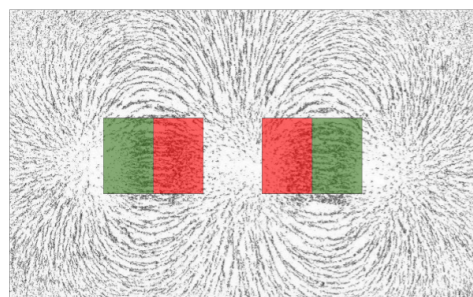
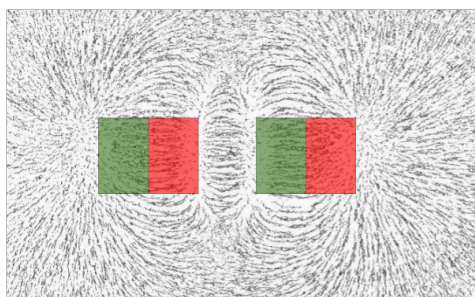


1. INVESTIGANT ELS IMANTS




Jordi Achón
Jordi Regalés
Jaume Riera


CESIRE
Departament d'Educació
Generalitat de Catalunya

BCN 2019

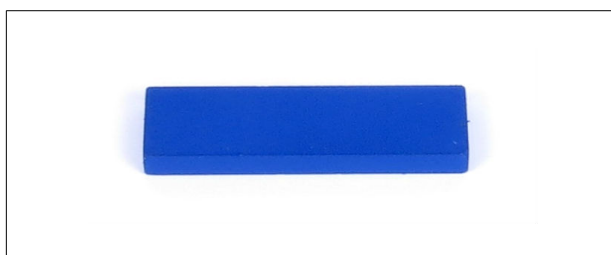



1. ELS IMANTS

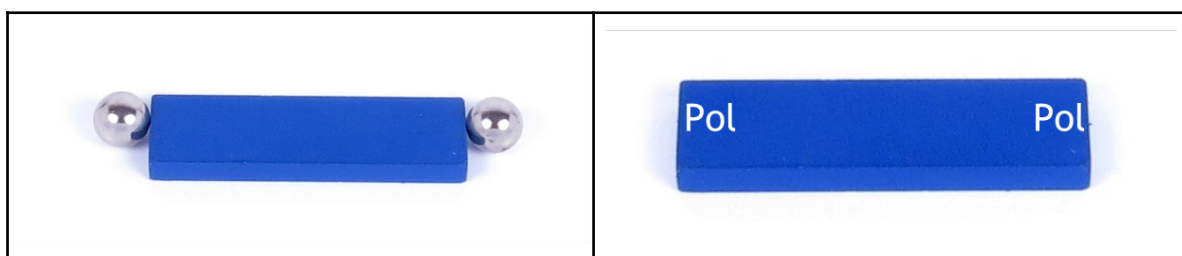
 Segur que més d'una vegada heu jugat amb un imant, de manera que ja sabeu que atrau el ferro i alguns pocs metalls més. D'imants, n'hi ha de moltes menes i formes. Segons el material que s'ha imantat, els tres tipus més comuns són:

Imants de ferrita	Imants d'alnico	Imants de neodimi
		

Per tal d'investigar els imants sense condicionaments els utilitzarem sense marcar. Vet aquí un imant rectangular (d'alnico):



