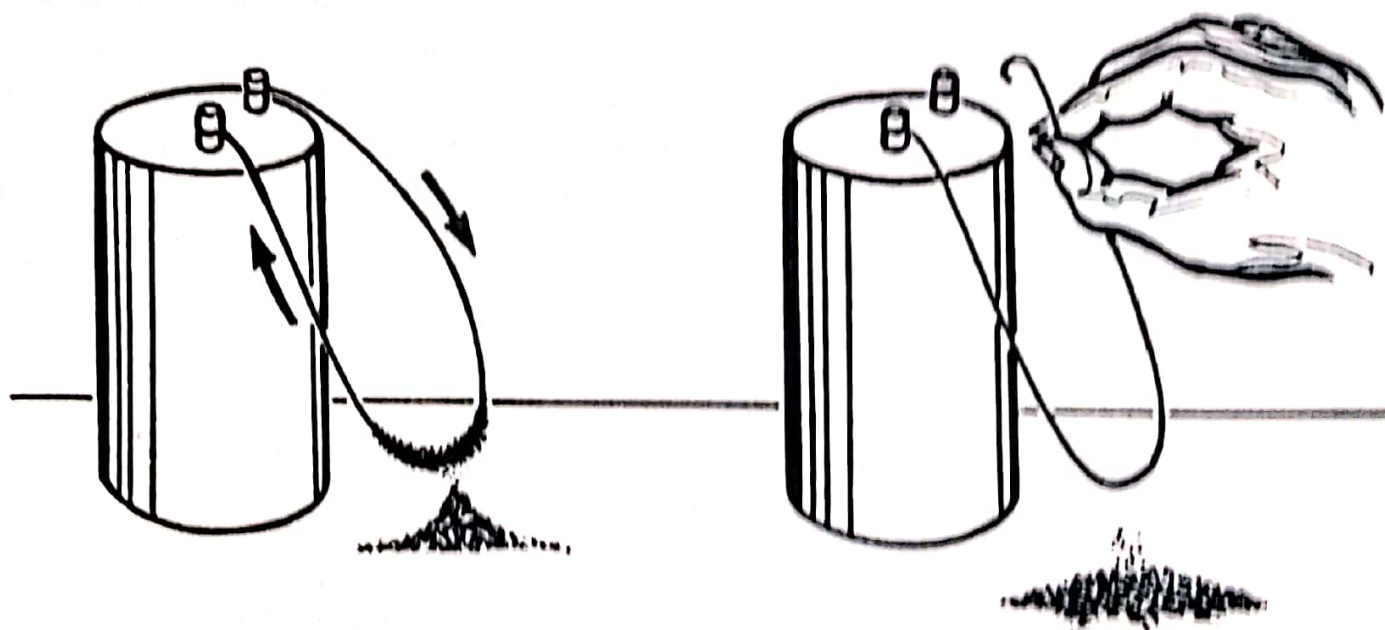


Efeitos Magnéticos

Da mesma forma que o magnetismo de um ímã pode produzir eletricidade, a corrente elétrica produz magnetismo.

A circulação de uma corrente elétrica, por qualquer condutor, está sempre acompanhada por um campo magnético que rodeia o condutor e que o faz comportar-se como um ímã. Este fenómeno se conhece como eletromagnetismo.



Ao circular uma corrente elétrica, por um condutor, gera-se um campo magnético, que atuará como um ímã, atraindo limalhas de ferro.

Ao interromper-se a circulação de corrente, o condutor deixa de comportar-se como um ímã e as limalhas se desprendem do fio.

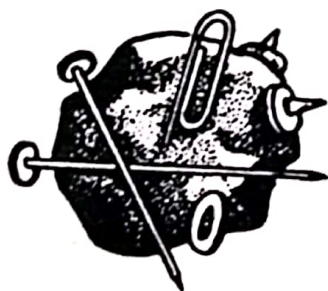
Mais à frente, se explicará com detalhes, tudo o que se relaciona com o magnetismo e eletromagnetismo.

Magnetismo

A força elétrica e a força magnética são duas forças invisíveis, fundamentais para o funcionamento de todos os sistemas eletrônicos modernos. Suas aplicações, se estendem desde uma simples campainha elétrica, até as mais complicadas memórias magnéticas dos computadores de grande porte.

O fenômeno do magnetismo foi observado na natureza há 2000 anos, pelos gregos, ao descobrirem um tipo de pedra -- na verdade mineral de ferro -- perto da cidade de Magnésia, na Ásia Menor. A esta pedra, se chamou **Magnetita**, nome derivado da localidade em que foi descoberta. O nome de ímã, se originou do latim e significa diamante.

Hoje se sabe que a **magnetita** é um mineral de ferro, que tem propriedade magnética em seu estado natural, sem passar por processo de elaboração. Por esta razão, se chama ímã natural.



A pedra de ímã é um ímã natural, que tem a propriedade de atrair para si fragmentos de ferro.

Os ímãs naturais, têm agora, somente um valor histórico, já que se pode fabricá-los artificialmente, com melhor qualidade.

Os gregos observaram que quando um pedaço de magnetita é suspenso por um fio, espontaneamente se alinha na direção norte-sul. Por este motivo, uma das primeiras aplicações dos ímãs foi a bússula.

A primeira aplicação dos ímãs foi a bússula.



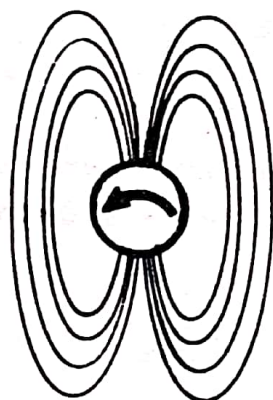
O Magnetismo e o Elétron

Existe uma estreita relação entre as forças elétricas e as forças magnéticas, porém sua natureza é totalmente diferente.

Não existindo interação entre as forças magnéticas e as forças elétricas, não haverá movimento; porém, se o campo de qualquer uma destas forças se põe em movimento, produz-se um efeito de reação entre elas.

A teoria eletrônica do magnetismo, retira da menor partícula da matéria, o elétron, as explicações da relação entre a eletricidade e o magnetismo.

CAMPO MAGNÉTICO DE UMA CARGA QUE GIRA



Uma carga elétrica que circula, apresenta um campo magnético associado.

O elétron possui, além da carga elétrica, dois tipos de movimento: um de translação, descrevendo uma órbita ao redor do núcleo, e o outro de rotação sobre seu próprio eixo. Resultando uma situação semelhante ao da Terra e o Sol. Movimenta-se pela órbita, que dura um ano para completar-se, e gira sobre seu próprio eixo, o que nos dá a noite e o dia.

Daí, surgirão as propriedades magnéticas do elétron, quando faz parte de um átomo. Ao girar sobre seu próprio eixo, produz um campo magnético chamado **spin**. Seu movimento através da órbita, lhe confere um outro campo magnético, chamado **momento magnético orbital**.

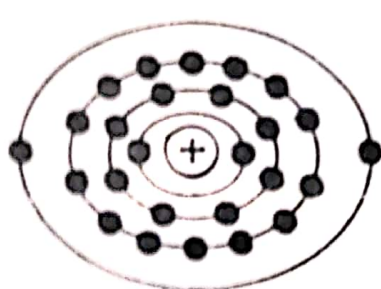
Estas propriedades magnéticas do elétron, devem-se exclusivamente, ao fato de que é uma carga que se encontra em movimento.

Efeito Magnético

Já que todos os materiais contêm elétrons, podemos nos perguntar, por que os únicos metais com propriedades magnéticas naturais são o ferro, o níquel e o cobalto? A resposta é, que em quase todos os materiais, os elétrons que têm spins opostos tendem a se atrair, com os quais seus campos magnéticos se anulam mutuamente.

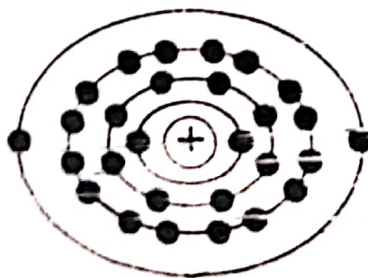
Geralmente, ao combinarem-se os átomos, para formar moléculas, se dispõem de tal maneira que, sempre há 8 elétrons na banda de valência, e os spins destes elétrons anulam os campos magnéticos (Pode-se chamar *spin* ao movimento de rotação que anima aos elétrons).

No ferro, níquel e cobalto, o processo não ocorre de uma maneira tão ordenada. Ao se combinarem, os átomos destes elementos se convertem em íons e repartem de tal forma seus elétrons de valência, que os campos magnéticos destes elétrons não se anulam, mas se juntam.

