

Francesc Lloret

sense *f*ronteres

Un món magnètic

L'omnipresència dels imants



Premi
Europeu
de Divulgació
Científica
Estudi
General

HISTÒRIA DEL MAGNETISME

Els imants en l'antiguitat

El magnetisme és un fenomen conegut des de l'antiguitat més remota. El relat més antic, el trobem en la cultura egípcia, en el Papir d'Ebers, que data de l'any 3600 a. C. i relata com els egipcis utilitzaven la magnetita (ferrita o pedra imant) en preparacions mèdiques i com a amulet. La llegenda conta que Cleòpatra, per tal de retardar el procés d'envelliment, dormia amb una pedra imant damunt del front. Alguns escrits xinesos que es remunten a l'any 4000 a. C. ja esmenten la magnetita amb el nom de *ferro meteòric*.

No és sorprenent que els filòsofs antics, en explicar les propietats insòlites de l'imant, les consideraren divines. Als imants els dedicaven versos i els atribuïen centenars de virtuts inversemblants. Foren, probablement, els grecs els qui primer van reflexionar a propòsit de les seues sorprenents propietats. Així apareix en els escrits de Tales de Milet (624-546 a. C.). Plató (428-348 a. C.), en el seu diàleg *Ion* (o *Sobre la Iliada*), escriu:

[...] la magnetita no només atrau anells de ferro, sinó que els proporciona un poder semblant per a atraure altres anells. Així es formen cadenes d'anells que pengen els uns dels altres.

El nom actual de *magnetisme* prové de *magnes-magnetes*, que probablement prové, al seu torn, del grec per referència a Magnèsia, zona de l'Àsia central on abundava el mineral magnetita (un òxid de ferro anomenat també ferrita, Fe_3O_4), que constitueix l'imant natural o pedra imant. Així ho relaten almenys alguns escrits de Tales de Milet que corrobora Lucreci (98-55 a. C.) en el seu *De rerum natura* (*Sobre la naturalesa de les coses*), on relata les curioses propietats d'una roca negra de les proximitats de la ciutat de Magnèsia del Meandre.¹

Un altre origen possible s'atribueix a Plini el Vell (23-79 d. C.), que en un dels seus escrits conta la història del pastor grec Magnes que, en intentar pujar dalt d'una gran roca negra, s'adonà que els claus de la sola de la seua sabata i la punta del bastó s'enganxaven a la pedra. Qualsevol objecte de ferro s'enganxava a la roca. Va portar al poble uns trossos d'aquella pedra, que es convertiren en un joguet per als menuts i els adults. Les anomenaren pedres de Magnes, d'on prové el nom de *magnetita*. Aquesta versió poètica és tan vàlida com la primera, tot i que la primera és de cinc segles abans i, a més, la Magnèsia del Meandre és a pocs quilòmetres de Milet, ciutat natal de Tales i, per tant, és raonable pensar que el famós filòsof coneixia perfectament l'anomenada pedra magnètica.

Des de l'antiguitat se li han atribuït virtuts curatives, com ara el grec Hipòcrates (460-370 a. C.), que recomanava:

1. «Aportaciones sobre el campo magnético: historia e influencia en sistemas biológicos», M. V. CARBONELL ET AL., *Intropica* 2017, 12(2), 143-159. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.22>.

[...] si la cavitat uterina no reté el semen viril, pren plom i trau una pols fina de la pedra que atrau el ferro, embolica-ho tot en tela de lli humida amb llet de dona i, després, aplica-ho com un cataplasma contra la matriu.

Com que els grecs eren un poble que s'interessava per la natura, no és estrany que d'ells sorgiren les primeres teories per a explicar les meravelles del magnetisme. L'escola dels filòsofs animistes li atribuïen un origen diví. Els filòsofs Tales, Anaxàgores després, i d'altres, tots animistes, van creure que la pedra imant posseïa una ànima.

L'escola de filòsofs mecanicistes o atomistes, com ara Diògenes d'Apol·lònia (al voltant del 460 a. C.), contemporani d'Anaxàgores, deia: «És la humitat en el ferro allò de què s'alimenta la sequedat de l'imant».

Aquesta idea que els imants s'alimenten de ferro també va ser una superstició que va durar uns quants segles. Van haver de passar uns dos mil anys perquè Giovanni Battista della Porta (1535-1615), en el segle XVI, mostrara que es tractava d'una idea falsa.

