizaciones internacionales o regionales como EPO y PCT.

En la mayoría de las patentes que se presentan en el presente estudio, los equipos y tecnologías aplicadas son de bajo consumo energético y de poca complejidad, lo que los hace apropiados para su implantación en las condiciones actuales. Estas son ventajas a favor para un país que desea iniciarse, tanto en el estudio científico de esta disciplina, como en la introducción práctica de algunos de los resultados

expuestos. También, las condiciones son propicias para hacer aportes creativos propios al estado de la tecnología y lograr patentes propias para su seguridad en la aplicación nacional futura, así como para su fortaleza jurídico-comercial internacional y para la exportación de conocimientos y experiencias técnicas o tecnológicas desarrolladas en este campo.

En la investigación médica reviste gran importancia el análisis de los efectos adversos causados por el CME y se concentran la mayoría de los estudios efectuados en las posibles afectaciones que pueda causar sobre la reproducción de los animales y seres humanos, así como sobre la posibilidad de que promueve la aparición de diversos tipos de cáncer.

Después de seis años de investigaciones aceleradas, por mandato del congreso de los Estados Unidos, el Instituto Nacional de la Ciencia y la Salud del Medio Ambiente (NIEHS) anuncia el día 15 de junio de 1999 sus conclusiones, que plantean: "...es débil la evidencia de que un riesgo de cáncer y otras enfermedades humanas sean producidas por los efectos de las fuentes de corriente eléctrica y de los campos magnéticos que actúan alrededor de un punto anatómico localizado".<sup>14</sup>

El NIEHS hace una revisión y análisis de los datos existentes provenientes de un informe al Congreso Americano, actualmente puesto a disposición del conocimiento público. El informe se refiere a la aplicación de la corriente eléctrica de frecuencia extremadamente baja y a los campos magnéticos que actúan alrededor de una fuente energética de gran poder, encargada de la distribución de la energía, así como a aquellos campos magnéticos y eléctricos (EMF) de acción limitada, pero que son al mismo tiempo fuentes de corriente eléctrica de circuito cerrado y se utilizan en los hogares y en otras aplicaciones prácticas.

Mientras algunas secciones del informe dicen que la exposición del EMF "no se puede reconocer como completamente segura", por otra parte, el informe concluye que el NIEHS cree que la probabilidad de que la exposición a los campos magnéticos y eléctricos (EMF) sea verdaderamente un riesgo para la salud, es actualmente insignificante. Las asociaciones epidemiológicas débiles y la falta de algún apoyo de laboratorio para estas asociaciones, solamente proporcionan una evidencia científica marginal acerca de que la exposición a este agente es lo que está ocasionando cualquier grado de daño.

La investigación continúa sobre algunos "aspectos" preocupantes a largo plazo dice el informe, y que deben continuar los esfuerzos encaminados a reducir las exposiciones. El NIEHS señaló que la "evidencia más fuerte" de los efectos sobre la salud proviene de la asociación estadística observada en las poblaciones humanas que padecían de leucemia infantil y la leucemia linfocítica crónica en los adultos expuestos por causa de su profesión, como los trabajadores de los servicios relacionados con las instalaciones eléctricas, maquinistas y soldadores.

Mientras que el informe proveniente de los estudios individuales tiene un apoyo débil, los estudios epidemiológicos demuestran con algunos métodos de medición de la exposición, un patrón bastante compatible con un riesgo insignificante que aumenta con la exposición creciente, y que es un poco más débil para la leucemia linfocítica crónica que para la leucemia infantil.

Sin embargo, los estudios de laboratorio y las investigaciones de la función biológica básica no apoyan estas asociaciones epidemiológicas de acuerdo con el informe, que expone lo siguiente: "Virtualmente

toda la evidencia de laboratorio en los animales y los seres humanos y la mayoría de los estudios mecanicistas en las células fracasan en apoyar una relación causal (causa-efecto)".