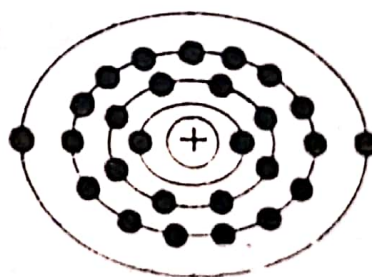


ÁTOMO DE FERRO

MATERIAIS MAGNÉTICOS



ÁTOMO DE NÍQUEL



ÁTOMO DE COBALTO

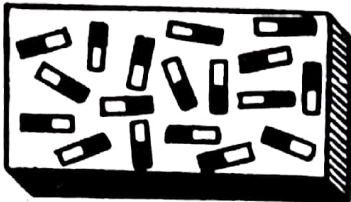
Isto traz, como consequência, o aparecimento, em certas regiões do metal, das moléculas magnéticas, que se comportam como pequenos ímãs.

Mesmo que os únicos materiais magnéticos, em forma natural, são os metais mencionados, é possível obter compostos com excelentes propriedades magnéticas, por meio de modernos processos de fabricação.

Materiais Magnéticos

Os materiais que, em forma natural, se comportam como o ferro no que se refere ao magnetismo, recebem o nome de ferromagnético.

Apesar de conterem moléculas magnéticas, nem sempre os materiais magnéticos se comportam como ímãs. Isto acontece, porque em circunstâncias normais, as moléculas magnéticas se encontram dispersas dentro do material e orientadas ao acaso, de maneira que seus campos magnéticos se anulam mutuamente. Nestas condições, se diz que o material se encontra desmagnetizado.

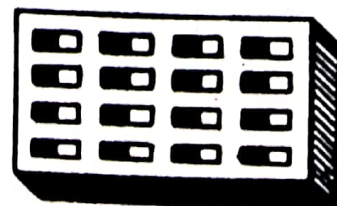


Disposição das moléculas magnéticas em um material não magnetizado.

Considera-se que o metal está magnetizado, quando as suas moléculas se encontram dispostas de tal forma, que todas apontem na **mesma direção**, para que desta maneira, seus campos magnéticos se **juntem**.

O campo total resultante, será muito **intenso** se todas as moléculas estiverem alinhadas. Se somente algumas delas estão alinhadas, o campo resultante será **frágil**. Isto significa que um material magnético pode ser **parcialmente magnetizado**.

Disposição das moléculas magnéticas em um material magnetizado.



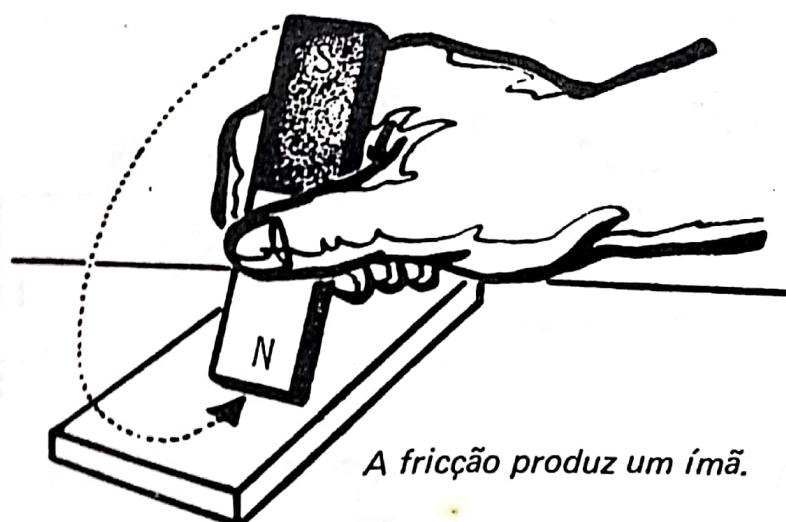
Magnetização do Ferro

Um material magnético pode ser magnetizado alinhando suas moléculas, isto se consegue, aplicando ao material, uma força magnetizante que atuará contra o campo magnético das moléculas não alinhadas, obrigando-as a se alinharem.

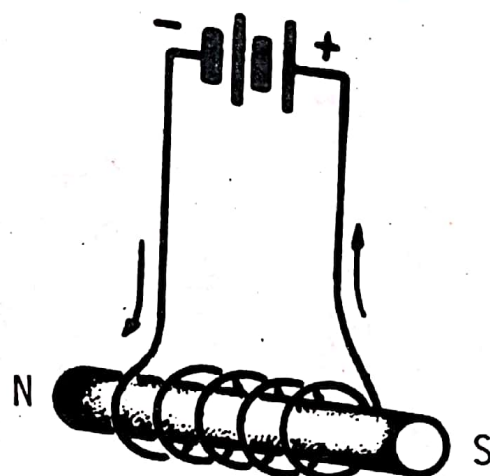
A magnetização pode ser realizada através de dois procedimentos: por fricção magnética e por meio de uma corrente elétrica.

O primeiro procedimento, consiste em friccionar repetidas vezes, uma barra de ferro contra um ímã. Desta maneira, a força magnética do ímã fará com que as moléculas da barra de ferro se alinhem, e esta se converta, por sua vez, em um ímã.

O segundo procedimento, consiste em enrolar um fio em torno de um pedaço de ferro, fazendo várias espirais, por onde se faz passar uma corrente elétrica. O campo magnético, criado pela corrente, fará com que o ferro se magnetize.



A fricção produz um ímã.



Uma corrente elétrica produz um ímã.

Os ímãs permanentes podem conservar por muito tempo suas propriedades, logo que tenham sido magnetizados. Existem, ao contrário, materiais que logo após a magnetização, perdem rapidamente as propriedades magnéticas; podem se converter em ímãs, somente por pouco tempo, por causa disso, são chamados ímãs temporários.

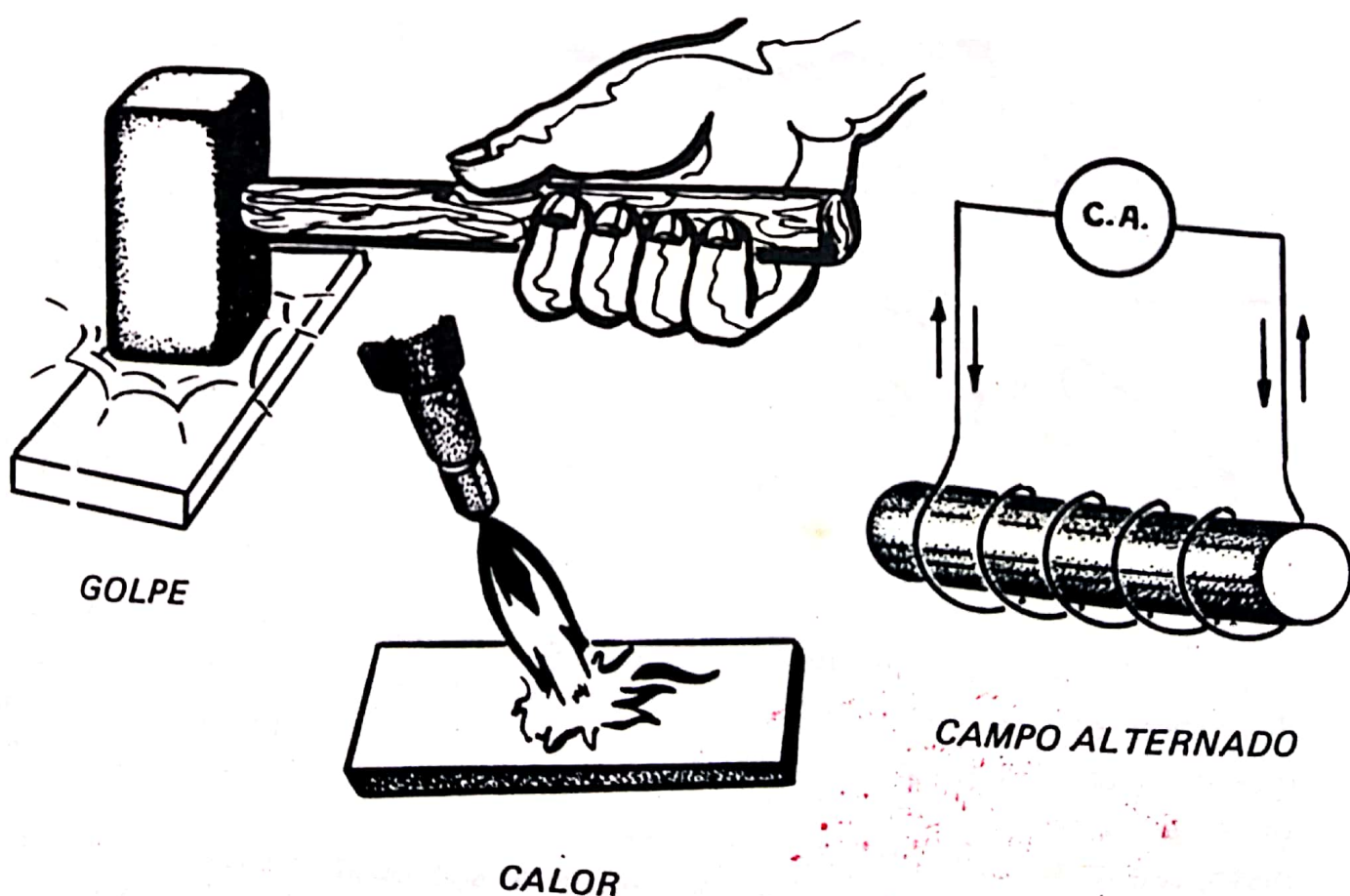
Os bons ímãs permanentes são feitos de aço ou de certas ligações de alumínio, níquel e cobalto; no entanto, com o ferro, só se conseguem ímãs temporários.