Uns quants segles després, començaren a aparéixer diverses teories entre les quals destacaven, perquè eren les més sofisticades, les que asseguraven que el magnetisme es devia als efluvis, unes emanacions invisibles. Un dels pioners va ser Empèdocles (494-434 a. C.) i, posteriorment, Demòcrit (470-370 a. C.) i Epicur (341-270 a. C.). Com que els atomistes eren els fundadors de la teoria atòmica, no és estrany que imaginaren una exhalació de partícules que eixien de l'imant, trencaven l'aire i creaven un buit entre el ferro i l'imant que provocava la unió d'ambdós. Aquesta teoria va durar uns quants segles i, en aquest sentit, Lucreci escrivia:

[...] deu ser que d'aquesta pedra flueixen moltíssimes partícules o una efluència que, amb els seus cops, trenca en trossos tot l'aire que hi ha entre la pedra i el ferro. Quan aquest espai es buida, els àtoms de ferro cauen al buit, tots units, i es desplacen cap a l'imant.

També per aquell temps, en els escrits de Plutarc (50 d. C.) podem trobar aquesta curiosa referència: «La pedra imant perd la força si la refreguem amb un all».

Curiosament, aquesta mateixa referència apareix en els escrits de Plini (23-79 d. C.). Aquesta falsa creença perdurarà al llarg de molts segles, com veurem més endavant. Un parell de segles després, Galé (130-200 d. C.), famós anatomista i metge, criticava la teoria dels efluvis i argumentava que no era creïble «perquè no explica per què un anell unit a un imant atrau un altre anell».

I Galé encara ho exagerava dient: «He vist cinc peces de ferro sostingudes magnèticament; una cadena en la qual només la primera peça estava en contacte amb l'imant».

El temps va passar sense més progressos, quan només els monjos sabien llegir i escriure i la investigació es limitava a qüestions purament teològiques, almenys les oficials.

Molt prompte, l'imant va demostrar que tenia una gran utilitat pràctica: la brúixola. Encara que la data i el lloc de naixement d'aquesta primera invenció tecnològica continuen creant controvèrsia, sembla que va ser ideada a la Xina fa més de tres mil anys. La figura 1.1 mostra un mural commemoratiu de les primeres brúixoles xineses. En la part superior es pot observar el dibuix de la brúixola més antiga coneguda, a la qual se li atribueixen uns 2.500 anys. Es tracta d'una superfície de coure on reposa

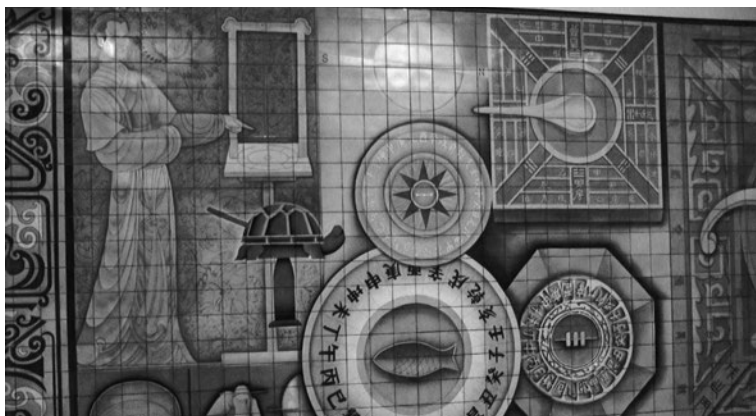


Figura 1.1. Mural xinès a l'estació de metro de Jiangomen (Pequín) que commemora el descobriment de la brúixola.

una cullera que gira lliurement i s'atura quan el mànec apunta cap al sud.

Sembla que la brúixola va ser introduïda a Europa al llarg del segle XII d. C. per Guyot de Provins (entre el 1100 i el 1200 d. C.), que en descriu l'ús fent surar en l'aigua una agulla imantada sobre palla o suro (figura 1.2). Aquestes brúixoles amb agulles o figures de peixos que suren també

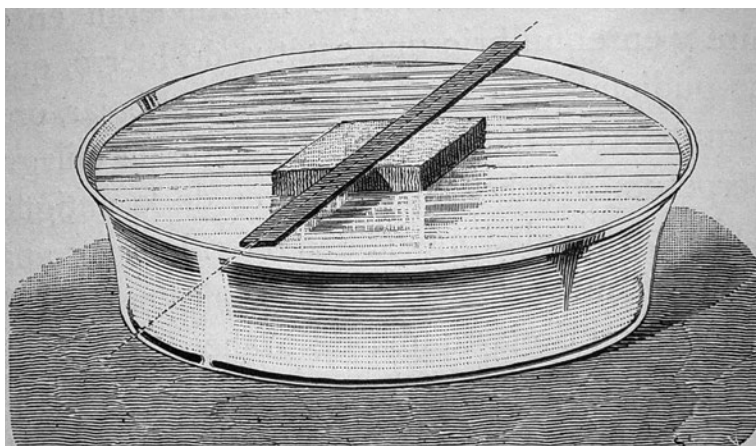


Figura 1.2. Agulla imantada que flota sobre un suro.