*Kenneth Olden*, director del NIEHS, ha afirmado que la falta de hallazgos positivos compatibles en los estudios mecanicistas o en los animales, debilita la creencia de que esta asociación es debida realmente al EMF, pero esto no puede descontar o desestimar completamente los hallazgos epidemiológicos. Por esa razón, y debido virtualmente a que todas las personas en los Estados Unidos utilizan la electricidad y por lo tanto, se encuentran sistemáticamente expuestas al EMF, deben continuarse los esfuerzos para fomentar las reducciones en la exposición. Por ejemplo, la industria debe continuar los esfuerzos para modificar las líneas de grandes transmisiones y reducir sus campos y los lugares en donde se encuentran las instalaciones de los alambrados que pueden producir campos electromagnéticos más altos. Una comisión interagencia establecida por el presidente hará un informe subsiguiente al Congreso sobre los hallazgos de este informe, y si son necesarias cualquier tipo de acciones reparadoras para reducir al mínimo las exposiciones.<sup>14-16</sup>

El doctor *Olden* expuso que el NIEHS pudiera continuar apoyando la realización de algunas investigaciones sobre el EMF, aunque no a los altos niveles suministrados por el Congreso en la legislación especial y en las apropiaciones.

El NIEHS informa que siguieron un programa investigativo de seis años y una revisión de dos años por el Instituto y por científicos que trabajan fuera de él. Para el esfuerzo investigativo, el Congreso destinó la suma de 23 millones de dólares, igual a la destinada por la industria eléctrica. La industria no tuvo control sobre lo que se

hizo para dirigir la investigación, los fondos fueron administrados por el Departamento de Energía y una porción se transfirió al NIEHS para los objetivos encaminados a la investigación sobre los efectos en la salud. Además, el NIEHS añadió 14 millones de dólares de sus propios fondos destinados para apoyar investigaciones adicionales. El gasto total fue de alrededor de 60 millones de dólares.

Los estudios revisados y dirigidos por NIEHS y sus cesionarios se enfocaron sobre la posibilidad de encontrar un vínculo con el cáncer, como reacción a un estudio de la leucemia en Denver, Colorado, en 1979, y para hacer un intento subsecuente de reafirmar o refutar este vínculo con el cáncer en Denver y en otras partes. Pero el informe dijo que NIEHS halló también una evidencia inadecuada de cualquier tipo de vínculo a enfermedades que no son cancerosas como la demencia de Alzheimer, la depresión y los defectos congénitos que se detectan al nacimiento.

*Christopher Portier*, director asociado del "Programa de Toxicología Medioambiental" en el NIEHS coordinó el esfuerzo de la evaluación y aseveró: "Esta valoración del riesgo gana fuerza y fiabilidad, a partir de la conducta de una nueva y extensa investigación enfocada en apoyar la evaluación mediante la obtención de la opinión de centenares de científicos que participaron en la evaluación. Los nuevos métodos usados en esta valoración del riesgo pueden servir como un cianotipo para solucionar otros problemas difíciles."

Para ayudar al NIEHS a elaborar sus propias conclusiones, varios paneles de científicos revisaron los datos desclasificados para que fueran de conocimiento público y los pudieran oír todas las personas interesadas. Un panel principal de científicos –muchos de ellos investigadores de la EMF– se congregó en un suburbio de



Minneapolis para aconsejar al NIEHS. El panel rechazó el EMF como carcinógeno "conocido o probado", o incluso "probable", pero la mayoría de los integrantes del panel dijo que no se podía descartar un papel funcional en la aparición del cáncer, por lo tanto éste se debe considerar como un "posible" agente cancerígeno. El informe actual del NIEHS también recomienda que los campos magnéticos continúen siendo reconocidos como un "posible" riesgo de cáncer, pero hace énfasis en la debilidad de los datos (no son convincentes). El informe del NIEHS dice que la evidencia no parece satisfacer la norma estándar para integrar el listado como un carcinógeno humano conocido o incluso previsible en el informe del Programa de Toxicología Nacional sobre carcinógenos.

