

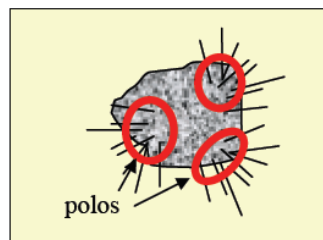


## Conceptos previos

### II. Magnetismo y fuerza magnética

**Magnetismo natural.** El fenómeno magnético, al igual que el eléctrico, está estrechamente ligado a los átomos y es también una propiedad general de la materia. Veremos a continuación las características de este fascinante fenómeno.

Al igual que los eléctricos, los fenómenos magnéticos fueron conocidos en la Grecia antigua y por otros pueblos que conocieron las *pedras imán* o *magnetita*.

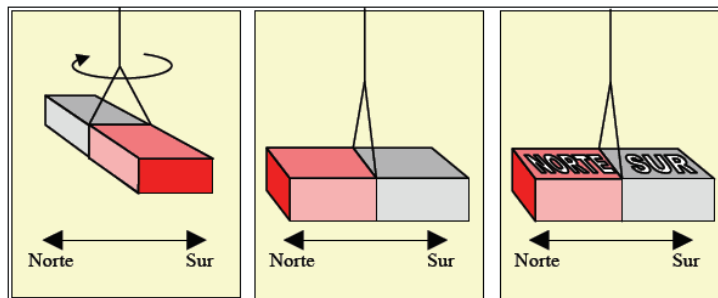


La figura ilustra el aspecto de la magnetita y sus *polos magnéticos*. Así se denominan las zonas de la piedra que atraen con mayor fuerza a otros materiales magnéticos, como por ejemplo clavos. Estos polos pueden ser varios, pero como mínimo se observan dos. De aquí en adelante, a este tipo de materiales magnéticos los denominaremos *imanes* y estudiaremos los más simples: aquellos que presentan solamente dos polos.

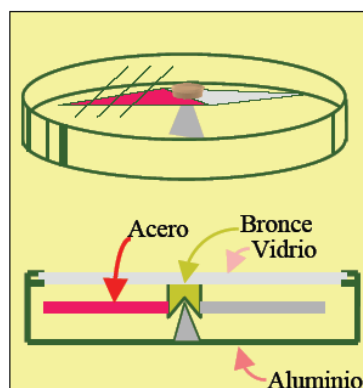
La experiencia cotidiana nos muestra que los imanes atraen únicamente a ciertos materiales, particularmente a los que contienen hierro, y no al papel, la madera, aluminio, bronce, vidrio, etc.

Quizá la característica más sorprendente de los imanes es que se orientan geográficamente. En efecto, si cuelgas un imán de barra que posea sus

polos en los extremos y de modo que pueda rotar libremente, después de un tiempo se orientará de norte a sur. Si marcas uno de sus polos, por ejemplo pintando el que apunta hacia el norte y lo haces rotar, constatarás que después de un tiempo, el mismo polo señala de nuevo el norte. Este fenómeno se ilustra en la figura. Se trata del principio de la brújula. Llamaremos polo norte del imán al que apunta hacia el norte geográfico y polo sur del imán al que apunta hacia el sur.



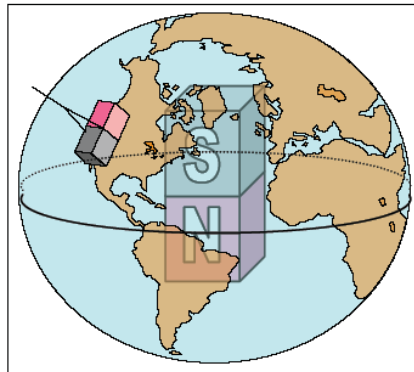
No se sabe quién ni cuándo realizó este extraordinario descubrimiento, aunque algunos historiadores se lo atribuyen a los chinos. Consta que alrededor del año 1100 ya lo usaban los marinos para orientarse cuando las estrellas no estaban visibles. En la figura se ilustra un prototipo de brújula muy común, junto a la visión de un corte lateral.



Si pones durante unos minutos junto a un imán un trozo de acero, que inicialmente no manifiesta propiedades magnéticas (una aguja de cocer, una tijera o un destornillador), podrás verificar que él se convertirá en un imán.

