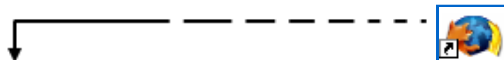




EL RACÓ OBSCUR. EL MISTERI DELS IMANTS DE NEVERA

Xavier Bohigas

Les activitats d'investigació en el àmbit escolar, normalment, van associades a activitats de laboratori, en les quals els alumnes fan algun muntatge experimental i utilitzen aparells de mesura. Però també es poden realitzar activitats d'investigació amb objectes quotidians. L'experiència que presentem està orientada en aquest sentit: es proposa als estudiants que formulin un model del camp magnètic dels imants de nevera que expliqui satisfactòriament els fenòmens observats prèviament. El professor actua com a guia de la formulació del model.



Introducció

Entre el professorat hi ha un acord bastant acceptat pel que fa a la conveniència d'iniciar els estudiants de secundària en la investigació científica de fenòmens físics, com un apropament a la metodologia científica. En els darrers anys han aparegut projectes educatius que donen especial atenció a aquest aspecte. De tota manera la investigació fa temps que està present en les aules de ciències, però l'aspecte que, normalment, queda més negligit és el de l'elaboració d'hipòtesis i la seva contrastació.

En aquest treball mostrem una activitat que es centra en aquest aspecte de la investigació. El rerafons didàctic es basa en l'anomenada investigació guiada, en la qual l'estudiant actua com aprenent de científic guiat pel professor que actua com a científic expert. La feina del professor és la de suggerir, en el moment oportú, possibles camins o dificultats, per tal que sigui l'alumne qui realment trobi la solució del problema sense necessitat de cenyir-se a un esquema preestablert.

Penso que no s'arriba al coneixement científic aplicant un procediment inductiu, sinó mitjançant un mètode amb què intentem donar resposta a problemes que ens plantegem, contrastant-la amb les dades experimentals. Model que s'acosta més a l'activitat habitual del científic. S'han suggerit diversos models metodològics per realitzar una investigació. Si bé els models són lleugerament diferents segons l'autor, hi ha un esquema més o menys comú. Darrerament, la majoria d'ells donen una gran importància a la contextualització del problema i que aquest sigui el més proper a la vida diària dels alumnes.

D'altra banda, és habitual que el professorat proposi diverses activitats que abasten alguns aspectes de l'activitat de recerca científica. És poc corrent, però, que els estudiants realitzin activitats d'investigació en les quals passin per totes i cada una de les etapes de l'esquema general d'una investigació científica, excepte quan fan el crèdit de síntesi o el treball de recerca al final de l'etapa. De manera parcial, sí que els estudiants fan activitats de recerca. Més concretament, solen fer activitats experimentals (de laboratori), l'objectiu de les quals és, bàsicament, comprovar una llei ja coneguda i estudiada anteriorment a classe. Però rarament fan activitats en què hagin d'elaborar hipòtesis, contrastar-les amb experiments i, en funció del resultat, reelaborar una nova hipòtesi.

L'activitat que presentem a continuació consisteix a saber com estan constituïts els imants de nevera des del punt de vista magnètic.



Fig. 1: Com estan constituïts aquests imants de nevera des del punt de vista magnètic?

Primers passos. Respostes gairebé impulsives

Realitzem l'activitat de manera que els alumnes disposin de diversos imants de nevera com els de la figura 1 (els podem demanar que els portin de casa). És important, però, que com a mínim n'hi hagi dos d'iguals. Quan tenen els imants sobre la taula llancem, sense més ni més, la pregunta (presentació de

la situació problemàtica) “com estan fets els imants de nevera?”. Primer els alumnes fan cara de sorpresa, però reaccionen ràpidament i de seguida suggereixen una o dues possibilitats. Això sí, sense ni mirar-se els imants que, en definitiva, són l'objecte d'estudi.

La primera hipòtesi que fan és considerar que l'imant de nevera és com un imant de barreta, però extremadament curt. Un cop elaborada la hipòtesi s'ha de comprovar.

