

Parte 2
Bioelectromagnetismo.
Hipersensibilidad
electromagnética y salud

Bioelectromagnetismo: avances científicos
Ceferino Maestú

Efectos de los campos electromagnéticos en la salud
Ceferino Maestú

Hipersensibilidad electromagnética (SHE)
Ceferino Maestú

2.1. Bioelectromagnetismo: avances científicos

Ceferino Maestú

2.1.1. Introducción: el Bioelectromagnetismo

El Bioelectromagnetismo (BEM) es la ciencia emergente que estudia la forma en que los organismos vivos interactúan con los campos electromagnéticos (EM).

Los fenómenos eléctricos se hallan en todos los organismos vivientes. Más aún, existen corrientes eléctricas en el cuerpo que producen campos magnéticos que se extienden fuera del cuerpo y pueden ser medidos y evaluados. En consecuencia, los organismos vivos que utilizan alguna forma de actividad eléctrica para intercambiar información, pueden verse influidos también por

campos magnéticos y electromagnéticos externos.

Llamamos Bioelectromagnetismo a la disciplina que estudia los fenómenos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en su interacción con los sistemas biológicos. Para poder enfocar el estudio de esta disciplina, es necesario abordar esta materia desde un enfoque multidisciplinar, ya que intervienen en su desarrollo no solo los conocimientos básicos de la ingeniería y la física, sino aquellos que tienen su origen en el comportamiento de los seres vivos como la biología y la medicina, dando lugar a una nueva área de conocimiento.

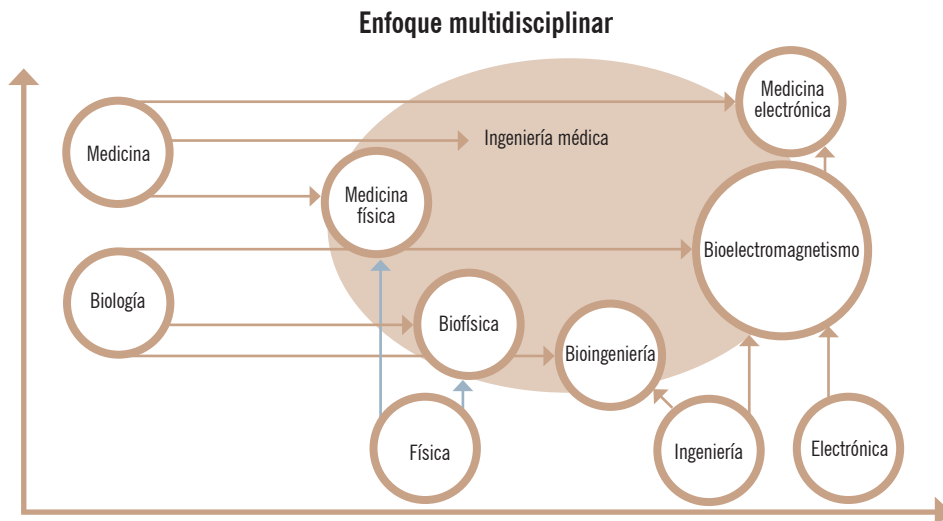


Imagen 1. Diferentes disciplinas que constituyen las bases de conocimiento del Bioelectromagnetismo (Maestú 2007).

2.1.2. Antecedentes históricos

Desde que el ser humano observa su relación con el medio ha utilizado, sin saberlo, los principios que soportan el bioelectromagnetismo, aunque no ha sido hasta 1860 cuando (Maxwell definiendo las ecuaciones que gobiernan el magnetismo) se han podido conocer sus propiedades y así utilizarlas para comprender mejor el medio que nos rodea.

Las primeras referencias históricas que encontramos relacionadas con el bioelectromagnetismo se han localizado en la antiguo Egipto, en varias litografías (4.000 a. C.) aparecen escenas en las que se puede observar cómo los pescadores conseguían mejorar la pesca a partir de las propiedades eléctricas de un pez (Pez Gato) que al producir descargas eléctricas mataba a los peces que habían caído en la red, incrementando las capturas.