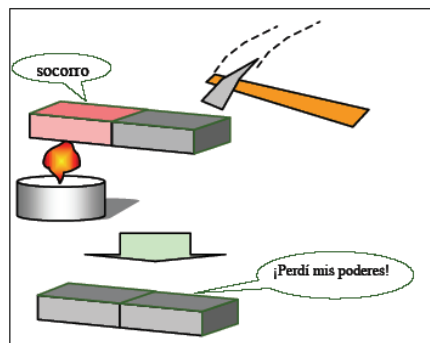
## Interacción entre imanes y el magnetismo terrestre

Si colgamos dos imanes con sus polos debidamente marcados, veremos que polos del mismo nombre se repelen y de distinto nombre se atraen. Si consideramos la brújula, entonces debemos concluir que nuestro planeta Tierra es un gran imán en cuyo polo norte geográfico posee un polo sur magnético y en el polo sur geográfico un polo norte magnético.

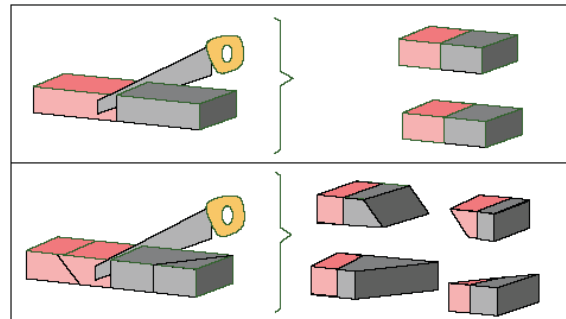


## Otras propiedades de los imanes

¿Cómo se logra que un imán pierda sus propiedades magnéticas? Como lo ilustra la siguiente figura, hay básicamente dos maneras: una es golpeándolo con un martillo y otra calentándolo.



¿Qué ocurre si cortamos un imán por la mitad o de alguna otra manera? Como ilustra la siguiente figura, si hacemos los cortes sin elevar demasiado su temperatura, lo que obtenemos son nuevos imanes completos; es decir, es imposible obtener un polo aislado.

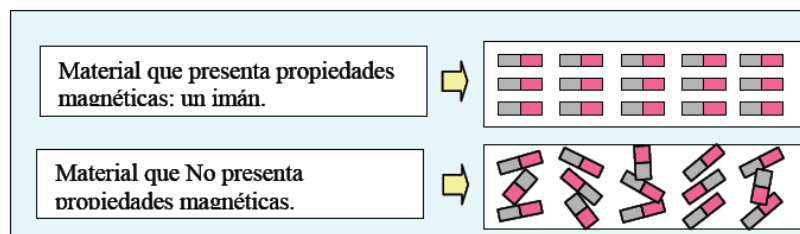


### Imanes permanentes y momentáneos

Al magnetizar un trozo de acero, éste conserva sus propiedades magnéticas por mucho tiempo, posiblemente por cientos de años: será un imán permanente. Sin embargo, otros materiales, como el hierro dulce, manifiestan propiedades magnéticas solamente mientras se encuentran en las proximidades de un imán.

### Modelo magnético de la materia

Para el estudiante que ve por vez primera estos temas, posiblemente ninguno de los fenómenos magnéticos descritos hasta el momento posee una explicación. Para avanzar en busca de ella describiremos un modelo muy simple que es capaz de dar cuenta de varios de los efectos mencionados. Este modelo consiste en suponer que la materia está conformada por minúsculos imanes. Los átomos deben ser imanes. La diferencia entre un material que se comporta como imán se debería a que tales imanes atómicos están ordenados. La siguiente figura ilustra esta idea. Mientras que en los imanes permanentes este orden se conserva, en los imanes momentáneos se produce solo cuando un imán próximo los ordena.



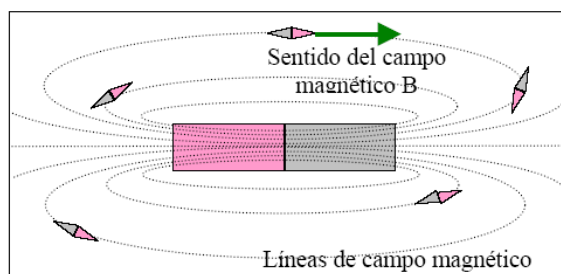
Esto explicaría por qué al cortar un imán se obtienen nuevos imanes y por qué al golpear o calentar un imán éste pierde sus propiedades magnéticas. La agitación térmica producida en ambos casos desordena la orientación de esos pequeños imanes.

¿Se enfriará un material en presencia de un imán? Si consideramos que átomos y moléculas se encuentran permanentemente en movimiento como consecuencia de la agitación térmica, entonces la presencia de un imán dificultará este movimiento, lo que debiera traducirse en una reducción de la temperatura. Efectivamente, así ocurre aun cuando en situaciones cotidianas no se observe. Los físicos que trabajan con bajas temperaturas aplican poderosos campos magnéticos a los objetos que desean enfriar. Ésta predicción es un éxito importante de este modelo.

