



Un mundo

Francesc Lloret Pastor

magnético

La omnipresencia de los imanes

Un mundo magnético

La omnipresencia de los imanes

Francesc Lloret Pastor

PREMIO EUROPEO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA
ESTUDI GENERAL 2023

UCC*i*
UNITAT DE CULTURA CIENTÍFICA I D'INNOVACIÓ
VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

PUV PUBLICACIONS
VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



Directora de la colección:
Carolina Moreno

Coordinación:
Soledat Rubio

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, ni registrada en, o transmitida por, un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea fotomecánico, fotoquímico, electrónico, por fotocopia o por cualquier otro, sin el permiso previo de la editorial. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Del texto:

Francesc Lloret Pastor, 2024

© De la presente edición:

Unitat de Cultura Científica
i de la Innovació de la Universitat de València
www.valencia.edu/cdciencia
cdciencia@uv.es

Publicacions de la Universitat de València, 2024
www.uv.es/publicacions
publicacions@uv.es

Producción editorial: Maite Simón

Interior

Diseño y maquetación: Inmaculada Mesa
Corrección: David Lluch

Cubierta

Diseño original: Enric Solbes
Grafismo: Inmaculada Mesa

ISBN: 978-84-1118-373-4 (papel)
ISBN: 978-84-1118-374-1 (ePub)
ISBN: 978-84-1118-375-8 (PDF)

Edición digital

*A mi esposa, Isabel,
y a mis hijas Isa y Carla*

Premis Literaris Ciutat d'Alzira 2023

Esta obra obtuvo el XXIX Premi Europeu de Divulgació Científica Estudi General, instituido por la Universitat de València y el Ayuntamiento de Alzira. Formaban el jurado José Ramón Alonso, Rosa M. Donat, Anabel Forte, Carolina Moreno y Juan Nácher.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	11
Capítulo 1. HISTORIA DEL MAGNETISMO	17
LOS IMANES EN LA ANTIGÜEDAD.....	17
WILLIAM GILBERT Y LA CIENCIA MODERNA.....	25
MESMER Y EL «MAGNETISMO ANIMAL»	31
EL AUGUE DE LA CIENCIA MODERNA.....	34
MAGNETISMO MICROSCÓPICO: EL ELECTRÓN, EL IMÁN ELEMENTAL	47
EL EXPERIMENTO DE STERN-GERLACH.....	51
Capítulo 2. GEOMAGNETISMO.....	59
EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE Y LA MAGNETOSFERA.	59
LA HELIOSFERA: EL VIENTO SOLAR Y LA RADIACIÓN CÓSMICA	66
COMPOSICIÓN DEL CENTRO DE LA TIERRA Y ORIGEN DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE	71
OSCILACIONES DEL CAMPO Y LOS POLOS MAGNÉTICOS	75
INVERSIONES DE LOS POLOS MAGNÉTICOS: PALEOMAGNE- TISMO	78
CONSECUENCIA DE LAS INVERSIONES GEOMAGNÉTICAS...	82
LA DRAMÁTICA EXCURSIÓN MAGNÉTICA DE LASCHAMPS..	86
EL CAMPO MAGNÉTICO DEL SOL	89
LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE LOS PLANETAS DEL SISTEMA SOLAR.....	90
EL CAMPO MAGNÉTICO INTERESTELAR	95