2000 a. C. también se encuentran en la antigua China referencias a determinadas aplicaciones para el tratamiento de las migrañas basadas en las propiedades magnéticas de imanes permanentes. Así como la primera referencia a las propiedades de la brújula, recogida en la leyenda del emperador Hoang-Ti que pudo escapar de sus perseguidores mediante la orientación que le facilitó una aguja imantada: las primeras brújulas.

En Persia 1000 a. C., Ali Abbas recomienda el magnetismo para el tratamiento de espasmos musculares, como indica esta tablilla sumeria.

En la antigua Babilonia, la capital del imperio Babilónico en la zona de Mesopotamia a orillas del río Éufrates, ubicada a 80 km de la actual Bagdad, Irak, en 2480 a. C. se encuentran los antecedentes de lo que sería la primera pila eléctrica. En

1938 el doctor Wilhelm, un arqueólogo austríaco, halló un objeto que podría alterar drásticamente los conceptos aceptados sobre el conocimiento antiguo. Era un recipiente de unos quince centímetros de alto de cerámica amarilla, fechado en unos dos milenios atrás, que contenía un cilindro hecho de una hoja de cobre de doce por casi cuatro centímetros. La costura del cilindro estaba soldada por una mezcla de estaño 60/40 similar a la que se usa hoy en día para soldar. El fondo del cilindro estaba terminado con un disco de cobre con los bordes doblados en forma de tapa y sellado con un material bituminoso como el asfalto. Otra capa de asfalto sellaba la parte superior, sosteniendo una varilla de hierro suspendida en el centro del cilindro de cobre. La varilla mostraba evidencias de haber sido corroída por un agente ácido.

La antigua pila hallada en el Museo de Bagdad, al igual que otras que fueron desenterradas en ese país, está fechada en la época de la ocupación Partiana. Haciendo una leve incisión en estos vasos se descubrió una delgada pátina azul que es característica de los trabajos plateados por electrólisis sobre una superficie de cobre.

Los antiguos griegos ya conocían las propiedades de atracción de algunos minerales. Parece que el término magnetismo, procede de la región de Asia Menor conocida con el nombre de Magnesia, en donde se cree que fue encontrada por primera vez la piedra de imán. El primero en señalar sus propiedades fue Tales de Mileto (siglo VI a. C.) Y, ya, Platón (siglo IV a. C.) conoce que su propiedad puede transmitirse al hierro.

El mismo Tales de Mileto (625-647 a. C.) fue el que dio lugar a la palabra electrón (ἤλεκτρον), al descubrir que si frotamos pieles de gato se produce electricidad estática, que permite atraer pequeñas partículas de algodón, denominándola "Elektron".

El primer escrito sobre magnetismo lo encontramos en 1600, William Gilbert (1544-1603), nombrado en 1601 médico de la reina Isabel I de Inglaterra, escribió

Imagen 2. Tablilla sumeria.