Desmagnetização de um Ímã

Um ímã perde sua força magnética, quando suas moléculas perdem a orientação que lhe foi dada ao magnetizá-lo.

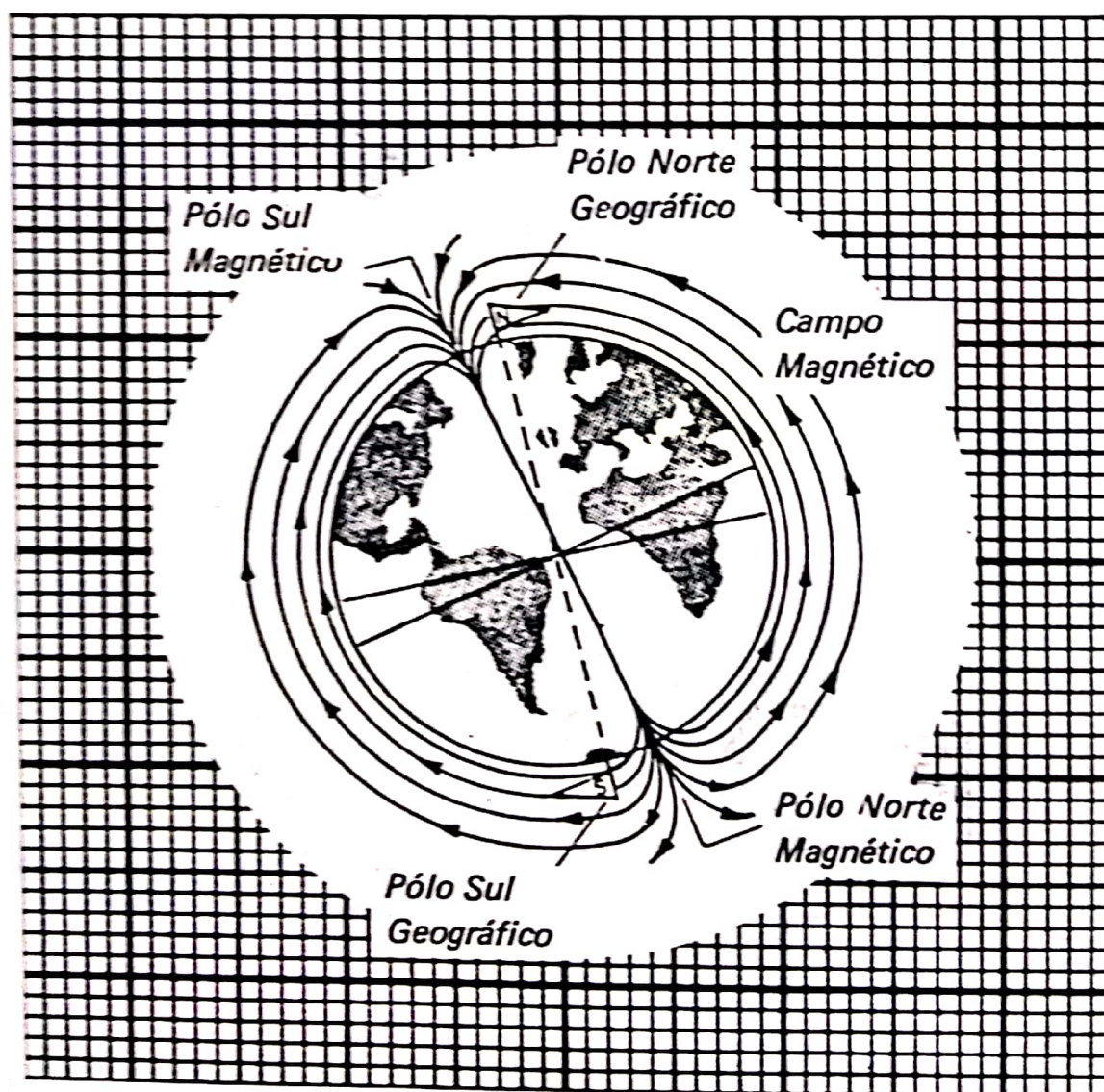
As moléculas perdem o alinhamento, quando se bate com força o ímã, ou quando é submetido a uma alta temperatura. A energia térmica fará com que as moléculas entrem em vibração e se reacomodem em forma desordenada, com o qual seus campos magnéticos se anulam.

Um terceiro método para retirar o magnetismo de um ímã, consiste em colocá-lo dentro de um campo magnético alternado. As moléculas perdem seu ordenamento, quando seguem as rápidas variações do campo alternado. Um campo alternado se produz por meio de uma corrente alternada. Este assunto será tratado na lição correspondente.



O Campo Magnético da Terra

O fato da agulha de uma bússola se alinhar em uma direção determinada, em qualquer ponto da Terra, indica que a mesma está rodeada por um campo magnético. A distribuição deste campo magnético, é a mesma que poderia ser produzida por uma imensa barra magnética colocada no centro da Terra. O eixo magnético da Terra forma um ângulo de quase 15° com seu eixo geográfico. Desta maneira, um extremo desta barra imaginária estaria próximo ao pólo norte da Terra e o outro extremo próximo ao pólo sul.



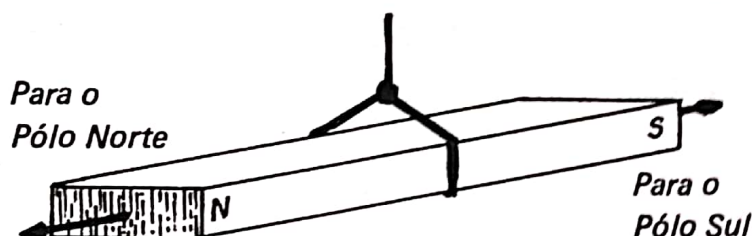
CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

Pólos Magnéticos

Os efeitos do magnetismo não estão distribuídos uniformemente sobre a superfície do ímã, pois são fortes nos extremos e fracos no centro do ímã. As regiões onde os efeitos magnéticos são maiores, se chama pólo do ímã.

Todos os ímãs possuem dois pólos, um chamado pólo norte (N) e o outro pólo sul (S).

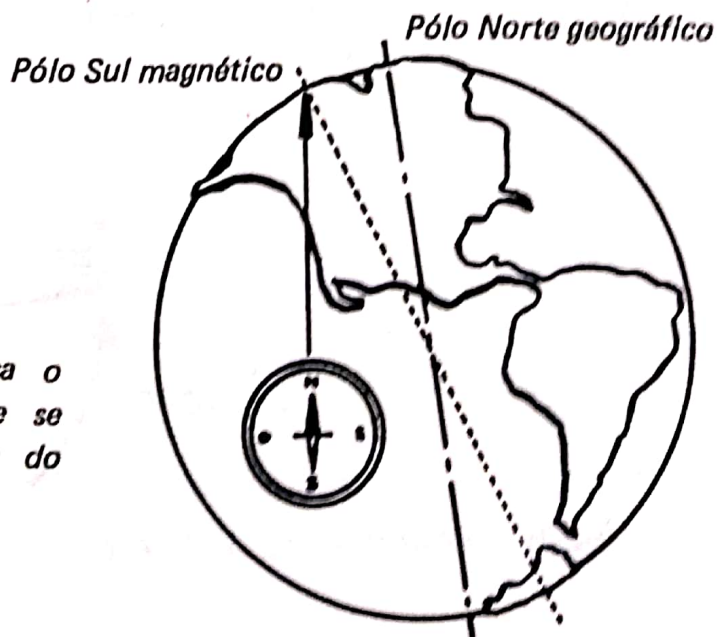
Para determinar qual é o pólo N e qual é o pólo S de um ímã, basta deixá-lo suspenso por um fio, de forma que possa girar livremente. O ímã se alinhará com o campo magnético da Terra e seu pólo N indicará o norte geográfico da Terra, no entanto, seu pólo S indicará o pólo sul geográfico.