Capítulo 3. MAGNETOBIOLOGÍA	99
BIOMAGNETISMO Y MAGNETOBIOLOGÍA.....	99
BIOMAGNETISMO: MAGNETOENCEFALOGRAMA Y MAGNETOCARDIOGRAMA	100
MAGNETOBIOLOGÍA: MAGNETORRECEPCIÓN Y MIGRACIONES.....	103
ORIENTACIÓN MAGNÉTICA EN BACTERIAS: BACTERIAS MAGNETOTÁCTICAS	105
MAGNETITA EN CÉLULAS EUCARIOTAS.....	112
NEURONAS MAGNETOSENSORAS EN <i>C. ELEGANS</i>	113
LA ORIENTACIÓN DE LAS PALOMAS MENSAJERAS Y LAS AVES MIGRATORIAS.....	116
EL CAMPO MAGNÉTICO EN LA MIGRACIÓN DE LAS AVES ...	118
¿MURCIÉLAGOS CON MAGNETOFOTORRECEPTORES?	121
FOTOMAGNETORRECEPCIÓN EN LOS INSECTOS.....	122
MARIPOSAS MONARCA: EL PRODIGIO DE LA CUARTA GENERACIÓN	123
DEL AIRE AL OCEANO.....	127
LA MIGRACIÓN DE LAS ANGUILAS.....	130
¿MAGNETORRECEPCIÓN EN HUMANOS?.....	136
Capítulo 4. GRANDES ELECTROIMANES	139
LA APARICIÓN DE LOS ELECTROIMANES	139
LA LLEGADA DE LOS SUPERCONDUCTORES	140
OBSERVANDO EL INTERIOR DEL CUERPO: RMN POR IMÁGENES	142
IMANES PARA COMPRENDER EL ORIGEN DEL UNIVERSO: EL CERN.....	150
UN SOL ARTIFICIAL: LA FUSIÓN NUCLEAR.....	155
ITER, LA GRAN ESPERANZA	162
OTRO PODEROSO IMÁN PARA EL REACTOR SPARC.....	166
TRENES QUE VUELAN: EL MAGLEV	167
UN SUEÑO MUY VIEJO.....	169

Capítulo 5. NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS	173
LA NANOTECNOLOGÍA	173
NANOCIRUJANOS: NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS CONTRA EL CÁNCER	176
BIONANORROBOTS: BACTERIAS MAGNETOTERAPÉUTICAS.	181
GRABACIÓN MAGNÉTICA	183
NANOBITS: MÁS RÁPIDO, MÁS CAPACIDAD, MÁS LIGERO, MÁS PEQUEÑO, MÁS SEGURO, MÁS BARATO, MÁS...	186
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	197
ÍNDICE Y CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES	205

INTRODUCCIÓN

A todos, con independencia de nuestra edad o formación, nos ha llamado la atención esa misteriosa fuerza invisible que poseen los imanes para interactuar a distancia, para repelerse o atraerse entre sí, incluso para atraer no solo imanes, sino también clavos u otros objetos de hierro sin tocarlos directamente. Aunque se interponga una lámina de plástico o madera entre el imán y el objeto no se interrumpe la atracción, milagrosamente ¡se siguen atrayendo!, y..., para más desconcierto y confusión, si estos objetos se frotan con el imán..., ¡también se vuelven imanes! Como si alguna especie de espíritu o presencia inmaterial contenida en el imán fuera capaz de transferirse a ese otro objeto.

Esta aparente magia que emana el imán ha sido invocada por iluminados, falsos expertos y curanderos de todo tipo para curar o sanar mediante el influjo magnético, atribuyéndole virtudes que de ningún modo posee. Tal comportamiento ante lo desconocido y misterioso parece ser propio de la naturaleza humana.

Como anécdota curiosa, me comentaba un conocido investigador en el campo del magnetismo que coincidió en un viaje en tren con un personaje extrovertido y charlatán que le preguntó a qué se dedicaba. El paciente científico le contestó que se dedicaba al magnetismo, a lo que el charlatán respondió: «Hombre, me alegro de viajar con un colega. ¡Yo también trabajo en un circo!».

Curiosamente, aunque nos encontramos en la era de la alta tecnología, en la que se usan a todas horas imanes, desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, el imán sigue siendo un gran desconocido, un prodigio que encierra un secreto. La mayor parte de las personas no han recibido formación alguna sobre esta materia, lo que las hace extremadamente crédulas a todos aquellos infundios sobre los imanes. Hay que admitir que el magnetismo es complejo y que resulta difícil eliminar ese halo misterioso que lo acompaña.