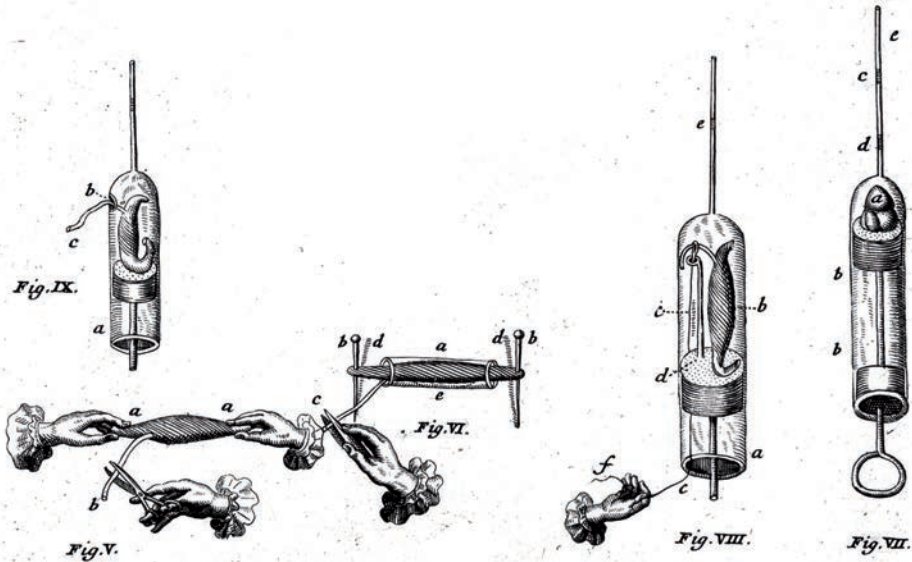


Imagen 3. Dibujo de experimento de la contracción de un músculo.

la primera referencia al magnetismo como nueva disciplina, en su libro "De Magnete", en la que describe las condiciones del campo magnético terrestre y los procedimientos de orientación con los escasos instrumentos de la época.

Los primeros experimentos en neurofisiología neuronal fueron realizados por Jan Swammerdam, publicados en el libro "Biblia Naturae", comprobó, mediante un sencillo experimento, que el músculo ocupa el mismo volumen antes y después de su contracción. Excitando el nervio motor de un músculo de rana (b) dentro de un tubo de cristal (a) mediante un hilo de plata (c) y una abrazadera de cobre (d) producía una pequeña corriente eléctrica (corriente galvánica) que contraía el músculo; suponiendo que la electricidad producida por estos dos metales era la responsable de la contracción muscular (Swammerdam, 1738).

Ewald Georg Kleist (1745) y Pieter Van Musschenbroek (1746), inventaron el primer estimulador eléctrico llamado "Leyden Jar".

Luigi Galvani (1737-1798), profesor de anatomía de la Universidad de Bolonia, realizó el primer experimento de esti-

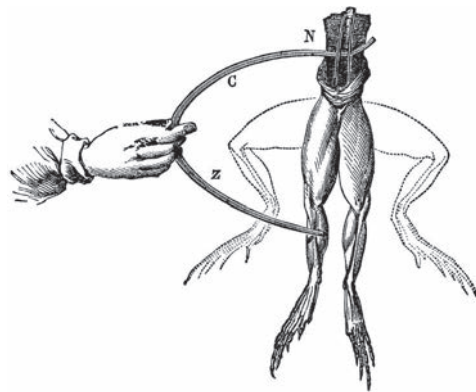


Imagen 4. Dibujo del primer estimulador eléctrico.

mulación eléctrica sobre un animal (rana), aplicando descargas sobre el nervio femoral, produciendo como consecuencia contracciones del músculo "De viribus electricitatis in motu musculari".

Desde los trabajos de Galvani se produce un rápido desarrollo de las aplicaciones del magnetismo en biología y medicina, y también en física e ingeniería.

Volta desarrolla las primeras pilas eléctricas. Ørsted y Ampère (1819), relacionaron el magnetismo y la electricidad a través de un experimento en el que hacían circular una corriente eléctrica que desviaba la posición de una aguja imantada en función de su dirección.

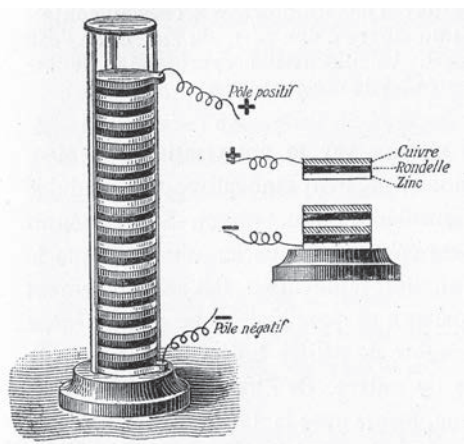


Imagen 5. Las primeras pilas eléctricas.