A extremidade do ímã que corresponde ao pólo NORTE, indica o pólo norte geográfico da Terra.

Uma das primeiras aplicações das propriedades magnéticas dos ímãs foi, como já foi mencionado, a bússula.

Uma bússula está composta por um leve e pequeno ímã suspenso em uma base. Como pode girar com liberdade, não tem dificuldade em manter-se alinhado com o campo magnético da Terra, para indicar permanentemente o pólo norte geográfico.



A bússula sempre indica o pólo sul magnético, que se encontra muito próximo do pólo norte geográfico.

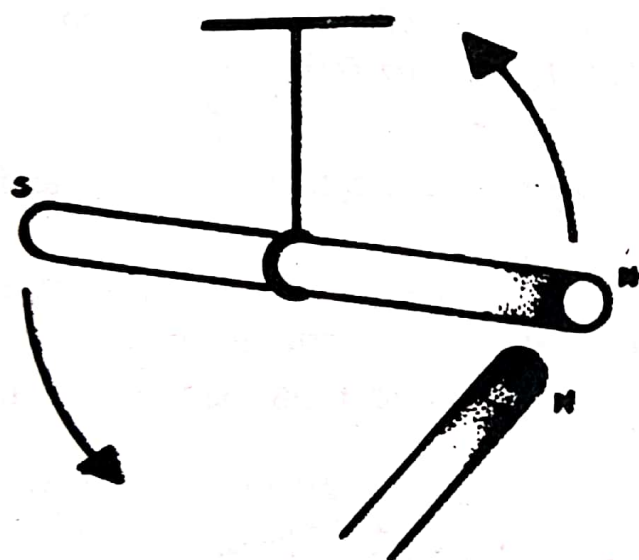
Atração e Repulsão

Existem certas leis físicas que regem o comportamento magnético. Com base nestas leis, é possível explicar-se o fenômeno, que um ímã suspenso, para que possa girar livremente, indique sempre o pólo norte.

A lei fundamental do magnetismo é a da atração e repulsão, sendo semelhante a que se aplica às cargas elétricas.

Pólos de nomes iguais se repelem e pólos de nomes diferentes se atraem.

Quando uma barra imantada é suspensa, de modo que possa girar livremente em um plano horizontal, e o pólo N de um segundo ímã, é colocado perto do pólo de mesmo nome do ímã suspenso, este último será repelido. Quando o pólo S do segundo ímã, se aproxima do pólo N do ímã suspenso, ambos os pólos se atraem mutuamente.

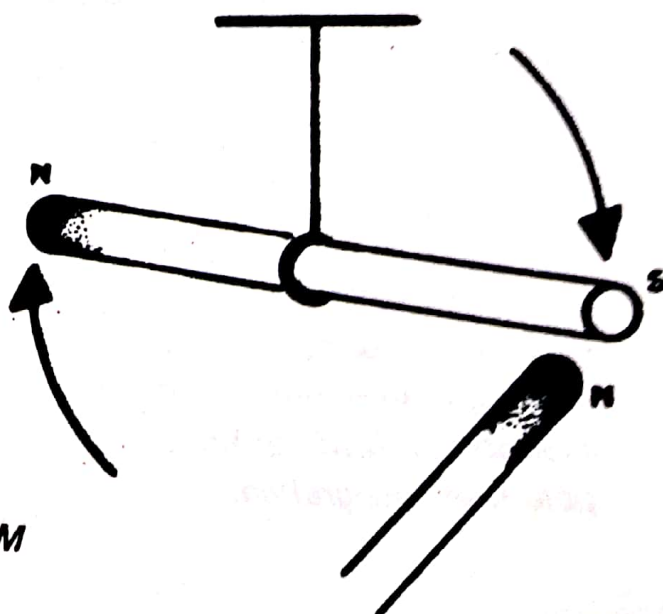


REPULSÃO

PÓLOS IGUAIS DE REPELEM

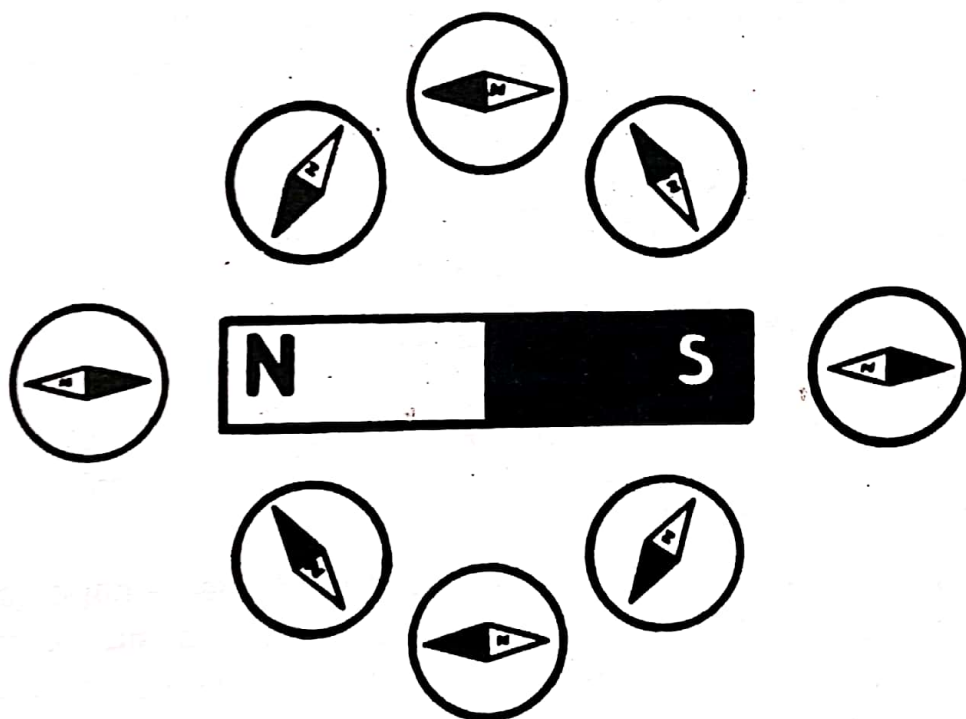
ATRAÇÃO

PÓLOS DIFERENTES SE ATRAEM



O Campo Magnético

Já que um ímã atrai pedaços de ferro, deve exercer uma força sobre os mesmos. A existência desta força pode ser comprovada aproximando uma bússula de um ímã e movimentá-la ao redor do mesmo. Uma extremidade da agulha indicará sempre o pólo aposto da barra. Isto significa que a força magnética rodeia o ímã formando um campo.



A bússula demonstra a existência da força magnética que rodeia um ímã.

Para comprovar a distância, até onde se estende a zona de influência do campo magnético, pode-se utilizar também a bússula. Se esta se distanciar lentamente do ímã, chegará a um ponto em que a agulha não indicará o pólo N do ímã, mas o norte da Terra.

Linhas de Força Magnéticas

O campo magnético, supõe-se que seja formado por uma certa quantidade de linhas de força, quantidade esta que depende da maior ou menor intensidade do campo.

Mesmo que as linhas de força sejam invisíveis, possuem certas propriedades que podem resumir-se assim:

Extendem-se no espaço, saindo do pólo N do ímã e dirigindo-se ao pólo S. São contínuas e sempre formam curvas fechadas. Não se cruzam jamais entre si e quando têm a mesma direção, tendem a separar-se mutuamente. Passam através de todos os materiais, ainda que estes não tenham propriedades magnéticas.