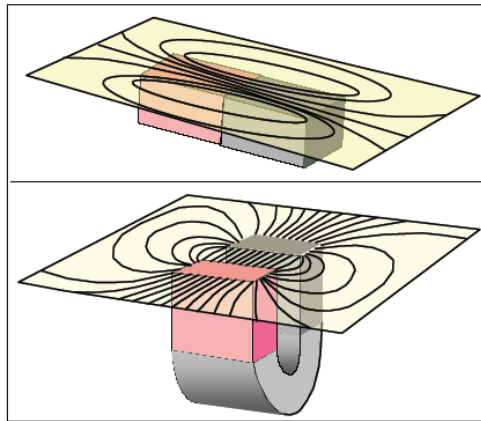
### Visualizando el campo magnético

Con el término *campo magnético* expresamos la idea de que el espacio que rodea a un imán tiene propiedades magnéticas. Es posible visualizar este campo en algunos experimentos sencillos.

Si exploramos el espacio que rodea a un imán con una pequeña aguja magnética que pueda rotar libremente, veremos que en cada punto la aguja adquiere una dirección específica. Diremos que el sentido que señala el norte de este imán de prueba es el del campo magnético en cada punto, que anotaremos con la letra B. Las líneas por donde se movería un polo norte de la aguja (si pudiera existir en forma aislada) las denominaremos *líneas de campo magnético*. La siguiente figura ilustra esta situación. Allí estas líneas están dibujadas como líneas de punto.

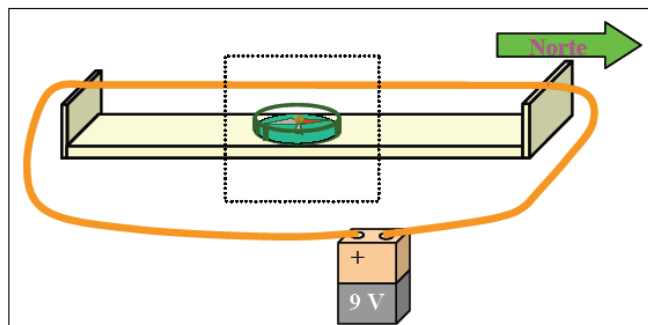


Para inspeccionar la forma que tiene el campo magnético en diversos imanes, puedes colocarlos debajo de una hoja de papel y espolvorear sobre él limaduras de hierro, que hacen las veces de pequeños imanes de prueba. Las líneas del campo magnético que se pueden visualizar en estos casos se insinúan en la siguiente figura para un imán de barra y para un imán de herradura.



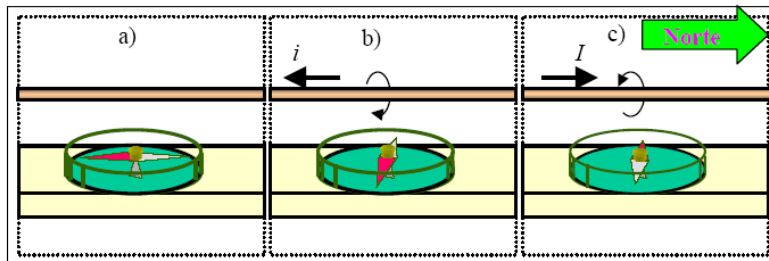
### Efectos magnéticos de la corriente eléctrica (experimento de Oersted)

Durante muchos años los físicos sospecharon que los fenómenos eléctricos y magnéticos estaban relacionados. El descubrimiento lo hizo a Hans C. Oersted. Su célebre experimento es muy fácil de reproducir. Consiste, como lo indica la figura, en hacer pasar una corriente eléctrica por un conductor alrededor del cual hay una brújula.



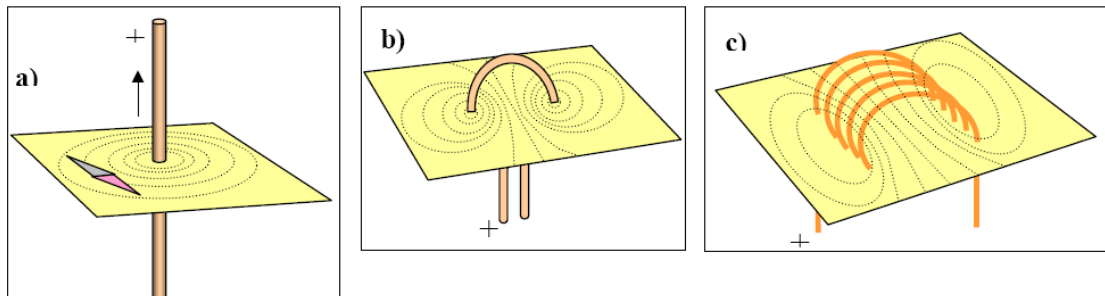
El único cuidado que hay que tener es el de orientar el conductor, antes de que circule la corriente, en la misma dirección en que se orienta la aguja de la brújula; es decir, de norte a sur.