apareixen a la Xina i es poden veure en la part inferior del mural de la figura 1.1. Els membres de les caravanes que travessaven el desert portaven un camell amb una càrrega imprescindible per al viatge: un recipient de fang amb aigua on flotava sobre un suro una agulla de ferro imantada que indicava el camí a través dels arenals interminables.

El primer tractat europeu important sobre el magnetisme, el devem a Petrus Peregrinus de Maricourt. El seu *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sygerum de Foucaucourt, militem, de magnete*, de 1269 d. C., es pot considerar com el tractat de física experimental més antic conegut. L'autor hi descriu els seus experiments amb un imant esfèric que anomena Terrella, 'Terra menuda'. Peregrinus distingeix clarament els pols d'un imant permanent; observa que el nord i el sud s'atrauen i que els pols iguals es repel·leixen; descriu com, si es fragmenta un imant, es creen uns altres pols i discuteix l'aplicació de la brúixola. Assevera, a més, que és dels pols magnètics de la Terra d'on els pols de la pedra imant reben les seues propietats.

Cristòfor Colom (1451-1506) va utilitzar una brúixola en el seu viatge al nou món i va descriure com l'agulla imantada no marcava exactament el nord geogràfic, segons les estrelles, sinó que formava un angle amb el meridià geogràfic. En l'actualitat, aquest angle es denomina declinació magnètica. Tot i que, el capítol següent, el dedicarem al magnetisme terrestre (geomagnetisme), és interessant avançar ara alguns coneixements recents sobre aquest fenomen. En l'actualitat, i des de fa uns 780.000 anys, el nostre pol sud magnètic és a l'hemisferi nord i el nostre nord magnètic a l'hemisferi sud. A més, els pols magnètics no coincideixen exactament amb

els geogràfics, els quals defineixen l'eix de rotació de la Terra, com il·lustra la part esquerra de la figura 1.3. En aquest sentit, l'agulla d'una brúixola situada al punt A assenyalaria cap al pol magnètic i formaria un angle (anomenat declinació) amb la línia que connecta amb el nord geogràfic. Aquest angle és diferent per a cada punt del planeta. Òbviament, als punts que es troben sobre el meridià que abasta els dos pols, com ara el punt B, l'angle de declinació és zero. Aquesta línia o meridià s'anomena línia agònica. En general, els angles de declinació s'incrementen segons que ens acostem als pols i poden arribar a un màxim de 180 graus, com és el cas del punt C. A l'equador, la declinació varia de zero a trenta graus.

Colom escrivia en el seu quadern de bitàcola, cinc dies després d'haver eixit de Canàries: «En fer-se de nit, les agulles nord-estejaven, mentre que de matinada, nord-oestejaven una miqueta».

D'aquestes paraules podem deduir que Colom, aquell dia, havia passat d'una declinació oriental (nord-estejar) a

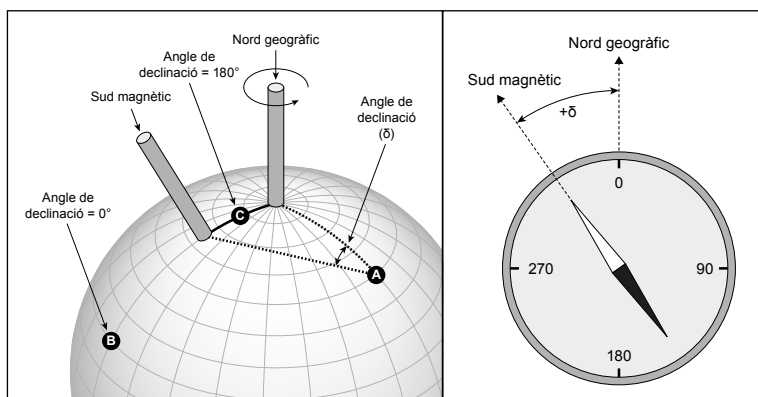


Figura 1.3. (Esquerra) Posició del nord geogràfic i el pol sud magnètic. (Dreta) Brúixola que mostra l'angle de declinació.

una d'occidental (nord-oestejar) i que, per a fer-ho, havia hagut de passar per la línia agònica.