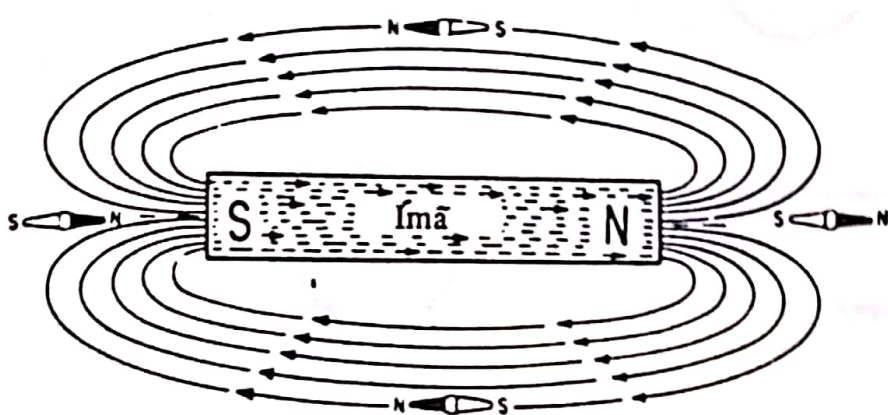
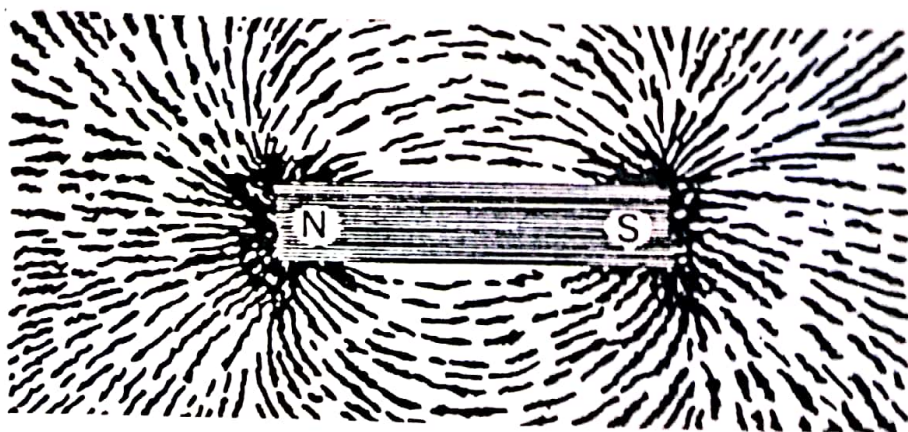


Diagrama das linhas de força ao redor de um ímã.

Colocando uma barra imantada debaixo de uma folha de papel, contendo limalhas de ferro, pode-se obter uma representação da intensidade do campo magnético que rodeia a barra. As limalhas de ferro se orientam seguindo a direção das linhas de força, com isso, fica demonstrada sua existência.

A forma na qual se dispõem as limalhas de ferro, se conhece como **espectro magnético**.

As linhas de força também podem ser chamadas **linhas de fluxo**.



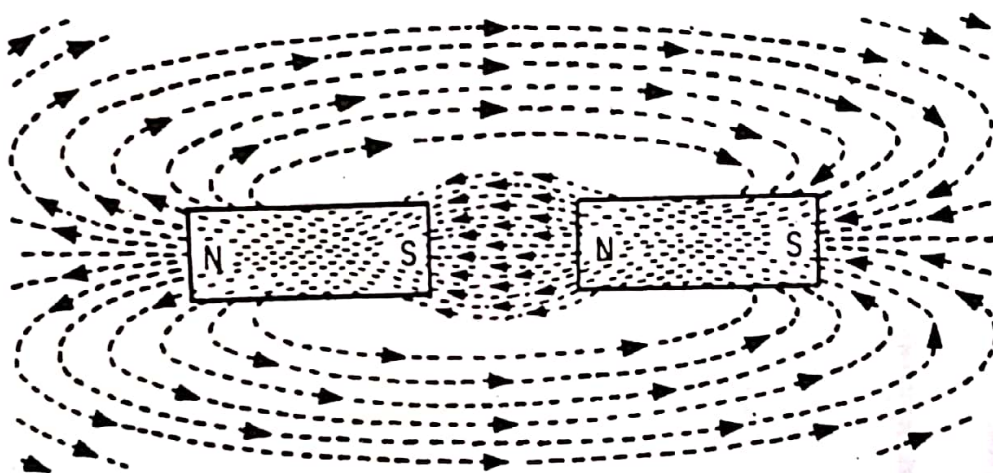
As limalhas de ferro nos mostram as linhas de força de uma barra magnetizada.

Comportamento dos Campos Magnéticos

O fato das linhas de força não se cruzarem, determina a forma como deverão se comportar entre si os campos magnéticos.

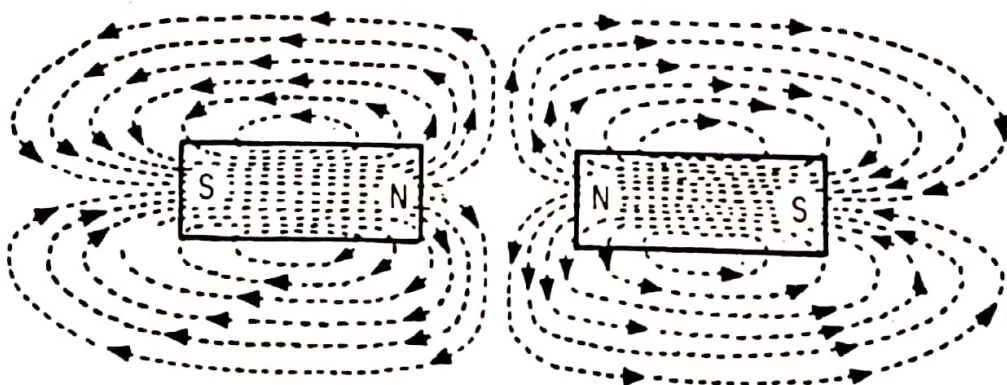
Quando os ímãs se aproximam, um do outro, podem suceder duas coisas:

Se as linhas de força têm o mesmo sentido, seus efeitos se somarão e os ímãs se aproximarão até unirem-se. Por esta razão, os pólos de diferentes nomes se atraem.



Pólos diferentes se atraem

Porém, se as linhas de força têm direções diferentes, não poderão combinar-se, e como não se cruzam, exercerão força em sentido contrário. Por este motivo, os pólos de mesmo nome se repelem.

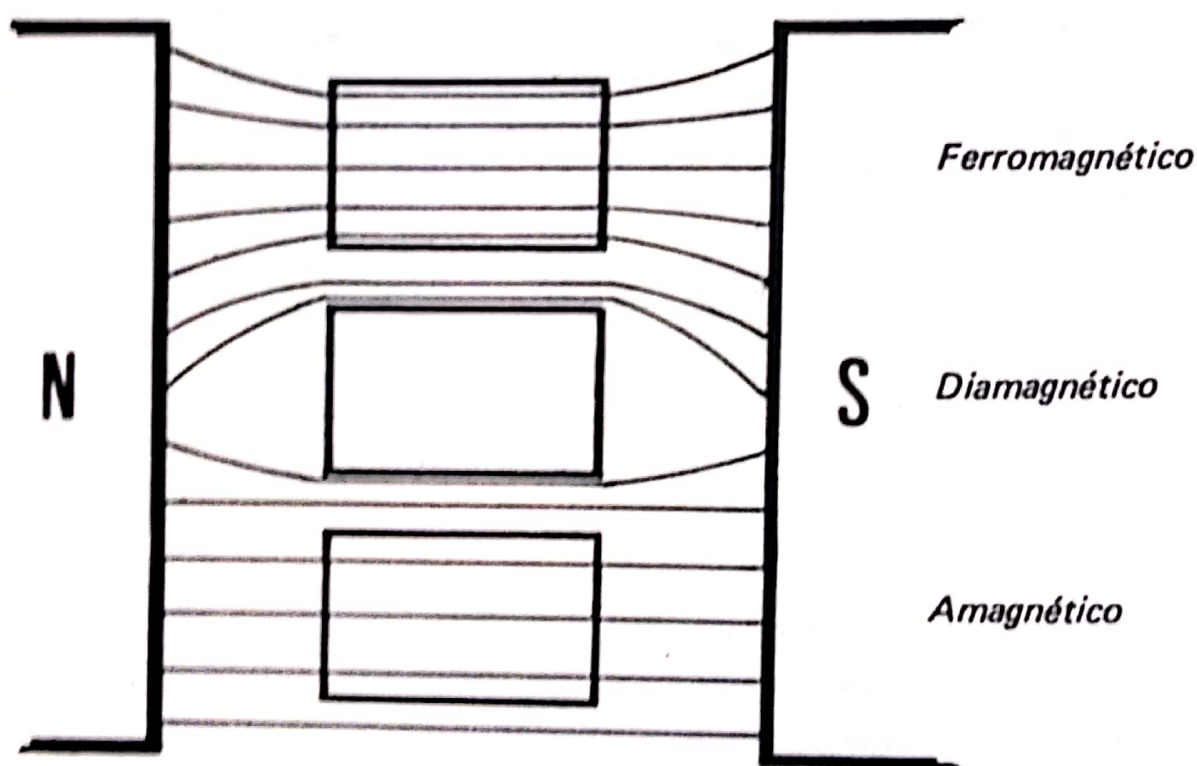


Pólos iguais se repelem

Materiais Magnéticos

Anteriormente foi dito que certos materiais recebem o nome de ferromagnéticos, porque se comportam como ferro, quando estão sob a influência de um campo magnético: são os que conduzem as linhas de força com facilidade. Porém, existem outros materiais chamados paramagnéticos.