El informe de referencia se puede encontrar en Internet (15 de junio de 1999) y se puede solicitar la copia impresa: emf-rápido@niehs. Nih. gov Programa del EMF – Rápido.

Por otro lado, en diciembre del año 1998 se reportó otro estudio relacionado con los efectos adversos de los campos magnéticos que informa lo siguiente: El consejo de investigación de la Academia Norteamericana de Ciencias concluye que no existen pruebas de que los campos magnéticos desempeñen un papel en el desarrollo de cáncer, causen anomalías del crecimiento o tengan relación con perturbaciones de comportamiento o aprendizaje. El consejo examinó unos 500 estudios sobre campos magnéticos, efectuados desde hace 17 años.<sup>17</sup>

## EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

De todo lo expuesto anteriormente puede hacerse un resumen de manera ordenada de un conjunto de datos e hipótesis, en el intento de encuadrar, principalmente con

finés didácticos, los posibles mecanismos de interacción entre los campos magnéticos y la materia viviente.

La clasificación que a continuación se expone podrá ser útil para todos aquellos estudiosos del magnetismo, en sus trabajos de verificación de los datos referidos o en la profundización y desarrollo de muchos de los temas enunciados.

### *Clasificación de los efectos biológicos de los campos magnéticos*

1. Efecto de magnetización (efecto primario).
2. Efecto piezoeléctrico (efecto secundario).
3. Efecto metabólico.

#### Efecto de magnetización (Efecto biológico primario)

- Responsable de la orientación de moléculas y átomos dipolares.
- Se produce sobre elementos con momentos magnéticos "no nulos".

Comprende las siguientes acciones:

- Modificación de la permeabilidad de membranas.
- Estabilización de la bomba de Na.
- Favorecimiento de los procesos de enlace.
- Estimulación de la reproducción celular.
- Activación de los sistemas REDOX.

#### Efecto piezoeléctrico (Efecto biológico secundario)

- Efecto directo:
  - Produce la polarización eléctrica de la masa de un cuerpo o la creación de cargas

eléctricas en su superficie, cuando se somete a fuerzas mecánicas.

- Efecto inverso:
  - Deformación de un cuerpo cuando se le somete a un campo eléctrico.
  - Orientación arquitectónica de las trabéculas óseas en zonas dañadas.
- Efecto metabólico.
  - Responsable de todos los procesos troficoestimulantes y de reparación tisular, mediante:
    - Control local del riego sanguíneo de cada tejido.
    - Control nervioso del riego sanguíneo de grandes segmentos de la circulación.
    - Control humoral de determinadas sustancias que aumentan o disminuyen el riego sanguíneo.

#### SITUACIÓN ACTUAL DE LA APLICACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN CUBA

Con motivo del 2do Forum Tecnológico Especial sobre magnetismo aplicado a la medicina, realizado el día 5 y 6 de diciembre del año 2000 en el Hospital "Hnos. Amejeiras", y convocado por el Movimiento del Forum de Ciencia y Técnica, el Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) y el Ministerio de Educación Superior, con la estrecha participación del Ministerio de Salud Pública a través de su Dirección de Ciencia y Técnica se trazaron los objetivos siguientes:

- Caracterizar el estadio en que se encuentra Cuba en cuanto a la investigación, desarrollo e innovación en magnetismo aplicado a la medicina, en relación con las tendencias mundiales más avanzadas.
- Hacer un balance de lo realizado en el período 1990-2000, identificar los traba-

jos más relevantes y caracterizar el nivel de cultura y generalización alcanzados.

- Identificar los retos del futuro en la investigación, desarrollo e innovación en el magnetismo y contribuir al perfeccionamiento de una proyección estratégica en esta esfera.