También es cierto que, desde hace años, sobre este tema se está desarrollando y generalizando una pseudociencia, esto es, una serie de teorías o procedimientos que pretenden ser científicos, pero que en realidad no lo son. Se podría pensar que una buena educación y preparación técnica podría salvaguardar contra la pseudociencia; sin embargo, en ocasiones, resulta muy difícil, por no decir imposible, separar la ciencia de la pseudociencia. A diferencia del escepticismo que caracteriza a la ciencia, la pseudociencia se alimenta de credulidad. No requiere demostraciones. Basta con un vocabulario confuso para definir conceptos vagos. La pseudociencia puede llegar a ser muy dañina cuando entra en el campo de la medicina; ya sea por promover falsos diagnósticos o por aplicar remedios contraproducentes. En cualquier caso, siempre puede causar un daño al impedir que el paciente siga el tratamiento médico convencional, el único que podría conseguir sanarlo. El efecto placebo puede, por sugestión, sedar o paliar, pero no curar. En el caso del magnetismo, el peligro surge de las falsas terapias magnéticas que imprudentemente recomiendan ciertos tratamientos magnéticos a personas ingenuas o fanáticas, pero absolutamente ignorantes en la materia, así como de comerciantes sin escrúpulos.

Un ejemplo es la venta de las pulseras magnéticas que empezaron a comercializarse hace unos años. Según su promotor, las milagrosas pulseras reaccionaban positivamente con el campo magnético del cuerpo y proporcionaban equilibrio, fuerza y flexibilidad. Estas pulseras se agotaban nada más llegar a las tiendas y el número de reservas excedía con creces las unidades que salían al mercado. Un negocio tan fructífero hizo que surgieran multitud de competidores que trataban de comerse su parte del pastel. Rápidamente se multiplicaron las marcas de pulseras cuyos nombres incluían sustantivos o adjetivos normalmente en inglés, como *equilibrium*, *balance*, *powerplus*, *power*, *energy*, *harmony*, etc. Todas ellas ofrecían los mismos milagros y, sorprendentemente, contaban con una clientela tan diversa como miembros del gobierno, políticos, artistas famosos, futbolistas, conocidos periodistas y un largo etcétera (González, 2019).

Por la misma época, diferentes empresas empezaron a comercializar imanes terapéuticos. Con un lenguaje pseudocientífico aseguraban que sus productos magnéticos (plantillas, almohadillas, antifaces, fajas para adelgazar, ropa interior para acabar con la impotencia, etc.) podían prevenir, diagnosticar y curar numerosas enfermedades.

Cada vez son más frecuentes los anuncios que promocionan productos no verificados basándose en principios falsos. Entre ellos se podrían incluir todos los dispositivos relacionados con el agua magnética o imanada, es decir, agua que ha estado en presencia de imanes permanentes y ha adquirido virtudes extraordinarias. Para ello se colocan imanes o bien a los lados de la tubería por donde circula el agua o bien en los filtros que se enroscan en el grifo, con lo que el agua se magnetiza y se curan todas las enfermedades imaginables. La podríamos denominar la versión laica del «agua de Lourdes». Les puedo asegurar que ambas obran exactamente los mismos milagros.

Incluso hace poco, en plena crisis de la COVID-19, los «antivacunas» echaron mano del sufrido magnetismo para advertir sobre la peligrosidad de los componentes de las vacunas y convencer a los indecisos de que no se inocularan estos fármacos. Con la inestimable ayuda de las redes sociales, llevaron este mito a su máximo nivel, haciendo circular por internet vídeos de auténticos «brazos magnéticos» que atraían tenedores, cucharas o monedas, que quedaban pegados en el hombro donde se había inyectado la vacuna. Algunos negacionistas han ido más allá asegurando que, con la vacuna, se introduce un «microchip magnético» para controlarnos.

Varias asociaciones de consumidores denuncian constantemente estas estafas y los peligros que conllevan, pero los timadores siempre acaban lucrándose. Desgraciadamente, podríamos seguir escribiendo varios capítulos sobre fraudes y mitos basados en los imanes y en el magnetismo. Lo cierto es que el magnetismo nos acompaña insistente y discretamente a lo largo de nuestra vida, desde el cierre de la puerta de nuestro frigorífico hasta el deporte, la medicina, el coche, las comunicaciones... El disco duro del ordenador, el vídeo, el *pendrive*, las tarjetas de crédito, los transformadores y generadores, la televisión, los auriculares, el móvil, los equipos de telecomunicaciones y un larguísimo etcétera. Todos estos elementos, tan familiares en las primeras décadas del siglo XXI, están basados en efectos magnéticos cuya influencia en la vida cotidiana es decisiva. Incluso, la propia vida en el planeta está ligada a la existencia de un campo magnético terrestre.