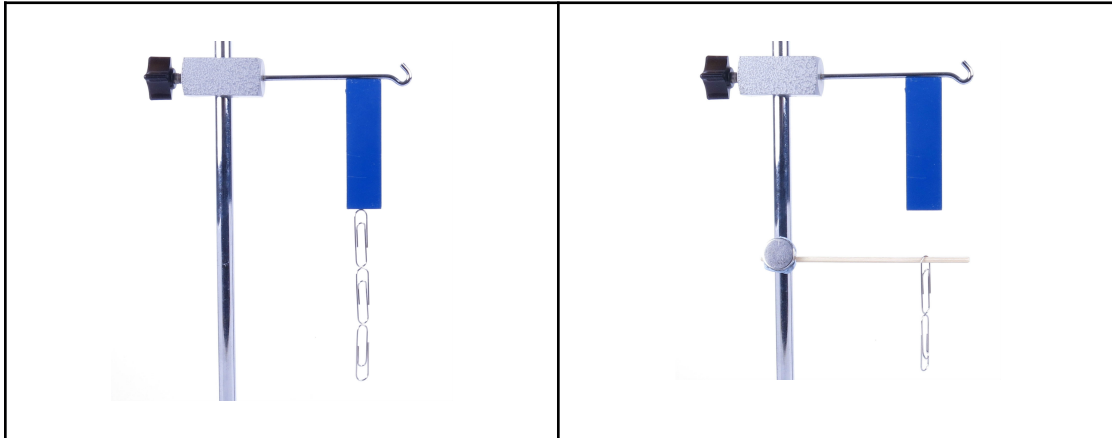
 Si disposeu d'una bola d'acer i l'aproximeu a l'imant per diferents bandes, sempre acabarà atreta per un dels dos extrems. Aquests dos extrems, on es concentra la força d'atracció, s'anomenen **pols magnètics**.



Si desenganxeu la bola i la manteniu a diferents distàncies, entre 1 i 5 cm aproximadament, notareu que, quan més a prop del pol, aquest l'atrau amb més intensitat. Així doncs, l'imant té una capacitat d'acció (per atraure el ferro) sobre l'espai que l'envolta, i quant més a prop dels pols, més intensa és aquesta força d'atracció.



Pengeu un imant d'un suport tal com indica la fotografia de l'esquerra, i pengeu d'ell uns quants clips en filera. La capacitat d'atracció magnètica passa del primer clip al següent i així successivament, però com que quan més lluny és de l'imant, la influència magnètica és menor, arriba un moment en què la força de l'imant és molt dèbil per aguantar un nou clip.



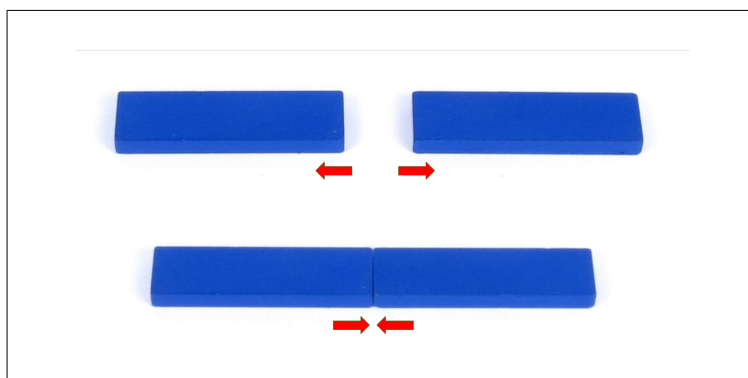
Tal com mostra la fotografia de la dreta, si sota l'imant hi fixeu un petit bastó i en pengeu un clip sense que toqui l'imant, veureu que també atrau un altre clip. No cal que un objecte de ferro toqui directament l'imant per rebre'n la seva influència.



Aquestes dues experiències ens fan evident una propietat important de l'espai d'influència dels imants: *qualsevol objecte de ferro situat dins d'aquest espai esdevé un nou imant*. Aquest fenomen es coneix amb el nom d'**inducció magnètica**, una expressió que significa que un objecte influeix o provoca un efecte determinat sobre un altre objecte. Si fregueu un objecte de ferro punxegut sobre l'imant, conservarà durant més temps el seu magnetisme. Si fregueu la punta d'un tornavís, us anirà molt bé per agafar i sostenir cargols.



Cal disposar de dos imants, com a mínim, per observar una propietat important dels imants. Entre dos, encareu els pols dels vostres imants i després gireu-ne un, i comprovareu que *els pols de dos imants diferents o bé s'atrauen o bé es repel·leixen*.