Un altre angle d'interés és el d'inclinació, causat pel fet que l'agulla imantada se situa paral·lela a les línies del camp magnètic terrestre i forma un angle respecte a l'horitzontal del sòl, com mostra la part esquerra de la figura 1.4. La fletxa grossa indica la posició de l'agulla de la brúixola (tangent a la línia de camp) i la prima, la paral·lela al sòl (horitzontal). L'angle format és el denominat inclinació magnètica, que pot ser molt gran en les proximitats als pols magnètics o tan menut com zero, a l'equador. Als punts exactes dels pols, l'angle és de 90 graus, i aquesta mesura és la que s'utilitza per a identificar-ne el punt exacte.

En temps de Colom, l'explicació més acceptada sobre per què la brúixola apuntava cap al nord assumia l'existència d'una gran muntanya de magnetita al pol geogràfic, inaccessible en aquella època. Algunes altres explicacions implicaven l'estrella polar (Polaris), formada per una gran massa magnètica. Amb aquests models no era possible trobar una explicació als fenòmens de declinació ni d'inclinació, i això era motiu d'una gran preocupació. Conèixer l'autèntica direcció del meridià era particularment necessari, tant per als cartògrafs com per als qui confeccionaven rellotges solars, en els quals l'orientació de l'aparell era essencial perquè indicaren l'hora exacta.

El jesuïta Athanasius Kircher (1601-1680), un dels científics més importants de l'època barroca, va recopilar una sèrie de dades geogràfiques i magnètiques enviades des de diverses parts del món. Aprofitant els viatges que els missioners jesuïtes feien a les Índies Orientals i Occidentals, i els col·legis que els jesuïtes tenien a Europa, Kircher els va

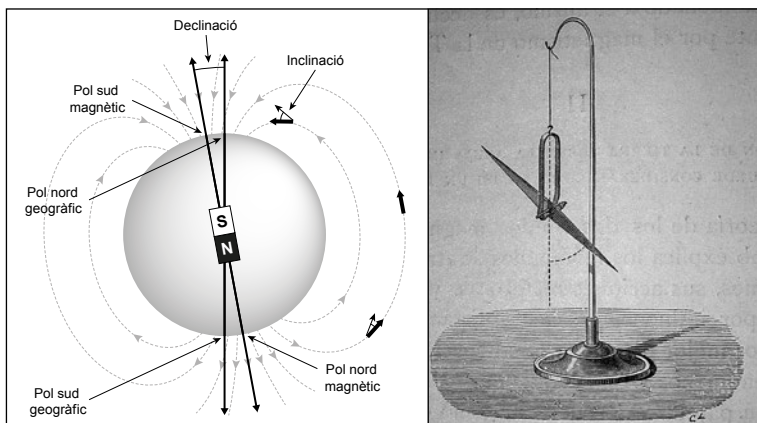


Figura 1.4. (Esquerra) Posició dels pols magnètics i geogràfics. Les fletxes grosses estan orientades respecte de les línies del camp magnètic (com ho faria l'agulla d'una brúixola) formant un angle amb l'horitzontal del sòl, indicada per les fletxes més primes. (Dreta) Una de les primeres brúixoles per a mesurar l'angle d'inclinació.

demanar que feren observacions tant de la declinació com de la inclinació magnètica arreu de l'oceà. A partir d'aquelles dades, va construir les primeres taules sobre aquests angles de la major part de l'hemisferi nord. Kircher va acabar escrivint:

La realitat de la Declinació —o Variació com la denominaven per aquell temps— és certa més enllà de qualsevol falsedat o dubte. [...] I per tot això, he arribat a la conclusió que a tot l'hemisferi boreal existeix una distribució de la inclinació magnètica segons la latitud [...]. Si aquesta distribució existeix també havent passat l'equador, s'ignora perquè no sé de ningú que ho haja demostrat.