Els imants en forma de barra estan imantats en la direcció del seu eix, tal i com s'indica a la Figura 2. La cara superior és un pol magnètic i la inferior l'altre pol magnètic (nord i sud, per exemple). Sabem, millor ho comprovem, que l'imant atrau un objecte de ferro quan l'acostem a un dels seus pols (qualsevol d'ells, l'efecte és el mateix si l'apropem al pol nord que si l'apropem al pol sud). Però l'atracció és molt menor (gairebé inapreuable en algun imant) quan l'acostem a les cares laterals, sobretot si ho fem pel seu centre. Si l'imant de nevera fos com un imant de barreta però molt curt, s'hauria d'enganxar a la nevera tant si el posem per una cara com si el posem tocant per la cara oposada. Però, si ho fem (a classe no tenim cap nevera, però podem utilitzar les potes de les taules que, habitualment són de ferro), observem que això no passa, només s'enganxa per una cara. Això vol dir que el model (la nostra hipòtesi) no és adequat, ja que no explica satisfactòriament els experiments que fem.

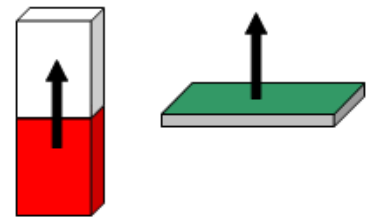


Fig. 2: A l'esquerra hi representem un imant en forma de barreta, la fletxa indica la direcció de la seva magnetització. A la dreta un imant de nevera i una primera hipòtesi de com estaria orientat el seu camp magnètic; la cara superior seria el pol nord i la cara inferior seria un pol sud.

La segona hipòtesi que fan els alumnes és (està esquematitzada a la Figura 3.) suposar que l'imant de nevera està magnetitzat en la direcció

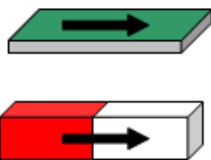


Fig. 3: Imant de barreta i una altra possible manera de com estaria dirigit el camp magnètic produït per un imant de nevera.

perpendicular a la que hem considerat en la hipòtesi anterior. Aquesta nova hipòtesi no és gratuïta ja que podem comprovar que un imant de barreta queda enganxat sobre una nevera (o la pota d'una taula) si el posem longitudinalment. Però aquesta segona hipòtesi tampoc supera un parell de proves senzilles. Si l'imant de nevera fos tal com suposem, s'hauria d'enganxar per les dues cares; cosa que, realment, no passa. A més, quan apropéssim una de les seves cares laterals (les més primes) a la nevera hauríem de notar una atracció relativament intensa, ja que aquestes cares serien un pol magnètic que és la regió on el camp magnètic creat per l'imant és més intens. Cosa que tampoc observem.

Així doncs, les dues hipòtesis donades de manera bastant intuïtiva, sense pensar gaire en el problema, no expliquen els fenòmens observats. Aquestes hipòtesis estan molt poc elaborades, gens podem dir, i es basen en la generalització de propietats d'objectes coneguts: els imants de barreta (que són els imants més senzills des del punt de vista geomètric) que són ben coneguts pels estudiants, els quals, segurament, hi han jugat

alguna vegada anteriorment.

Avancem, hipòtesis una mica elaborades

En aquests moment “no se'ns acut res” és la frase més repetida pels alumnes. Per tant “necessitem fer alguna cosa” per provocar l'elaboració d'una nova hipòtesi. Fins aquí el paper del professor ha estat el de suggerir proves per comprovar (i refutar) les primeres hipòtesis. Ara el seu paper canvia. El professor pot suggerir als alumnes que diguin quines formes d'imant coneixen; lògicament sortiran dos tipus d'imants: el que té forma de barreta i el de ferradura. Proposem que comparin les seves propietats, analogies i diferències (haurem de portar a classe uns quants imants d'aquestes formes). Una de les diferències més notables és que l'imant de barreta “s'enganxa pels dos costats” mentre que l'imant de ferradura “només s'enganxa per un costat”. El lector, segurament entindrà què volen dir aquestes expressions.

És interessant que abans de suggerir una altra hipòtesi, els alumnes coneguin una mica millor el sistema que han d'explicar. Això vol dir que els alumnes agafin un parell d'imants de nevera i hi “juguin” una mica, mirant per quin costat s'enganxa, per quin no s'enganxa, etc. Recordem que els imants de nevera només s'enganxen per una cara. Per tant podem dir que només una cara està imantada. Fet que pot sorprendre inicialment, ja que tots els imants que coneixem tenen dos pols i s'enganxen al ferro per dues cares. Afegim

que l'Electromagnetisme avançat demostra que no poden existir pols magnètics aïllats, si hi ha un pol nord necessàriament ha d'haver un pol sud. A més, les vores dels imants de nevera no atrauen els objectes de ferro.