! Aquesta propietat dels imants passa inadvertida si només es disposa d'un sol imant. I el ferro tampoc no la posa de manifest, ja que els dos pols l'atrauen igualment i amb la mateixa intensitat. És evident que alguna diferència hi ha d'haver entre els dos pols d'un imant, és a dir, que *els pols d'un imant no són iguals*.

? Un parell de preguntes us trauran el cap per la punta de la llengua. Però compte: és molt fàcil embolicar-se. Les heu de formular de manera clara i curta, i una després de l'altra, perquè també us caldrà esbrinar quina cal respondre en primer lloc, ja que la resposta d'una ens facilitarà la resposta de l'altra.
Aneu al [full de treball \(1\)](#).

! Quan es coneix la regla d'interacció entre dos imants, és molt ràpid identificar els pols de dos imants. Els pols dels imants s'acostuma a anomenar-los Nord i Sud, i es pinten de vermell (N) i verd (S). En una altra unitat, que dedicarem a la brúixola, s'explicarà per què s'anomenen d'aquesta manera.



? Els imants tenen una altra propietat sorprenent, que la podeu extreure del fet que dos imants s'uneixen quan s'encaren pels pols contraris. Esbrineu-la al [full de treball \(2\)](#).

! D'aquesta propietat se'n deriva una altra: en efecte, si dos o més imants estan suficientment a prop i no estan fixats, aleshores, es **mouran i s'uniran formant un sol imant**. Recordeu aquesta propietat, més endavant ens servirà per comprendre uns altres fenòmens



Una vegada es coneix aquesta propietat, sorgirà una nova pregunta si pensem en l'acció contrària d'unir. Què passaria si ...

Redacteu-la i responeu-la al [full de treball \(3\)](#).



Aquesta curiosa propietat dels imants, la de partir-se i formar dos nous imants, estimula la imaginació i suggereix preguntes interessants. Feu una pluja d'idees i comenceu per aquesta: i si anem partint un imant cada vegada en trossos més petits?

Redacteu les conclusions al [full de treball \(4\)](#).



Aquesta capacitat dels imants, tant per atraure el ferro com per interactuar entre ells atraient-se o repel·lint-se, manifesta que posseeixen una **energia magnètica**.

En efecte, a un tros de ferro situat dins el camp d'influència d'un imant, aquest li comunica una força que el posa en **moviment** cap un dels seus pols. Dos pols contraris de dos imants és mouen l'un cap a l'altre, empesos per forces d'atracció, o se n'allunyen empesos per forces de repulsió.

Més endavant, veurem com s'aprofita l'energia magnètica dels imants, per exemple en els motors elèctrics i en els generadors de corrent elèctric, dues màquines essencials de la nostra societat.

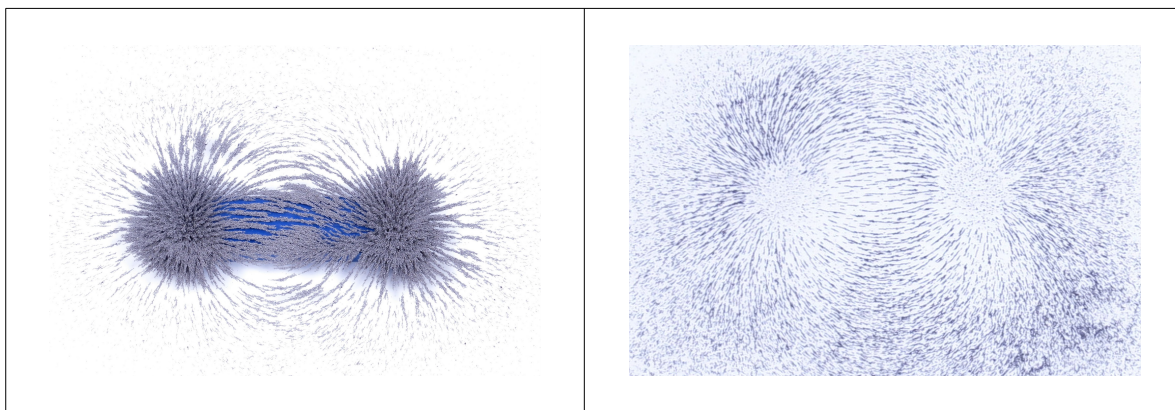
2. ELS ESPECTRES DELS IMANTS. EL CAMP MAGNÈTIC