Por outro lado, existem os materiais diamagnéticos, cujas características magnéticas são tais que tendem a imantar-se em sentido contrário ao sentido do campo magnético a que estão submetidos.



Finalmente, existem materiais que não reagem de maneira nenhuma na presença de forças magnéticas. São os materiais amagnéticos ou não magnéticos.

A maior ou menor facilidade com que os materiais "conduzem" as linhas de força magnética, se denomina permeabilidade e se designa com a letra grega μ (mu).

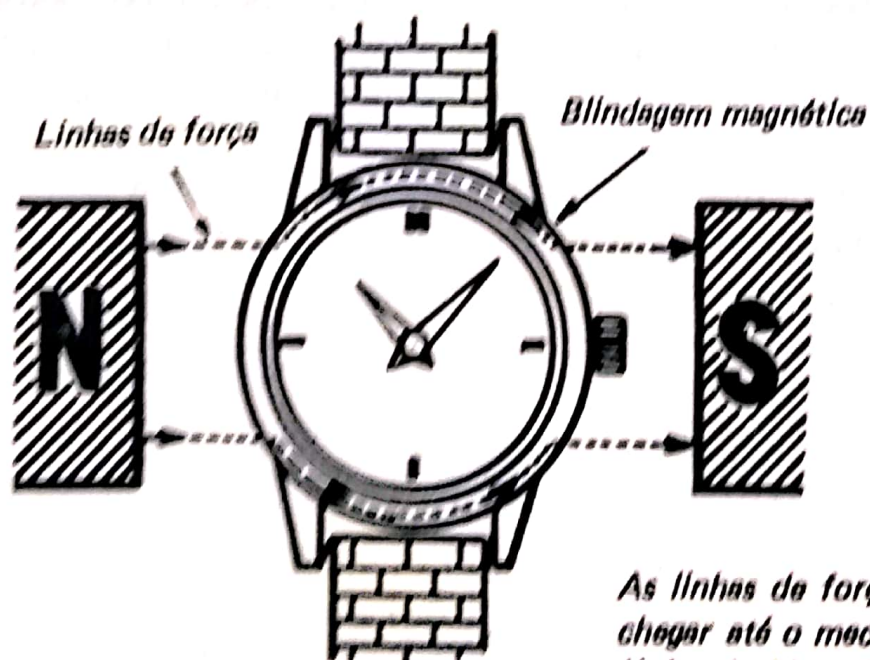
Não existe unidade para medir esta propriedade dos materiais, e sua magnitude só pode ser expressa comparando-a com a permeabilidade do ar, que se considera igual a 1.

Blindagem Magnética

Como já foi dito no tema anterior, as linhas de força têm propriedade de passar através de todos os materiais. Mas, os diferentes materiais oferecem sempre uma determinada oposição na passagem das linhas de força. Esta resistência se chama relutância.

Os materiais magnéticos oferecem escassa oposição às linhas de força, isto é, possuem pouca relutância. Sendo assim, as linhas de fluxo terão sempre que passar através destes materiais, mesmo que o percurso torne-se mais longo.

Devido a esta propriedade, os materiais magnéticos são utilizados como blindagem, para proteger mecanismos ou dispositivos que foram afetados por um campo magnético. Um exemplo disto se encontra na fabricação de relógios antimagnéticos.

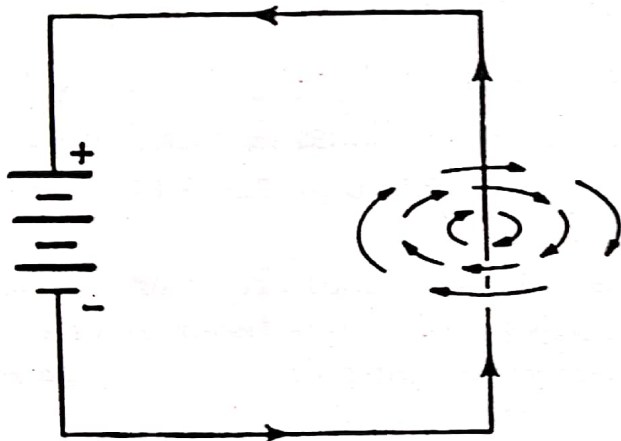


As linhas de força não podem chegar até o mecanismo do relógio, devido a blindagem que se magnetiza temporariamente.

BLINDAGEM MAGNÉTICA

Eletromagnetismo

Em 1819, H.C. Oersted descobriu que a corrente elétrica produz um campo magnético. Este efeito é denominado eletromagnetismo.



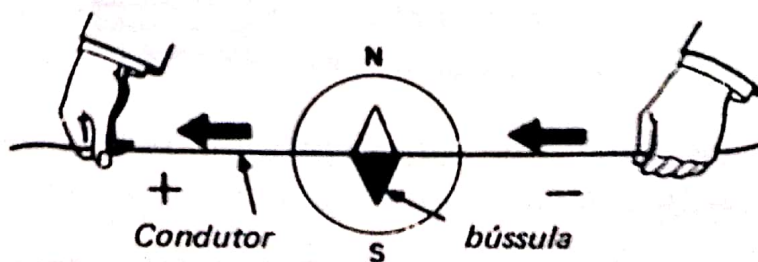
CAMPO MAGNÉTICO

Devido ao seu spin, cada elétron produz seu próprio campo magnético. Com base neste fato, poderia-se pensar que um objeto com excesso de elétrons produziria um campo magnético. Tal coisa não ocorre, porque no caso das cargas elétricas estáticas, também os elétrons com spin opostos, formam pares, anulando-se seus efeitos magnéticos.

Ao contrário, quando os elétrons são "forçados" a fluir ao longo do condutor, originando uma corrente elétrica, não podem emparelhar-se com os spin opostos, e neste caso, como todos se movem na mesma direção, os efeitos magnéticos tendem a juntar-se.

Oersted comprovou que um fio condutor de uma corrente elétrica tem ao seu redor um campo de força, que atua sobre uma bússula, de maneira semelhante ao campo de força, que têm ao seu redor um ímã permanente.

Quando por um condutor circula uma corrente elétrica, a bússula se alinhará perpendicularmente ao condutor.

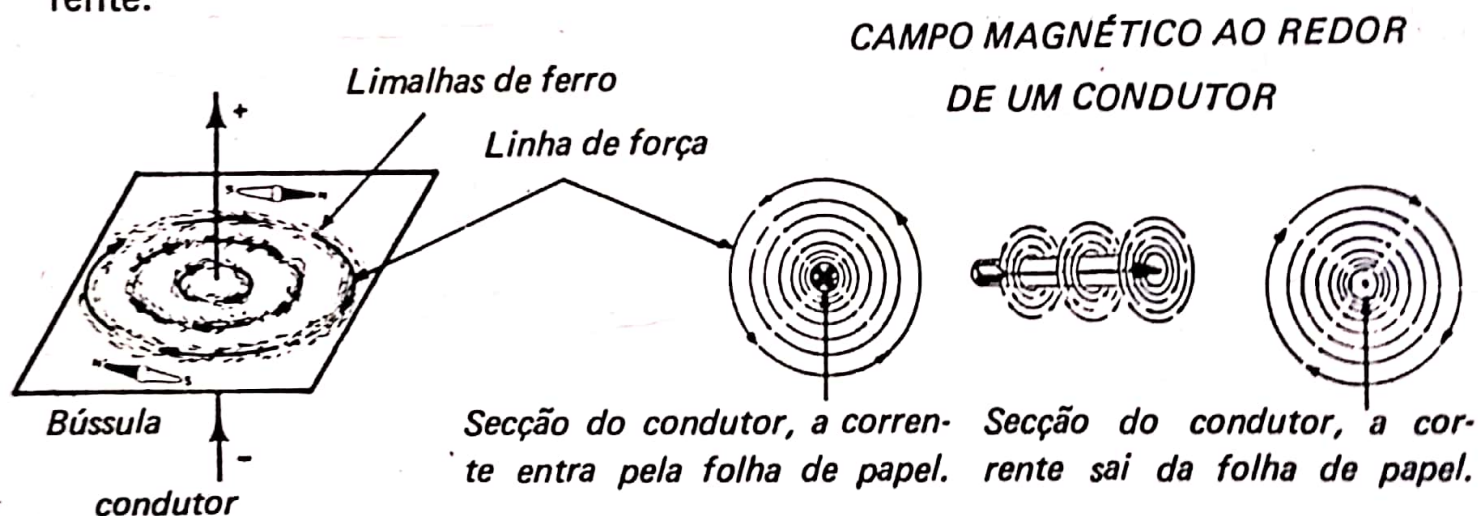


Campo Magnético ao Redor de um Condutor

Sempre que um condutor elétrico conduz uma corrente, forma-se um campo magnético ao seu redor. Isto pode comprovar-se por meio de uma bússula, ou fazendo um pequeno experimento: Passa-se um fio através de um pedaço de papelão, onde se espalha limalhas de ferro. Quando flui corrente pelo fio, as linhas de força magnética que o circundam, farão com que as limalhas se redistribuam, formando curvas fechadas ao redor do fio.