En el forum se aprobó un grupo de acuerdos relacionados con la aplicación y desarrollo del magnetismo y su utilización en la salud en los próximos cinco años:

- Crear un grupo de trabajo permanente constituido por todas las instituciones que tienen que ver con esta esfera para darle continuidad y controlar el cumplimiento de los acuerdos tomados.
- Realizar un levantamiento nacional de todos los equipos de magnetismo que se están utilizando en el país y determinar si se reparan, se construyen o se compran otros equipos con la finalidad de incrementar la aplicación del magnetismo, en las afecciones que se ha comprobado que tienen buenos resultados en el Sistema Nacional de Salud.
- Proponer para el año 2002, el comienzo de un diplomado sobre la aplicación del magnetismo en la medicina.
- Trabajar en la edición del material teórico que se impartirá en el diplomado y que a la vez pueda servir de base a un texto sobre esta materia, para conocimiento de todo el personal médico que trabaje o que desee conocer sobre el magnetismo y la medicina.
- Crear una lista en Infomed para el intercambio de información sobre el tema del magnetismo en la salud.
- Incrementar el nivel de información en todo lo referente al magnetismo y su aplicación en medicina, así como crear en las provincias los grupos de trabajos vinculados a los grupos gestores de Medicina Tradicional y Natural.

- Preparar en el 2001, 2002 y 2003, un grupo de proyectos que permitan aportar los resultados clínicos necesarios para el registro de los imanes que se fabrican en Cuba y su generalización en el sistema de salud.
- Incrementar los trabajos para lograr el patrón nacional de medición y control, que permita garantizar los equipos e imanes permanentes que se produzcan para su uso y aplicación en el sistema de salud. En esta tarea, el CNEA desempeña un papel muy importante.
- Fomentar que todos los compañeros que trabajen en esta esfera se afilien a la Sociedad de Bioenergética y Medicina Natural, pues a través de ella se realizarán las actividades científicas en los diferentes niveles del país.
- Realizar en el primer semestre del año 2002, la 1ra. Conferencia Nacional sobre Magnetismo Aplicado a la Medicina, con participación internacional y el auspicio de la Sociedad de Bioenergética y Medicina Tradicional, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Educación Superior y el Centro Nacional de Magnetismo Aplicado.

La División de Bioingeniería y Equipos del CNEA trazó hasta el año 2005 las estrategias siguientes:

- Diagnóstico y estudio del cáncer, SIDA y afecciones cardiovasculares y renales, así como la característica de la población cubana mediante la medición de los parámetros bioeléctricos que utilizan los métodos de la bioimpedancia.
- Tratamiento de las neoplasias malignas, afecciones vasculares, SIDA e hipertensión arterial, así como mejoramiento de la calidad de vida de las personas de la tercera edad, con el uso de campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja.
- Diseño y construcción de estimuladores eléctricos y magnéticos compactos, eficaces y efectivos para el diagnóstico y

tratamiento de enfermedades, así como su introducción y generalización posterior en el país, con miras a su futura comercialización.

- Establecimiento de laboratorios primarios en la OTN de Santiago de Cuba y secundario en CNEA, para el aseguramiento de las mediciones magnéticas en Cuba (futuro patrón nacional de la magnitud de introducción magnética) con el fin de establecer la disciplina metrológica (tecnológica y científica) a nivel nacional.
- Potenciar las aplicaciones del magnetómetro vibracional.
- Realizar investigaciones básicas que esclarezcan el modo de acción de los campos electromagnéticos y las corrientes eléctricas en el sistema biológico.
- Modelación y simulación de nuevas configuraciones de aplicadores eléctricos y magnéticos para el tratamiento de enfermedades.

En el marco de los foros tecnológicos se han presentado múltiples trabajos de la aplicación del magnetismo en diversas afecciones médicas, de los cuales se enumera a continuación un grupo seleccionado, donde aparecen los autores e instituciones para información de todos los interesados en estos temas.