La paraula **espectre** sona a fantasma. En els dibuixos animats, com que els fantasmes són invisibles, els hi posen un llençol blanc per fer-los visibles. El vent, per exemple, és invisible, però un remolí de vent és fa visible gràcies a les fulles i la pols que fa giravoltar. L'espai d'influència magnètica que envolta un imant és invisible, però hi ha una manera de fer-lo visible. El truc consisteix en usar llimadures de ferro i deixar-les caure sobre un imant.



És sorprenent la forma que adopten les llimadures. Només cal un saler amb llimadures de ferro, un cartró ploma o un vidre que posarem sobre l'imant. És més net adaptar la funda d'un disc compacte amb les llimadures al seu interior, tot segellant els forats. Una càpsula de Petri del laboratori també farà el fet.



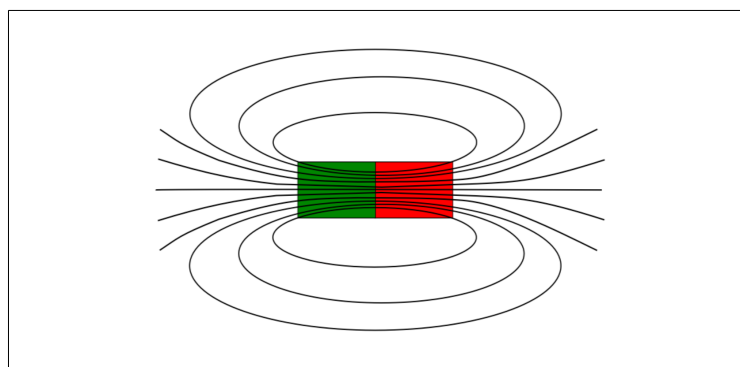
i Al conjunt de l'espai on arriba la influència de l'imant i actua sobre les llimadures se l'anomena **camp magnètic**. Salta a la vista que les llimadures adopten o es col·loquen seguint unes **línies corbes** que van de pol a pol tot passant per l'**interior** de l'imant.

Cal entendre bé com es formen aquestes línies, ja que, si escampem de nou llimadures, se'n formen de noves i conserven la mateixa forma corbada que uneix els pols, però no seran exactament les mateixes línies. Es pot comprovar superposant dos espectres successius del mateix imant. De manera que aquestes línies no constitueixen el camp magnètic pròpiament dit, ja que el camp magnètic és un espai continu. El que ens mostren aquestes línies és la **curvatura** del camp magnètic.

Mireu i jugueu amb aquesta [representació 3D del camp magnètic](#).

? Com es formen aquestes línies? Hi ha una explicació que cal esbrinar. Aneu al [full de treball \(5\)](#)

! Així que el camp magnètic no està format pròpiament per línies, sinó que és un espai continu que es corba tot penetrant per l'interior de l'imant. Tot i això, la manera més pràctica de representar-lo és amb aquestes línies imaginàries, que s'anomenen **línies del camp magnètic**.