Ao mover uma bússula ao redor do condutor, esta se alinhará com as linhas de força magnética.

O campo magnético produzido por uma corrente elétrica sempre está em ângulo reto com a corrente que produz e sua direção depende do fluxo da corrente.



Existe uma regra simples para determinar o sentido do campo magnético ao redor do conteúdo. Esta regra, que se conhece como a **regra da mão esquerda**, está baseada na moderna teoria do fluxo eletrônico da corrente, e estabelece o seguinte:

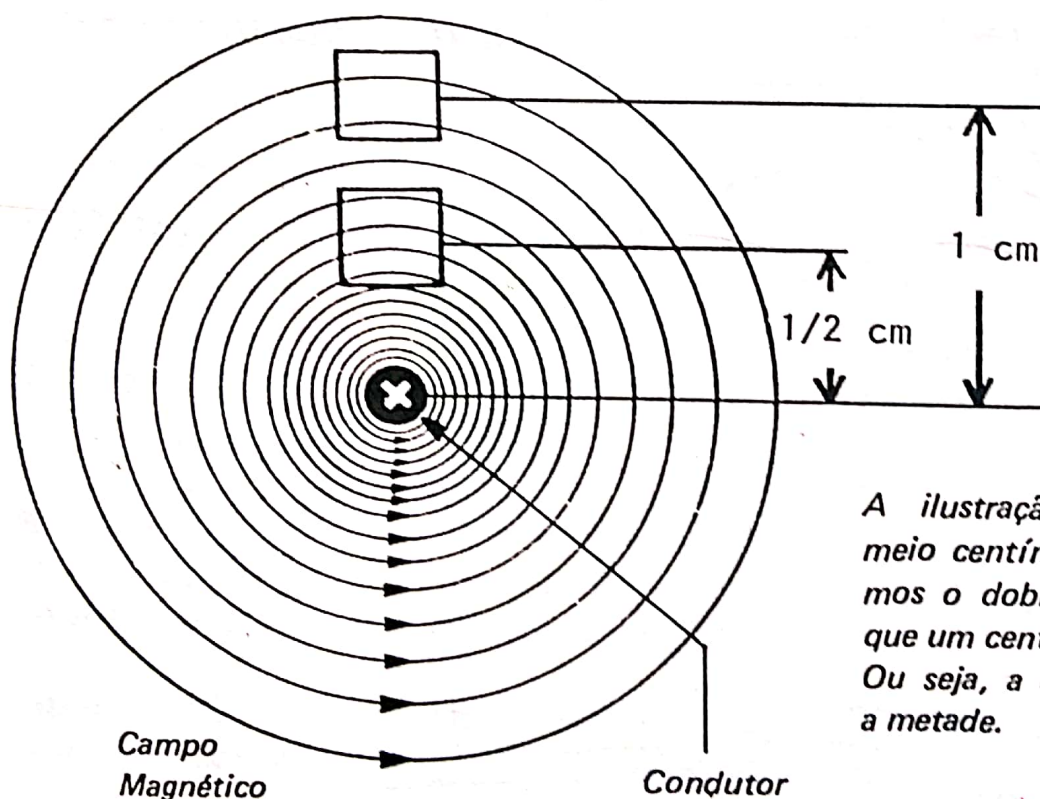
Ao se segurar um condutor com a mão esquerda, e com o dedo polegar apontando na direção do fluxo da corrente, a direção dos outros dedos indicará o sentido do campo magnético.



Intensidade do Campo Magnético

Se a bússula utilizada para indicar o sentido do campo magnético, se distancia do condutor, chegará a um ponto onde o efeito do campo não será detectado. Então, quando se aumenta a corrente do condutor, outra vez será afetada a agulha da bússula e indicará o sentido do campo magnético. Esta comprovação, põe em evidência, que a força ou intensidade de um campo magnético ao redor de um condutor, cresce quando aumenta a corrente e diminui ao diminuir a mesma.

De maneira semelhante à força do campo de um ímã permanente, a intensidade do campo magnético de um condutor elétrico, varia inversamente com a distância.



A ilustração demonstra que a meio centímetro do condutor temos o dobro de linhas de força que um centímetro.

Ou seja, a um centímetro temos a metade.

O que foi dito, significa que o campo é mais intenso nas proximidades do condutor e se debilita à medida que aumenta a distância. Isto se deve ao fato que as linhas de fluxo são mais densas nas proximidades do condutor, e se separam umas das outras ao distanciar-se deste. Por exemplo, a um centímetro de distância do condutor, a densidade do campo magnético é a metade do que seria a meio centímetro de distância.

Interação entre Campos Magnéticos

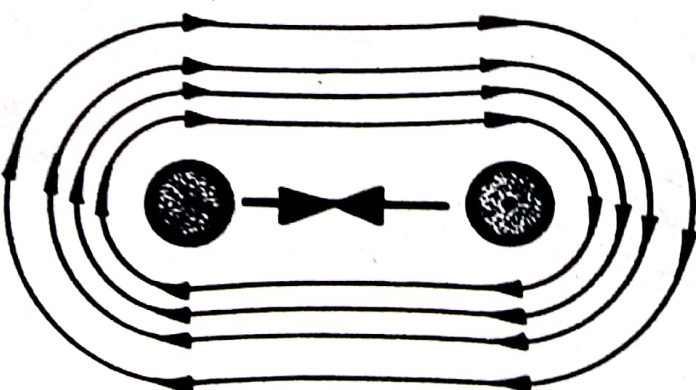
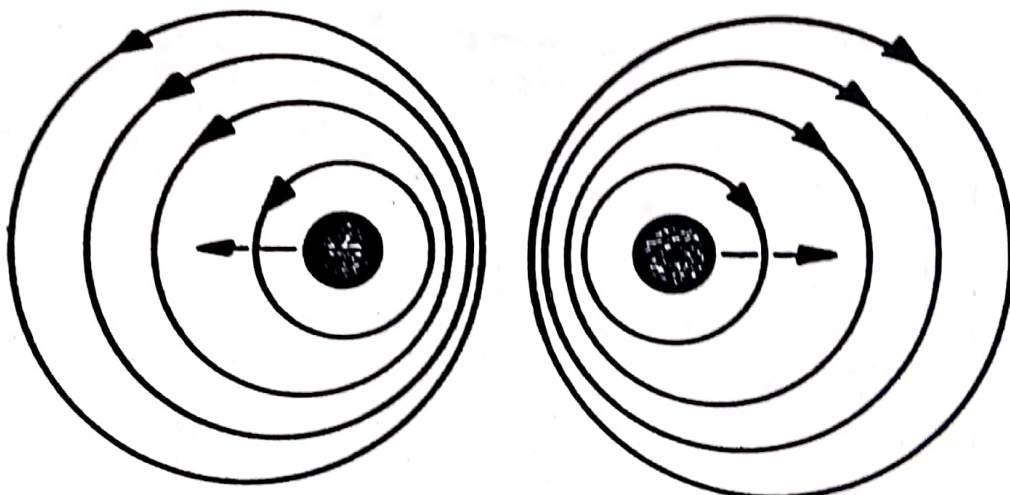
Os campos magnéticos formados por correntes, em dois condutores próximos entre si, produzem atração ou repulsão entre si, segundo a direção do fluxo da corrente em cada condutor.

Se a corrente flui em direções opostas, os campos magnéticos tendem a se repelir entre si, já que as linhas de força vão em sentidos opostos, e como não podem se cruzar, os campos tendem a separar os condutores um do outro.

Por outro lado, se as correntes percorrem os condutores, no mesmo sentido, os campos magnéticos se unem, já que suas linhas de força estão na mesma direção. Isto resulta um campo magnético mais intenso, que tende a rodear ambos condutores.

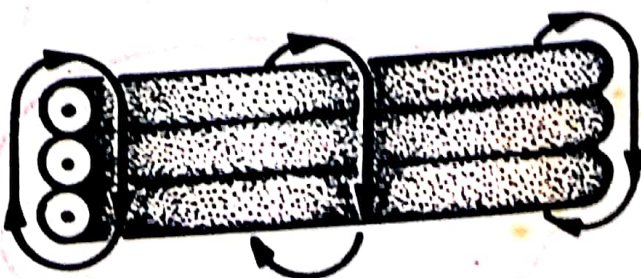
Neste último caso, as linhas de força formam trajetórias fechadas ao redor dos condutores, e se o número deles for maior, três ou quatro, originará um campo mais intenso ainda.