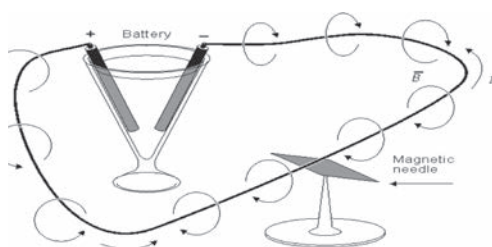


Imagen 6. Dibujo de experimento: la fuerza de atracción de las cargas.

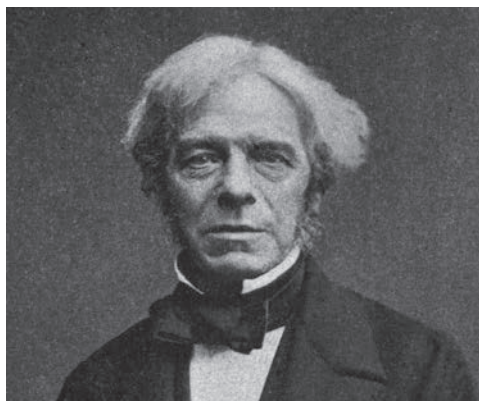
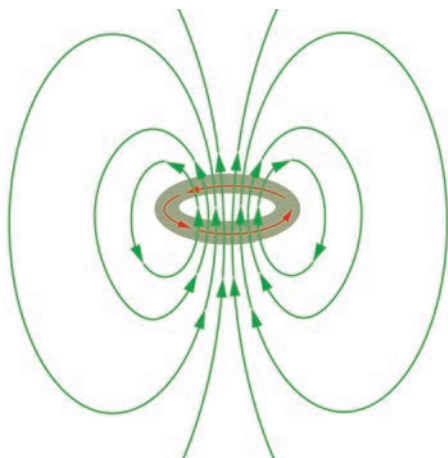


Imagen 7. Foto de Michael Faraday y esquema de la "inducción electromagnética".



F. Gauss estudia el campo magnético estableciendo uno de sus principios más importantes: que la fuerza de atracción de las cargas es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, denominándolo teoría general de la fuerza de atracción.

Michael Faraday (1831), desarrolló las primeras ecuaciones del principio de inducción donde relaciona electricidad y magnetismo, descubrió el fenómeno conocido como inducción electromagnética al observar que en un cable que se mueve en un campo magnético aparece una corriente dieléctrica. André-Marie Ampère demostró experimentalmente que dos cables por los que circula una corriente ejercen una influencia mutua igual a la de los polos de un imán.

Pero el que estableció con rotundidad las relaciones matemáticas entre electricidad y magnetismo fue J. Clerk Maxwell. Desde finales del siglo XVIII diversos científicos formularon leyes cuantitativas que relacionaban las interacciones entre los campos eléctricos, los campos magnéticos y las corrientes sobre conductores.

Entre estas leyes están la ley de Ampère, la ley de Faraday o la ley de Lenz. Maxwell lograría unificar todas estas leyes en una descripción coherente del campo electromagnético. Las ecuaciones de Maxwell son un conjunto de cuatro ecuaciones (originalmente 20 ecuaciones) que describen por completo los fenómenos electromagnéticos. La gran contribución de James Clerk Maxwell fue reunir en estas ecuaciones largos años de resultados experimentales, debidos a Coulomb, Gauss, Ampere, Faraday y otros, introduciendo los conceptos de campo y corriente de desplazamiento y unificando los campos eléctricos y magnéticos en un solo concepto: el campo electromagnético. El trabajo que Maxwell publicó en 1865, "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field", modificaba la versión de la ley de Ampère con lo que se predecía la existencia de ondas electromagnéticas propa-