El primer capítulo relata y analiza la historia del magnetismo. Aunque la mayor parte de los avances y las aplicaciones del magnetismo son recientes, la historia ayuda a entender resultado final y la dificultad de conseguirlo.

Dado que la vida en la Tierra es posible gracias a la existencia de una magnetosfera que nos protege de las altas radiaciones cósmicas, en el segundo capítulo se estudia el origen y la evolución del campo magnético terrestre (el geomagnetismo), así como su influencia en el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Las temibles inversiones de los polos magnéticos se revisan a la luz de los últimos cambios y anomalías del campo magnético terrestre (el paleomagnetismo). Este capítulo también recoge las recientes investigaciones sobre los campos magnéticos de otros planetas y estrellas, así como su papel en la evolución del universo.

Nuestro propio cuerpo es capaz de crear pequeños campos magnéticos (biomagnetismo). Vivimos y nos desenvolvemos en un mundo magnético, por lo que no es de extrañar que los seres vivos hayan desarrollado capacidades y habilidades para detectarlo y usarlo (magnetobiología). Desde las simples bacterias hasta los animales más complejos biosintetizan nanopartículas magnéticas (biomineralización) que les permiten desarrollar brújulas naturales para detectar el campo magnético y orientarse por él (magnetodetección), y así poder realizar sorprendentes y extraordinarias migraciones, las cuales se recogen y examinan en el capítulo tercero.

El cuarto capítulo está dedicado a los colosales electroimanes superconductores y a algunas de sus aplicaciones en diferentes áreas: la medicina (la resonancia magnética por imágenes), el mundo subatómico (colisionadores de partículas), el sector energético (la fusión nuclear) y el transporte (trenes que levitan magnéticamente, MagLev). Finalmente, el capítulo quinto se dedica al mundo nanoscópico, los nanoimanes o nanopartículas magnéticas y sus implicaciones en medicina (los nanocirujanos) e informática (bits y nanobits).

Podemos decir que la revolución que está experimentando el ámbito tecnológico y que afectará, sin duda, a la vida cultural, política y social del presente siglo, es producto, en gran medida, del desarrollo de la microelectrónica y de la alta tecnología basada en el electromagnetismo. La ciencia del magnetismo se ha vuelto crucial tanto en nuestra tecnología, como medio ideal de almacenamiento de datos en sustratos magnéticos, como en medicina y en cualquier campo de la ciencia (Grande, 2003).

No pretendemos, sin embargo, ser exhaustivos. Se ha seleccionado lo que parecía más relevante o interesante. El objeto fundamental de la presente revisión divulgativa es visualizar el impacto del magnetismo en nuestra vida cotidiana y futura. Se ha tratado de utilizar un lenguaje sencillo y, dentro de lo posible, sin tecnicismos e incluir la mínima cantidad de fórmulas y ecuaciones, pero en todo momento se ha intentado mantener la rigurosidad científica del contenido.



El magnetismo es, para la mayoría de nosotros, tan fascinante como desconocido. Desde jugar con imanes en la infancia hasta creer que llevar una pulsera magnética es beneficioso para la salud, está presente en nuestras vidas constantemente. Sin embargo, ¿qué sabemos sobre el magnetismo? ¿Son los imanes capaces de curar? ¿Cómo se genera el campo magnético terrestre y por qué es tan importante? ¿Cuándo se espera que ocurra la próxima inversión de los polos magnéticos? ¿Cómo se orienta una bacteria gracias al campo magnético? ¿Cómo son capaces los imanes de proporcionarnos una fotografía del interior de nuestro cuerpo o de almacenar información en un CD? Estas son algunas de las cuestiones que aborda *Un mundo magnético. La omnipresencia de los imanes*, un libro de divulgación científica ameno y entretenido que aclara algunos de los aspectos más interesantes sobre una fuerza que lo mueve todo, aunque no seamos conscientes de ello.