As correntes opostas produzem campos magnéticos opostos, que se repelem.



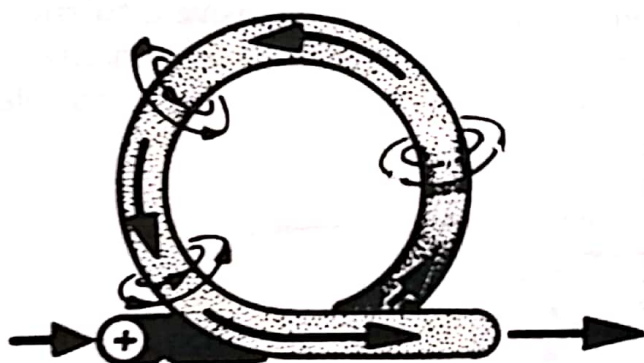
Correntes com a mesma direção, produzem campos que se unem ou se atraem.

Combinando condutores produz-se campos mais intensos.

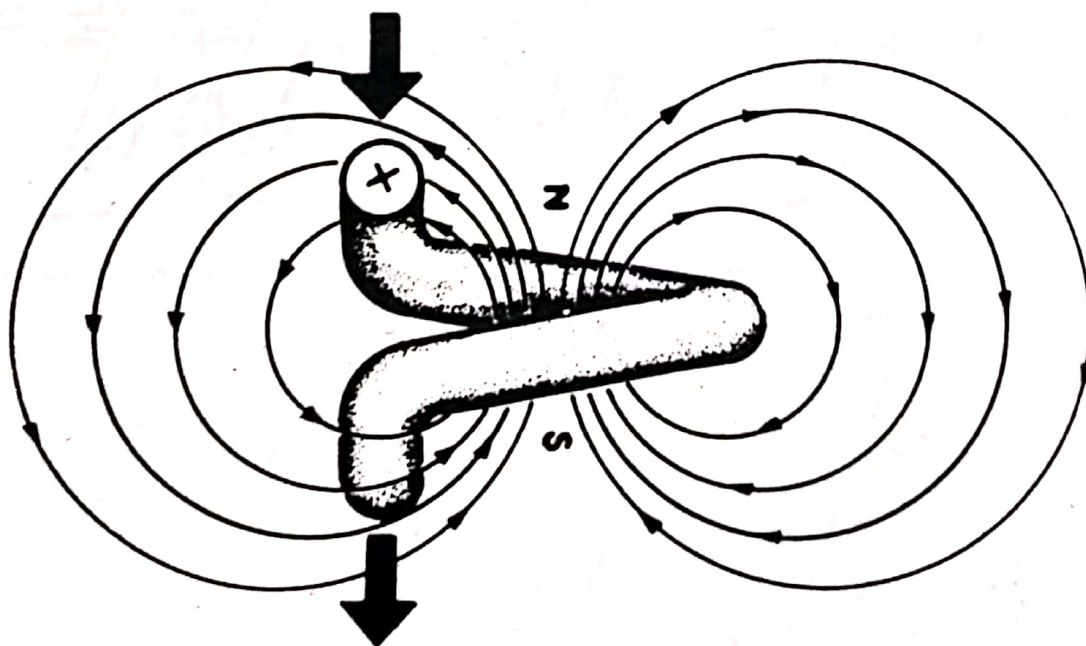


Campo Magnético ao Redor de uma Espira

Ao se dobrar um condutor em forma de espira ou laço, as mesmas linhas de força o circundam, da mesma maneira quando era retilíneo, porém, agora todas as linhas de força entram por um lado da espira e saem pelo outro. No centro da espira, as linhas de força se comprimem para criar um campo mais intenso. Desta maneira, a espira se comporta como um ímã, com seu pólo norte do lado em que saem as linhas de força e seu pólo sul do lado em que estas penetram na espira.



Quando se faz uma espira com um condutor, todos os campos magnéticos circulares entram por um lado da espira e saem pelo outro lado.

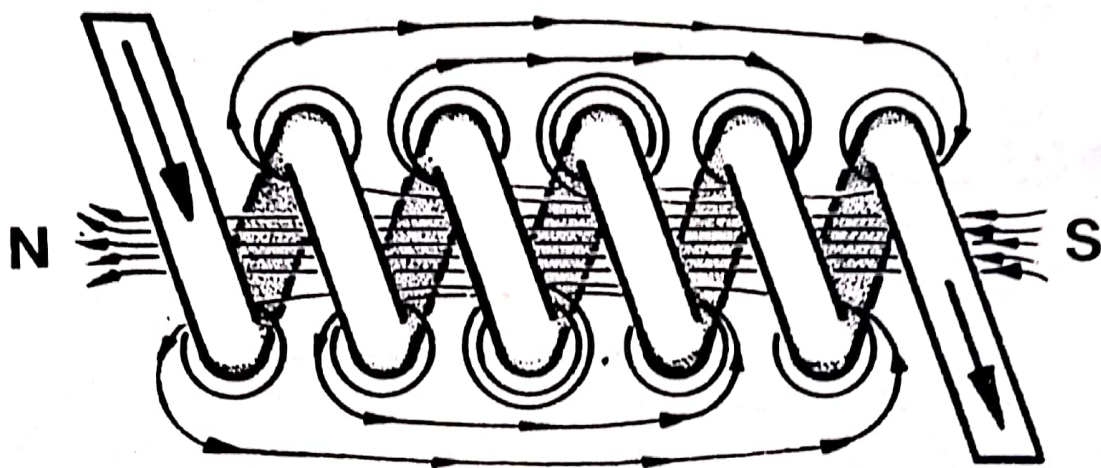


As linhas de força se comprimem no centro da espira, criando um campo mais intenso. O pólo norte da espira se encontra no lado que saem as linhas do fluxo.

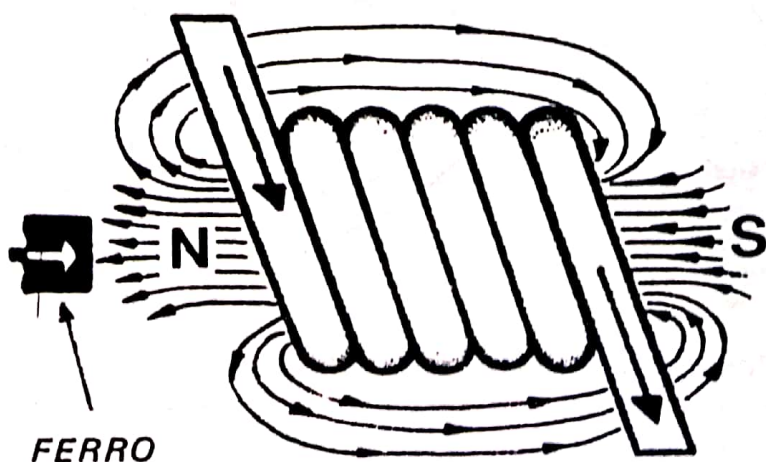
Campo magnético em uma bobina

Quando a corrente flui por um condutor enrolado em forma de bobina, o solenóide fará mais campos magnéticos e as linhas de força serão muito mais densas.

Já que a corrente flui no mesmo sentido, em todas as espiras, o campo magnético produzida por elas, é semelhante àquelas de condutores paralelos, que conduzem corrente no mesmo sentido. Em consequência, o campo entre as voltas individuais, fica debilitado pela oposição do fluxo entre as mesmas, ocorrendo que algumas das linhas envolvem as várias espiras, inclusive o solenóide inteiro. Estas linhas de força produzem um campo magnético semelhante ao de um ímã de barra, estabelecendo-se um pólo N em uma extremidade do solenóide e um pólo S na outra extremidade.



Ao se aproximar uma barra de ferro doce ao solenóide, este a atrairá e tenderá a introduzi-la dentro da bobina.



Uma bobina enrolada mais estreitamente cria um campo magnético mais intenso.

Uma barra de ferro será atraída para a bobina.

É possível determinar o sentido do campo magnético do solenóide, aplicando a regra da mão esquerda que, para este caso, estabelece o seguinte:

Fechando os dedos sobre as espiras de um solenóide (ou bobina), de tal maneira que apontem no sentido da corrente e extendendo o polegar, este indicará o pólo N.

Quanto mais espiras tenha uma bobina, mais intenso será o campo magnético, e será maior ainda, se as voltas da bobina se encontram bem próximas uma das outras.