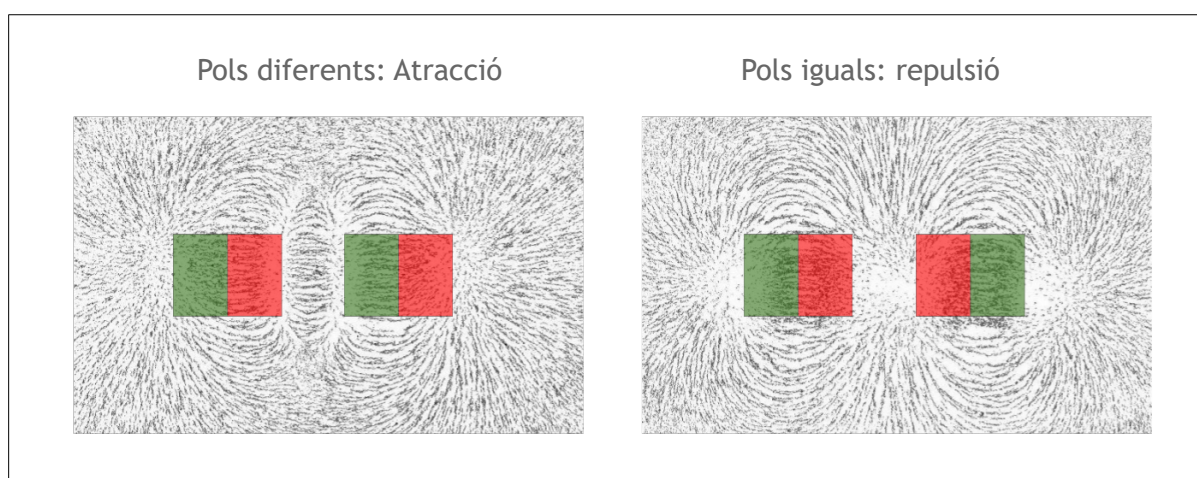


Tot i que l'espectre del camp magnètic no ho permet veure, les línies també passen per l'interior de l'imant, de pol a pol. De manera que són **corbes tancades**.

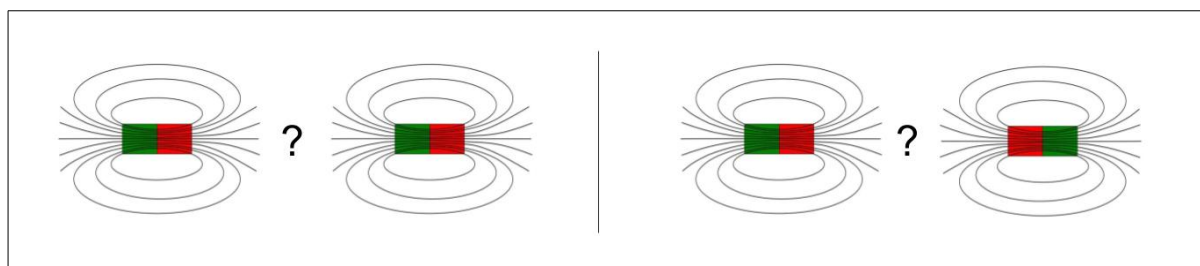
Ja es veu que quant més a prop dels pols, més densitat de línies hi ha; i quant més lluny, menys densitat. De manera que representar el camp magnètic amb línies corbes i tancades és un bon sistema per representar les diferents intensitats del camp magnètic. Sempre, però, sense oblidar que el camp magnètic és un continu, és a dir, que no té forats o buits i que no salta de línia en línia.

? Ara que ja sabem com representar l'espectre d'un imant, una pregunta ens pot ballar pel cap: es poden veure els espectres magnètics de l'atracció i de la repulsió entre dos imants? Aneu al [full de treball \(6\)](#) per investigar-ho.

! Acabeu d'observar que si dos pols diferents s'encaren, l'atracció magnètica es fa visible per les línies magnètiques que surten d'aquests pols, que s'uneixen formant un sol conjunt de línies que va de pol a pol. Per contra, si els dos pols encarats són iguals, la repulsió magnètica també es fa visible en les línies, ja que no s'uneixen sinó que se separen.