Seguim jugant. Quan apropem dos imants de nevera per les cares imantades, a partir d'una certa distància notem que s'atrauen i, si els deixem anar, s'enganxen. Un cop enganxats els imants, el professor pot suggerir (si no se'ls acut als alumnes), de desplaçar els dos imants un sobre l'altre, lentament, d'una manera similar de quan ens freguem les mans. Primer en una direcció i després en la direcció perpendicular. Observarem un fenomen curiós. El desplaçament dels imants és a salts, no es fa de forma contínua tal i com llisca un llibre sobre la taula. És més, el desplaçament és tant a sotragades que no podem fixar els imants en qualsevol posició, tot sols s'escapen. Hi ha posicions en que no podem mantenir els imants, semblen posicions prohibides. Si girem els imants i els desplaçem per les cares no imantades llisquen fàcilment, com si no fossin imants. Tampoc notem salts si apropem una cara imantada a una que no ho està, simplement queden enganxats i prou. Per fer aquest experiment és millor utilitzar dos imants iguals. Els flexibles de propaganda van molt bé.

Després d'aquesta activitat per conèixer millor el sistema que volem explicar, és possible que els alumnes suggereixin alguna altra hipòtesi. Segurament, la nova hipòtesi estarà basada en l'imant de ferradura. L'imant de nevera no pot ser un únic imant de ferradura molt pla, ja que, suposant que fos així, en apropar dos imants d'aquest tipus s'atraurien i quedarien enganxats, o bé es produiria un desplaçament de manera que, també, quedarien enganxats els pols oposats de cada un dels imants.

Un aspecte que pot ajudar a donar un model de com estant constituïts els imants de nevera és tenir una imatge de com és el camp magnètic que creen. El camp magnètic produït per un imant no es pot veure, evidentment, però els espectres magnètics ajuden a fer-se una idea de com es distribueix a l'espai. Habitualment, els espectres magnètics es fan amb llimadures de ferro espolsades sobre cartolina, les llimadures s'agrupen de manera que sobre la cartolina es formen unes línies que corresponen a les línies del camp magnètic. Es fa servir la cartolina per evitar que les llimadures de ferro s'enganxin a l'imant ja que costa molt de desenganxar-les.



Fig. 4: Fotografies dels espectres magnètics d'un imant de barreta i d'un imant de ferradura, situats perpendicularment a la superfície on estan col·locades les partícules de tòner.

Espectres magnètics d'un imant

Podeu fer els espectres magnètics d'un imant amb tòner de fotocopiadora o d'impresora làser. Les partícules del tòner són més petites que les llimadures de ferro i els resultats són molt millors, això ens permet poder fer un espectre dels imants de nevera. Amb llimadures de ferro és gairebé impossible. L'inconvenient és que el tòner embruta molt, cal prendre les precaucions per no tocar-lo amb les mans. El més recomanable és posar el tòner en una capseta de plàstic transparent, així no caldrà tocar-lo i, a més, si bufem no s'escamparà el tòner. Té un altre avantatge la utilització d'una capseta transparent i és que podrem projectar a la pissarra o a la paret la imatge dels espectres amb un retroprojector, i comentar les seves característiques amb tota la classe.

Seguim amb els imants de nevera. Féu els espectres magnètics d'un imant de barreta, un de ferradura, situats al llarg de la superfície on teniu el tòner i situats perpendicularment a aquesta superfície. Els espectres corresponents a la primera posició són els que habitualment podeu trobar en els llibres de text. Per al nostre problema tenen més interès els espectres corresponents als imants situats perpendicularment a la superfície que conté el tòner. Podeu veure una fotografia a la figura 4. En els dos casos observem una acumulació bastant important de tòner a les puntes, els extrems dels imants, això vol dir que el camp magnètic en aquestes zones és molt intens. Aquests espectres no són tan bonics com els resultants de posar l'imant paral·lel a la superfície on tenim el tòner però ens ajudaran a donar una resposta al problema que ens hem plantejat. Fins i tot podem assegurar que el camp magnètic va dirigit perpendicularment a les superfícies que constitueixen els pols de l'imant.

Fem els espectres d'un imant de nevera, per la cara que "enganxa" i per l'oposada. A la figura 5 hi trobareu una fotografia de l'espectre magnètic d'un imant de nevera per la cara que queda adherida als objectes de ferro. S'hi veu que el tòner s'acumula en petites regions de la superfície de l'imant molt ben delimitades. Per altra banda, aquestes muntanyetes es van repetint periòdicament, tant al llarg com a l'ample de l'imant d'una manera molt ordenada. Si feu l'espectre de l'imant per la cara oposada, aquella que no s'enganxa a les superfícies de ferro, no veurem cap ordenació del tòner, el que ens indica que el camp magnètic és molt feble, o nul.