A continuación se muestra la orientación que adopta la aguja de la brújula cuando por el conductor: a) no circula corriente, b) circula hacia el sur y c) circula hacia el norte.

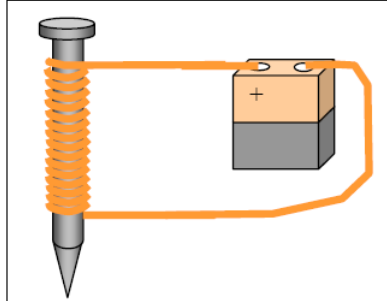


La manera de obtener con facilidad el sentido del campo magnético es la regla de la mano derecha: si con esta mano envolvemos el conductor, como si nos fuésemos a afirmar de él, de modo que el pulgar apunte en el sentido de la corriente (de + a -), las puntas de los restantes dedos señalarán el sentido del campo magnético  $B$ .

El campo magnético producido alrededor de un conductor que porta corriente también puede visualizarse empleando limaduras de hierro. La siguiente figura ilustra las líneas de campo magnético en tres situaciones importantes: a) un alambre recto, b) una espira circular y c) una bobina con varias espiras.



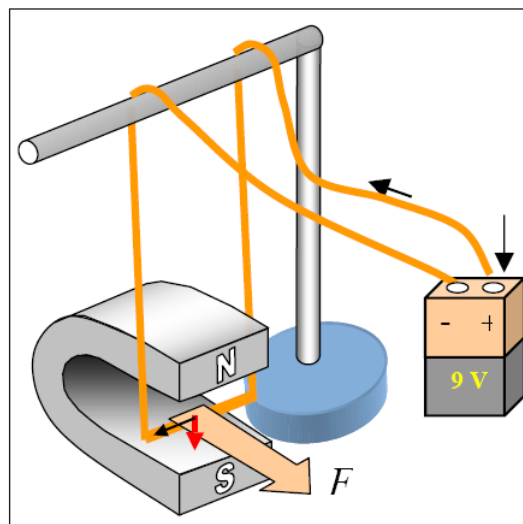
**El electroimán.** Si, como muestra la figura, enrollamos alrededor de un trozo de hierro dulce (un clavo, por ejemplo) unos metros de alambre recubierto de aislante (por ejemplo, alambre de timbre), al hacer circular corriente eléctrica por él observaremos que se convierte en un poderoso imán.



Esto es lo que se conoce con el nombre de *electroimán* y posee numerosas aplicaciones prácticas. En base a ellos funcionan desde un simple timbre de chicharra, hasta grandes grúas que levantan pesados bloques de hierro.

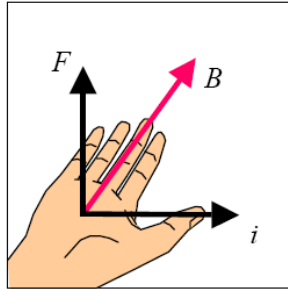
### Fuerza magnética sobre cargas eléctricas en movimiento

Otra relación notable entre magnetismo y corriente eléctrica fue descubierta por Michael Faraday. Consiste, como lo indica la figura, en el hecho de que aparece una fuerza sobre un conductor que porta corriente cuando está inmerso en un campo magnético.



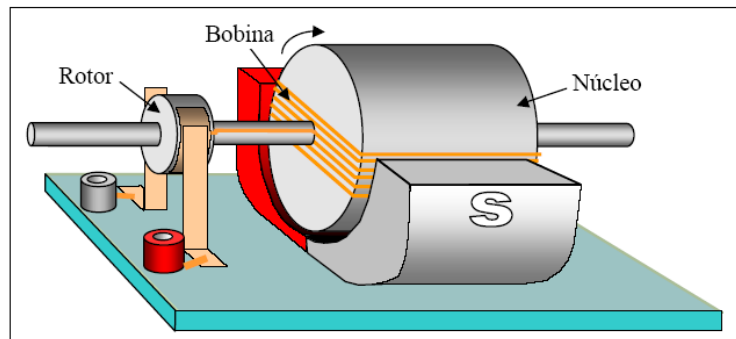


Si haces el experimento verás cómo el cable flexible oscila como un columpio al conectar y desconectar la batería. La fuerza  $F$  que se origina es perpendicular tanto a la dirección del campo magnético ( $B$ ) como al conductor por donde circula la corriente ( $i$ ). Si se invierte el sentido de la corriente o la del campo magnético, la fuerza sobre el conductor apuntará en sentido opuesto. Una regla simple para recordar el sentido de la fuerza es la regla de la palma de la mano derecha que se ilustra en la figura.