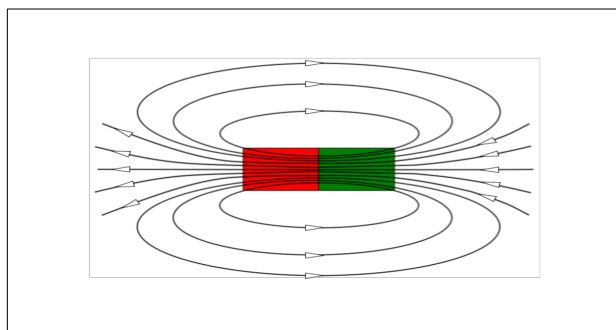
? Però encara hi ha molt per conèixer. Per exemple, si posem costat per costat les representacions dels camps magnètics de dos imants, salta a la vista que no hi ha res, en



les línies, que ens indiqui com és que s'uneixen o se separen segons els pols encarats
Es pot creure que ja se sap, pels respectius espectres. Sí, és clar, però llavors *la representació que hem fet té molt poca utilitat*, a menys que no eixamplen la nostra mirada sobre del camp magnètic. Les línies del camp poden fusionar-se o unir-se i separar-se i fugir les unes de les altres, això depèn de quins pols s'encarin. I tal com les hem representades totes elles són iguals, és a dir, que entre elles no hi ha cap diferència que ens indiqui com són capaces d'unir-se o de repel·lir-se. Aleshores, vet aquí la bona pregunta: què ens falta per comprendre, del camp magnètic, per explicar-nos aquest comportament diferent entre unes línies i unes altres?



El camp magnètic no és un cosa immòbil i estàtica com sembla ser. Aparentment, res en ell ens indica que posseeixi alguna dinàmica, sempre és invisible i sembla quiet, estàtic, i llevat del cas que un objecte de ferro caigui dins del seu camp d'influència, llavors es posa en acció i li comunica la força que l'empeny directament cap a un pol. Però el camp magnètic és un contenidor d'energia sempre actiu. Ens el podem imaginar com una mena de **flux d'energia** que va o volta de pol a pol, tot passant tant per l'exterior com per l'interior, sempre seguint la curvatura representada per les línies corbes. Aquesta idea es pot representar dotant de **sentit** les línies del camp, cosa que no hem fet abans.



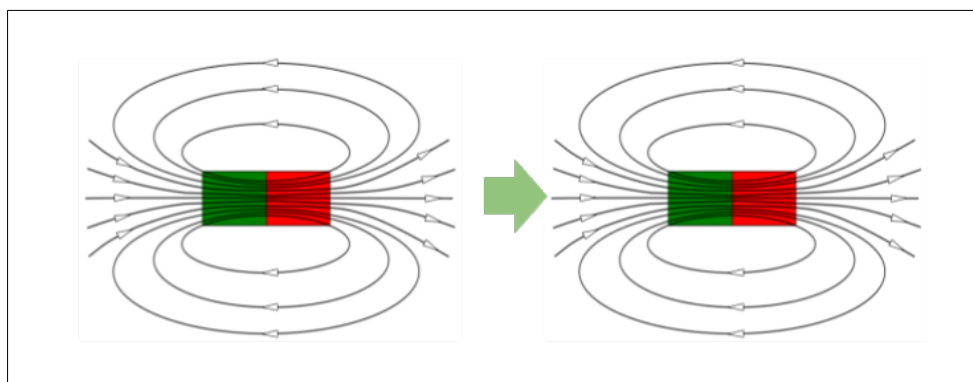
Posem que el sentit de les línies vagi del pol Nord al Sud per l'exterior de l'imant i del Sud al Nord per l'interior.