De l'anàlisi comparativa entre els espectres dels imants de nevera i els de barreta i de ferradura, no serà estrany que algun alumne suggereixi que els imants de nevera poden estar constituïts per petits imants de barreta, situats un al costat de l'altre, de la mateixa manera com quedarien arranats un conjunt de botons que es possessin un al costat de l'altre. Vegeu la figura 6. Aquesta agrupació d'imants, donaria un espectre com el que hem observat pels imants de nevera, però el seu espectre seria el mateix per les seves dues cares, cosa que no succeeix amb els imants de nevera. Per tant, aquesta agrupació tampoc ens dona una explicació plenament satisfactòria. A més s'atraurien entre ells fos quina fos la cara enfrontada, cosa que tampoc succeeix exactament.

Ja estem a punt de trobar la solució. Gairebé segur que, en aquesta alçada de la discussió, algú suggerirà, a crits: "son petits imants de ferradura". Bé, potser sí, però cal que ho analitzem. A la figura 7 hi ha un esquema de com estarien distribuïts els petits imants de ferradura que constituïrien un imant de nevera, segons aquesta darrera hipòtesi. Haurem de comprovar que aquesta nova hipòtesi explica tots i cada un dels experiments que hem fet prèviament amb els imants de nevera.

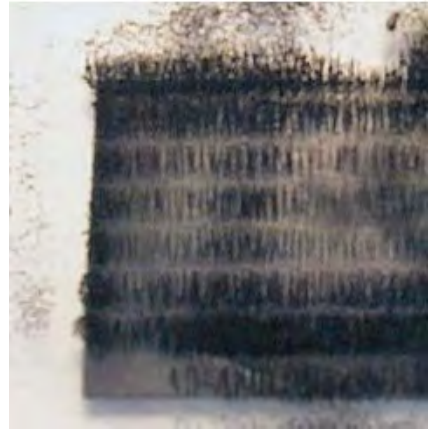


Fig. 5: Fotografia de l'espectre magnètic de la cara que atreu els objectes de ferro d'un imant de nevera..

Bàsicament aquests experiments són:

1. Els imants de nevera s'enganxen sobre objectes de ferro només per un costat.
2. Quan els movem un sobre l'altre enfrontant les cares imantades, es desplacen de forma discontinua, fent salts. Hi ha posicions en les que queden ben enganxats, d'altres en les quals no és possible mantenir-los encarats, s'escapen.

El nostre model permet explicar aquests dos fets? Sí, anem a veure-ho. Tinguem ben present el model representat a la figura 7.

1. Efectivament, el nostre model només s'enganxarà per la cara on, alternativament, estan els pols dels petits imants. Per l'altra cara, l'imant pràcticament no s'enganxarà ja que el camp magnètic creat per tots els imants arrencats serà molt feble. Recordem que el camp magnètic d'un imant de ferradura és molt intens en els seus extrems i extraordinàriament feble a la part corba.
2. Per explicar aquest fenomen ens ajudarà la Figura 8. Quan encarem dos imants de nevera per les parts imantades es produirà una repulsió quan quedin enfrontats dos pols iguals i es produirà una atracció quan quedin enfrontats un pol nord amb un pol sud. El dibuix de la figura, evidentment, és molt esquemàtic i cal imaginar-se els petits imants de ferradura organitzats en línies paral·leles que presenten, en una cara de l'imant, pols nord i sud alternativament. Suposant que poguéssim veure els pols d'un imant, veuríem una línia de pols nord i sud, paral·lela a aquesta una altra línia de pols i així successivament. Fent l'espectre magnètic, tal i com hem explicat, podríem comprovar si la distància entre pols dins d'una mateixa línia correspon a la distància entre línies, a la majoria d'imants no coincideix. Això farà que quan desplaçem un imant sobre l'altre, seguint la direcció que coincideix amb l'alineament dels petits imants de ferradura, notarem que els imants s'enganxen a salts. Per això és important que els dos imants utilitzats per fer aquesta comprovació siguin iguals. A més, si els desplaçem un sobre l'altre seguint una direcció perpendicular, aquest fenomen no serà tan notable, ja que difícilment quedaran enfrontats tots els pols nord d'un imant amb tots els pols sud de l'altre. I si els desplaçem de manera que un es desplaci en una direcció inclinada respecte la direcció definida per l'alineament dels imants és gairebé segur que no observarem cap d'aquests comportaments. Encara podem afegir una altra particularitat: si fem aquests experiments amb una parella d'imants que siguin diferents segurament la distància de pol a pol corresponent a cada un dels imants serà diferent i, per tant, és molt possible que no observem aquest fenomen explicat.