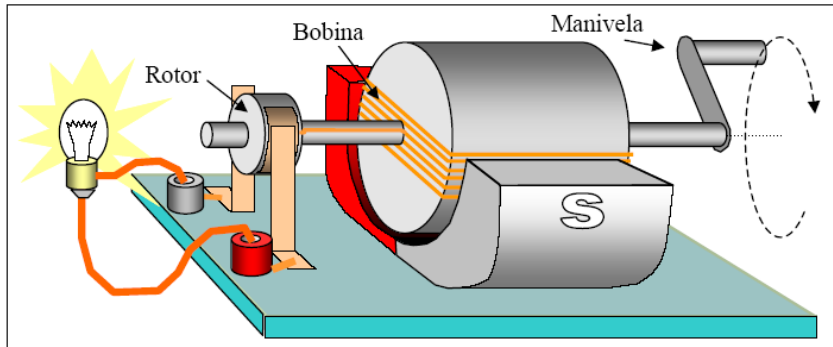
### El motor eléctrico

Una de las más importantes aplicaciones del descubrimiento de Faraday es el motor eléctrico, cuyos aspectos esenciales (bobina e imán) se ilustran en la figura.



## La dínamo

Este es un dispositivo que produce una corriente eléctrica al mover una bobina en un campo magnético. En la figura podemos apreciar los elementos básicos (bobina e imán) que constituyen una dínamo elemental.



Al mover la manivela, en la bobina se produce una corriente que permite, por ejemplo, encender una ampolla. Si se compara este esquema con el del motor, se puede apreciar que son exactamente iguales. No por casualidad se decía en páginas anteriores que un motor de juguete a pila se comporta como una dínamo al hacer rotar su eje.

## III. La energía eléctrica

Para funcionar, un circuito requiere que se le proporcione energía. Ésta puede ser obtenida de una pila, una batería o una dínamo. El circuito transforma la energía que se le proporciona en otro u otros tipos de energía; por ejemplo, en una ampolla se produce luz y calor; en un taladro o ventilador, energía de movimiento y calor, etc.

Consideremos una ampolla de 60 watts para 220 volts que, conectada a este voltaje, funciona continuamente durante 10 horas. En este tiempo, ¿qué energía eléctrica le proporciona al circuito la red eléctrica domiciliaria?, ¿qué energía eléctrica se transforma en luz y calor?

De la definición de potencia tenemos que esta energía  $E$  debe ser  $E = Wt$ , la cual resulta expresada en joules cuando la potencia ( $W$ ) está en watts y el tiempo ( $t$ ) en segundos. Como 1 hora = 3.600 segundos, entonces  $t = 36.000$  s; como la potencia de la ampolla es 60 watts, reemplazando en la expresión anterior tenemos que la energía buscada es  $E = 2.160.000$  joules.

Si en una casa existen los elementos que se indican en la tabla adjunta funcionando durante un mes las horas que se señalan, entonces la energía eléctrica que proporciona la empresa que la abastece de energía eléctrica será, para cada elemento, la que se indica en la última columna.

<b>Cálculo de la energía empleada en una casa</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>horas</b>	<b>Energía (J)</b>
Ampolleta 1	60	120	25.920.000
Ampolleta 2	100	50	18.000.000
Ampolleta 3	45	200	32.400.000
Radio	80	100	28.800.000
Televisor	300	90	97.200.000
Plancha	1200	12	51.840.000
Computador	400	30	43.200.000
<b>Total</b>			<b>297.360.000</b>

Al sumar estos valores encontramos que la energía que se utiliza durante el mes es 297.360.000 joules (297 millones 360 mil joules). ¡Un gran número! Es conveniente que hagas este ejercicio con los artefactos reales que se usan en tu casa.

Como estos números son muy incómodos, se prefiere usar una unidad de energía denominada kilowatt-hora, que corresponde a 3.600.000 joules. Por lo tanto, el consumo eléctrico mensual en la casa de nuestro ejemplo es de 82,6 kilowatt-hora. Si el valor del kilowatt-hora es de \$30, la empresa que la abastece de energía eléctrica debiera cobrar \$2.478.