William Gilbert i la ciència moderna

La que podríem denominar etapa *precientífica* del magnetisme acaba amb l'aparició de la figura imponent de William

Gilbert (1544-1603), de Colchester, que va ser el verdader fundador de la ciència del magnetisme. Gilbert va nèixer en 1544, un any després de la mort de Copèrnic (1473-1543) i vint anys abans que Galileu (1564-1642). La física era la seua afició i la medicina, la seua professió. Personatge eminent en els dos camps, va ser president del Reial Col·legi de Físics i metge personal de la reina Isabel. Gilbert va aprofitar la bona situació a la cort per a dedicar el seu temps lliure a l'estudi profund del magnetisme. En la seua condició de metge, també va creure en les aplicacions curatives de l'imant. En una de les seues receptes indicava:

[...] preparar una pols fina de la pedra imant, mesclar-la amb vinagre i eixugar-la al sol. Triturar-la una altra vegada, passar-la per un sedàs molt fi i guardar-la per a fer-ne un ús posterior. Aquesta pols s'ha d'administrar en casos de fetge dilatat o molt humit, i també en el cas de la melsa augmentada. Torna la salut i la bellesa a algunes xiques que pateixen pal·lidesa o tenen mal color de cara, perquè asseca molt i restreny, sense fer mal.

La seua gran obra *De magnete, magnetisque corporibus et magno magnete tellure: Physiologia nova, plurimis argumentis et experimentis demonstrata* (*Sobre l'imant i els cossos magnètics i sobre el gran imant de la Terra*), habitualment, i per fortuna, coneguda simplement com *De magnete*, va ser publicada en 1600. Va dedicar dèsset anys a escriure-la. Hi va reunir tot el coneixement fiable del seu temps sobre el magnetisme i podem considerar-la com la primera gran obra de la física experimental.

Gilbert va ser un dels primers filòsofs naturals que va donar importància al mètode experimental i que el va utilitzar

per a aprofundir en el coneixement del magnetisme. Va observar que l'atracció de l'imant es concentra als extrems de la magnetita i que la calor destrueix el magnetisme. Va refusar la vella teoria dels efluvis que creaven un buit parcial que es considerava la causa de l'atracció. Contra aquesta teoria, argumentava que agitar l'aire devia costar un temps, mentre que les atraccions eren instantànies si, de sobte, acostàvem un objecte a l'altre.

Els seus experiments el portaren a afirmar que la Terra era, per ella mateixa, un imant, i que el nucli era al centre del planeta. Va deduir que els pols de l'imant Terra eren sobre el seu eix de rotació, cosa que no podia ser una coincidència, i això el portà a predir una relació entre el gir de la Terra i l'aparició dels pols.

Hui sabem, com ja hem indicat, que els pols geogràfics (eix de rotació) i els pols magnètics no coincideixen (figura 1.3), però estan suficientment a prop per a acceptar com un gran èxit la deducció de Gilbert. Vam haver d'esperar uns dos-cents anys perquè el físic alemany Karl Friedrich Gauss (1777-1855) mostrara que ambdós pols no coincideixen i uns tres-cents anys perquè trobàrem, per primera vegada, la ubicació exacta d'aquests.

L'interés de Gilbert per la teoria copernicana no deixava d'estar relacionat amb el seu interés pel magnetisme. Com que la Lluna, en fer la volta a la Terra, sempre mostrava la mateixa cara, va imaginar que la força que les atreia era magnètica i per això véiem sempre el pol que atreia la Terra. D'una manera semblant, justificava l'òrbita el·líptica descrita pel nostre planeta al voltant del Sol. Va suposar que el Sol també era un imant i que, la meitat de l'any, la força

magnètica solar repel·lia la Terra i per això augmentava la distància que els separava, mentre que, l'altra meitat de l'any, l'atreïa. Es tractava de teories tan enginyoses com errònies.

Potser la contribució més important, entre les moltes que va fer Gilbert, va ser que mostrà clarament com la ciència només es podia dur a terme de manera fructífera mitjançant l'experimentació i que una gran part dels treballs publicats fins aquell moment eren inútils i buits de contingut, perquè els autors els havien donat a conèixer després d'haver llegit les teories d'autors anteriors, sense molestar-se a comprovar-les. En la primera frase del pròleg de *De magnete*, Gilbert ja deixa clara la seua aposta per l'experimentació:

En el descobriment de coses secretes i en la investigació de les causes ocultes, els experiments segurs proporcionen i demostren arguments sòlids si els comparem amb conjetures probables i amb les opinions dels especuladors filosòfics més comuns.

Aquesta era l'actitud de la societat medieval, una creença en l'autoritat absoluta, bé siga de l'església, bé dels antics escriptors grecs, el punt fort dels quals no era, precisament, la ciència. Així, Gilbert escriu:

[...] la nostra generació ha produït molts volums sobre causes i meravelles recòndites, abstruses i ocultes, però no ha mostrat mai la prova d'un experiment, no hem trobat mai una demostració entre tants volums. Els escriptors només s'ocupen de paraules que involucren un tema més obscur; tracten el tema de manera esotèrica, miraculosa, abstrusa, recòndita, mística.