- 1 Mecanismo de acción local de la ozonoterapia y su combinación con el campo magnético en pacientes con glaucoma crónico simple en estado inicial.  
Dra. C.M. Lourdes Ferrer Mahojo. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
2. Imanes permanentes. Opción terapéutica novedosa en la diabetes mellitus "no insulino dependiente". Nuestra experiencia de dos años.  
My. SM Dr. Alberto Molina Milián. Hospital Militar "Carlos J. Finlay."
3. Efectos de la corriente eléctrica directa en el tumor murino subcutáneo de

- Ehrlich. I: Estudios de necrosis y volumen del tumor en estadios avanzados. Lic. Luis Bergues Cabrales. CNEA
4. Modelo de interacción, células "*natural killers*" -células cancerosas, bajo la acción citotóxica de la corriente eléctrica directa. I y II: Población grande de células cancerosas. Lic. Luis Bergues Cabrales. CNEA.
  5. Localización de los neurogeneradores de la actividad eléctrica cerebral para los potenciales evocados visuales (PEV). Dr. Q. Montoya. CBM y Hospital General Santiago.
  6. Utilidad de la magnetoterapia en pacientes con asma bronquial severa. My. Juan C. Zaldívar Estévez. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  7. Evaluación de los resultados del tratamiento de magnetoterapia y ejercicios en pacientes portadores de insuficiencia arterial crónica de miembros inferiores. My. Zoila M. Pérez Rodríguez. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  8. Magnetoterapia en la dermatitis atópica. Dr. Ramón Daniel Simón. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  9. Magnetoterapia. Su aplicación en la psoriasis. Dr. Enrique Carbayo Otaño. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  10. Valor de la magnetoterapia en la aceleración de la cicatrización ósea en las fracturas de la mandíbula. Dra. Luz Delia Simón Roman. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  11. Efectividad terapéutica de los imanes permanentes en la neuropatía diabética periférica de miembros inferiores. Nuestra experiencia de dos años. My. SM Dr. Alberto Molina Milian. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  12. Estudio "in vivo" de los efectos del campo magnético estático en el tumor ascítico de Ehrlich. Lic. Luis Bergues Cabales. CNEA.
  13. Estudio clínico con campo magnético alterno sobre la psoriasis vulgar. Ing. Mónica Mulet Hing, Dra. Maritza Batista Romagosa. CNEA y Hospital Militar. "Castillo Duany".
  14. Modelo para la medición del gasto cardíaco por bioimpedancia. Ing. Lexa D. Nescolarde Selva. CNEA.
  15. Evaluación de efectos biológicos de la sustancia CM-95 magnetizada. Lic. Clara Martínez. CEBI.
  16. Producción y salud de sementales bovinos que ingieren agua tratada magnéticamente. Dr. Daniel Alfonso. Universidad Central de las Villas.
  17. Estudio preliminar de los resultados obtenidos en la consulta de imán permanentes en el tratamiento de la sacrolum-balgia. Papel de la enfermera. Lic. Elena Bejerano Ocequera. Hospital Militar "Carlos J. Finlay".
  18. Modelación biofísica de las fuentes electromagnéticas generadoras del VEP: un enfoque dinámico. Lic. R. Sánchez. CBM.
  19. Determinación de la corriente eléctrica inducida en un volumen conductor isotrópico homogéneo a pedazos. Aplicación a la TMS. Lic. J. M. Martínez. CBM.
  20. Indicadores de salud y producción en conejos tratados con agua magnetizada. Lic. M. Cuesta. Universidad Central de Las Villas.
  21. La magnetoterapia: una opción en el tratamiento del médico de la familia. Dr. Jorge Luis Expósito Montoya. Médico de la Familia, Ciudad de La Habana.