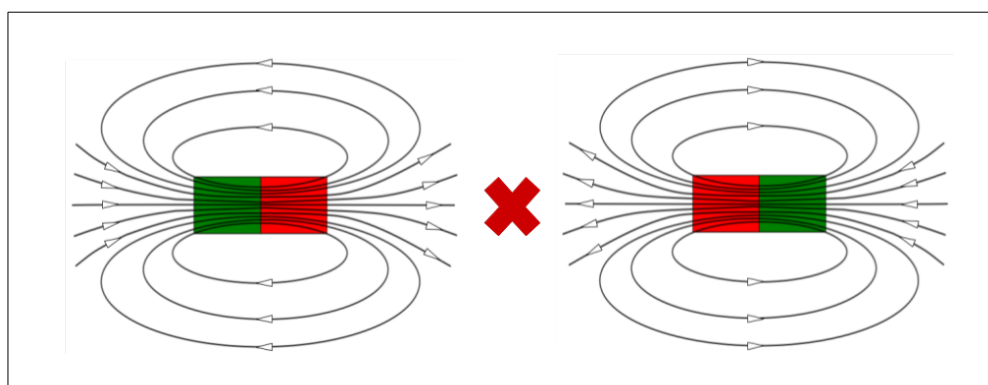
Amb aquest model de camp magnètic ja és podrà representar l'atracció i la repulsió entre pols?

En el cas de l'atracció entre dos pols diferents, adoneu-vos que el sentit del flux de les línies dels dos pols oposats és el mateix, de manera que podran unir-se.

És com si s'uneixen dues carreteres diferents d'un sol carril en què els cotxes circulen en el mateix sentit: els cotxes poden passar d'una a l'altra sense xocar.



En el cas de la repulsió entre dos pols iguals, el sentit del flux de les línies dels dos pols és contrari, i no es poden unir. És com si s'uneixen dues carreteres diferents d'un sol carril en què els cotxes circulen en sentits oposats: els cotxes xocarien entre ells.



3. COSA DE BRUIXES?

! Ja sabeu què són les **brúixoles**: imants que poden girar lliurement, i quan s'aturen, el pol marcat assenyala el Nord i l'altre el Sud. Per si en teniu algun dubte, de què són imants, aquestes dues experiències ens ho mostraran.

🔧 Poseu un ferro a prop d'una brúixola i moveu-lo al seu voltant, l'agulla de la brúixola el seguirà. Poseu-hi un imant i gireu-lo, l'agulla de la brúixola també girarà. Pols diferents s'atrauen i pols iguals es repel·leixen. Només dos imants poden fer aquestes coses.



En temps antics, la propietat d'assenyalar sempre el Nord i el Sud de la Terra, era atribuïda a les bruixes (d'aquí ve, possiblement, el nom de brúixola).

Comprovem-ho.



Cadascú penja el seu imant d'un fil, de manera que quedi ben horitzontal. Una manera pràctica de fer-ho ràpidament és la indicada en el dibuix. Cal que tothom porti l'etiqueta adhesiva assenyalant el mateix pol. Baixeu al pati i col·loqueu-vos separats. Deixeu l'imant lliure penjant d'un dit i mantingueu la mà quieta fins que l'imant quedi en repòs.



Un de vosaltres ha de fer de testimoni i portar una brúixola i encarar-se al Nord.

Després, a un senyal seu i tothom a la una, amb el braç lliure assenyalerà la direcció que marca l'imant. Comprovareu que tots els braços assenyalen la mateixa direcció. Tots els imants ha quedat alineats en la línia Nord-Sud.



Ara hem de fer caure les bruixes de l'escombra i esbrinar la causa de què els imants que es poden moure lliurement assenyalen els pols del planeta Terra. És un fenomen

sorprenent. No és estrany que antigament s'atribuís a les bruixes. L'any 1600 en William Gilbert publicava un llibre on proposava una explicació científica d'aquest fenomen. En aquella època els imants de les brúixoles eren de magnetita, un mineral que té propietats magnètiques.

Feu-vos la mateixa pregunta que W. Gilbert: què és capaç de moure a distància els pols d'un imant, que no sigui un tros de ferro? W. Gilbert va donar una resposta imaginativa i agosarada, però científica, perquè ho explicà d'una manera lògica i amb proves.



Fem una pluja d'idees sobre aquesta pregunta. Us ajudarà a comprendre per què la brúixola assenyala la línia Nord-Sud la [següent simulació](#) del PhET.