Així doncs, sembla que el nostre model d'imant de nevera explica totes les observacions que hem fet, fins i tot suggereix algun altre experiment i la seva interpretació: comprovar el comportament de dos imants diferents o desplaçar dos imants iguals en diferents direccions. Cal remarcar als alumnes que un

bon model teòric, a més d'explicar els fenòmens observats, també ha de suggerir nous experiments. Finalment comprovem les nostres hipòtesis amb el que diu la comunitat científica, que en aquest cas vol dir consultar algun article científic on explica com estan constituïts els imants de nevera. Vegeu les referències que donem al final d'aquest article, les quals confirmen que la hipòtesi que hem fet sobre la constitució dels imants de nevera és correcta.

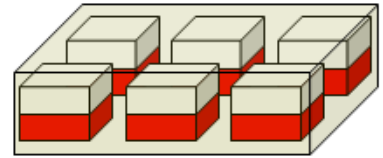


Fig. 6: Una possibilitat d'arranjament d'imants de barreta per explicar l'espectre magnètic d'un imant de nevera. Només explica l'espectre d'una cara, però.

Per resumir. Amb aquesta activitat hem ajudat als alumnes a elaborar hipòtesis de forma reflexiva, hipòtesis que s'han basat en l'anàlisi de l'objecte d'estudi. El model teòric desenvolupat d'una d'elles ha permès explicar els fenòmens observats.

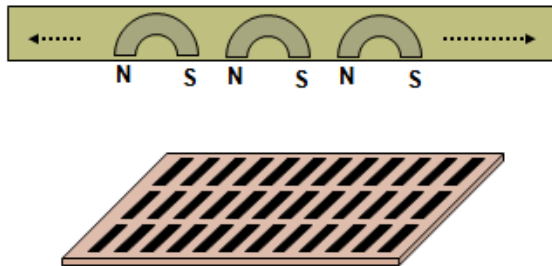


Fig. 7: Tall vertical d'un imant de nevera per veure com estan situats els petits imants que el constitueixen. L'esquema no guarda les proporcions entre les dimensions.

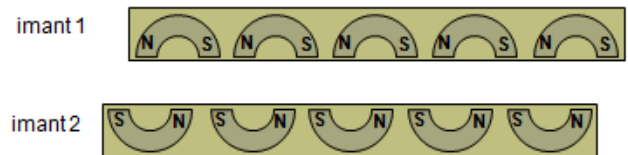


Fig. 8: Dos imants de nevera acarats per la part que presenten un camp magnètic.

Referències

- E.S. Bichsel, B. Wilcox and W.J. Geerts; Magnetic domains of Floppy disks and Phone Cards Using Toner Fluid, *The Physics Teacher* **40**, pp. 150-153 (2002).
- M.F. Schmidt, Jr. Investigating Refrigerator Magnets, *The Physics Teacher* **38**, pp. 248-249 (2000).
- D. Gil, J. Carrascosa, C. Furió y J. Martínez-Torregrosa; La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. ICE – Horsori. 1991.



Sumari

◀ 8/8

[Inici](#)

[Com podeu col·laborar?](#)

[Subscripció](#)

ISSN: 1988-7930 DL: B-31773-2012 Adreça a la xarxa: www.RRFisica.cat Adreça electrònica:

redaccio@rrfisica.cat difusio@rrfisica.cat

Comitè de redacció : Josep Ametlla, Octavi Casellas, Xavier Jaén, Gemma Montanyà, Octavi Plana, Jaume Pont.

Treballem conjuntament : Societat Catalana de Física, Associació de Professores i Professors de Física i Química de Catalunya, XTEC, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat de Barcelona



Aquesta obra està subjecta a una [Llicència de Creative Commons](#)



Programació web: Xavier Jaén i Daniel Zaragoza.

Correcció lingüística: Serveis Lingüístics de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Recursos de Física col·labora amb [la baldufa](#) i també amb [ciències](#) Revista del Professorat de Ciències de Primària i Secundària (Edita: CRECIM-UAB)