### **Conclusiones**

La aplicación de los campos magnéticos y los imanes permanentes en diversas

afecciones médicas, con resultados satisfactorios, se realizan desde hace muchos años en diversas regiones del mundo. En los trabajos de investigación y desarrollo en este campo se observa una tendencia al aumento en la medida que pasan los años, al igual que en las patentes relacionadas con el tema. En Cuba ya existen en todos los municipios, centros que trabajan en la aplicación de los campos magnéticos o imanes permanentes en diversas afecciones médicas. En el país se trabaja en investigaciones básicas relacionadas con la aplicación de los campos magnéticos en Medicina. El movimiento del Forum Nacional de Ciencia y Técnica ha sido un extraordinario impulsor de la aplicación del magnetismo en la salud en los últimos 12 años.

### ***Referencias bibliográficas***

1. Warnke U, Warnke UTE, Cap. XXX. Historia del empleo terapéutico de campos magnéticos en medicina. En Bistolfi F. ed. Campos Magnéticos en Medicina. Biología-Diagnóstico-Terapia. Buenos Aires: Artegráfica Leonelli;1996;P.306-15.
2. Sodi Pallares D. Terapéutica con campos magnéticos pulsados y su relación con el tratamiento metabólico. México DF: Graficava; 1995:3-56.
3. Harré R. El método de la ciencia. Madrid: H.Blume; 1979:37-46.
4. Rinker F. La fuerza invisible. London: Masón; 1997:13-6.
5. Bassett CAL. Current concepts of bone formation. J Bone Joint Surg1962;44A:1217-44.
6. \_\_\_\_\_. Treatment of nonunited tibial diaphyseal fracture with pulsing electromagnetic fields. J Bone Joint Surg 1981;63A:511-23.
7. Fukada E. On the Piezoelectric effect. Of bone. J Phs Soc J 1957;12:1158-62.
8. Ceballos A. La osteogenesis eléctrica en Cuba. Investig Méd Quirúr 1991;151:283-93.
9. Becker RO. Clinical experiencie with low intensity direct. Current stimulation of bone growth. Clin Orth 1977;124:75-83.
10. Davanipour Z, Sobel E, Bowman JD, Qian Z, Will AD. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure electromanetics fields. Bioelectromagnetics 1997;18:28-35.
11. Sastre A, Cook MR, Graham C. Nocturnal exposure intermittent 60 HZ magnetic fields alter human cardiac rhythm. Bioelectromagnetic 1998;19:98-106.
12. Ferrer Mahojo L, Santos Díaz D, Menéndez Cepero S, Pérez Rodríguez Z. Ozonoterapia y magnetoterapia: Nuevos métodos en la rehabilitación del paciente con glaucoma crónico simple. Rev Cubana Oftal 1996;9(2):102-109.
13. Santos Díaz D, Fernández Mulens L, Ferrer L, Góngora S, Pérez Z. Magnetoterapia en el tratamiento de la neuritis óptica epidémica. Rev Cubana Oftal 1995;8(1):1-5.
14. Olden K. Health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields. National Institute of Environmental Health Sciences. Washington: National Institutes of Health; 1999. NIH Publication No; 99-4493.
15. Kaune WT, Stevens RG, Callahan NJ, Severson RK, Thomas DB. Residential magnetic and electric fields. Bioelectromagnetics 1987;8: 315-35.
16. Bowman J, Thomas D, Jiang F, Peters J. Residential magnetic fields predicted from wiring configurations: I. Exposure Model. Bioelectromagnetics Submitted 1999.
17. Rápidas de la Ciencia. Absolución a Campos Magnéticos. Informe AFP. Periódico Trabajadores. Diciembre 3 de 1998:6.

Recibido: 2 de enero de 2002. Aprobado: 10 de enero de 2002.

*Dr. Juan Daniel Zayas Guillot.* HMC "Dr. Carlos J. Finlay". Calle 114 y avenida 31, municipio Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba.