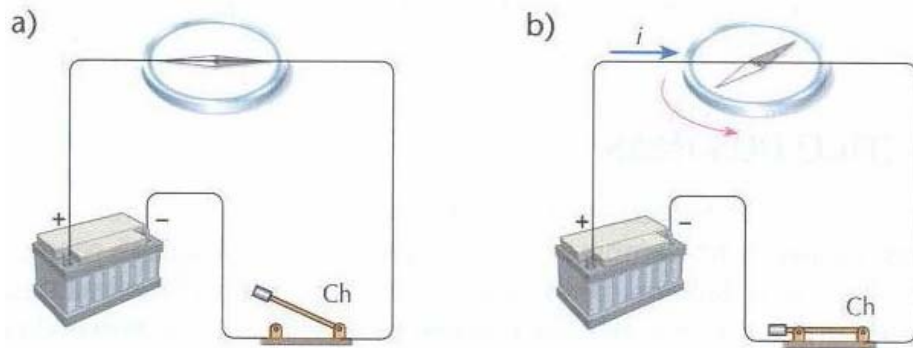


# Conceitos iniciais

## Divisão histórica:

- Magnetismo;
- Eletromagnetismo.

## Breve história do eletromagnetismo




Experiência de Oersted em 1820

### HISTÓRIA DA FÍSICA


#### DO MAGNETISMO AO ELETROMAGNETISMO

Pouco se sabe a respeito da origem do magnetismo. Uma lenda estabelece que um anônimo pastor de ovelhas da Grécia antiga fez a primeira observação de um fenômeno magnético, ao perceber que a extremidade metálica de seu cajado ficava presa ao se aproximar de determinada pedra. Presume-se que aquela pedra fosse um pedaço de magnetita, um ímã natural. Entretanto, outras referências históricas fornecem versões diferentes para o advento do magnetismo. Parece que os chineses, considerados os inventores da bússola, e outros povos antigos havia muito tempo lidavam com fenômenos magnéticos. O estudo sistemático desses fenômenos, na Europa, teve início com o cientista inglês William Gilbert (1544-1603), contemporâneo de Galileu, que o apontou como o criador do método experimental. Em 1600, publicou sua principal obra *De magnete*, na qual descreveu várias experiências magnéticas, chegando à conclusão, entre outras, de que a Terra era uma grande esfera imantada.

O nascimento do Eletromagnetismo se deu com a clássica experiência do físico dinamarquês HANS CHRISTIAN OERSTED (1771-1851). Em 1820, ele verificou que, ao colocar uma bússola sob um fio elétrico, a agulha se desviava quando se fazia passar uma corrente pelo fio. A partir desse fato, foi possível estabelecer a conexão entre a corrente elétrica e os fenômenos magnéticos, permitindo um extraordinário desenvolvimento científico nessa área.



Oersted e seu auxiliar realizando experiências.




Ampère e seu colega Arago fazendo experimentos de Eletromagnetismo.


Vários cientistas se destacaram nesse processo. O físico e matemático francês ANDRÉ-MARIE AMPÈRE (1775-1836) construiu o primeiro eletroímã. Esse dispositivo foi fundamental para a posterior invenção e aperfeiçoamento de vários aparelhos, como o telefone, o microfone, o telégrafo etc. MICHAEL FARADAY (1791-1867), notável cientista autodidata inglês, dedicou-se a diversos ramos da Física. No Eletromagnetismo, sua grande contribuição foi a descoberta do fenômeno da **indução eletromagnética**, que serviu de base para que pudessem surgir os geradores mecânicos de eletricidade e os transformadores.

Merecem ainda ser lembrados, por sua contribuição à evolução do Eletromagnetismo: o físico norte-americano JOSEPH HENRY (1797-1878), que continuou os trabalhos de Faraday sobre a indução eletromagnética; HEINRICH LENZ (1804-1865), físico russo, que também se dedicou a estudar esse fenômeno; WILHELM WEBER (1804-1891), físico alemão; NICOLAS TESLA (1856-1943), físico croata, entre outros.


Por fim, uma menção especial a JAMES CLERK MAXWELL (1831-1879), notável físico escocês, cuja participação, se não foi exatamente prática, teve importância teórica fundamental. Maxwell conseguiu estabelecer uma teoria matemática consistente, em sua célebre obra *Tratado sobre eletricidade e magnetismo* (publicada em 1873), na qual generalizou os princípios da Eletricidade descobertos antes por Coulomb, Ampère, Faraday e outros. A descoberta posterior das ondas eletromagnéticas constituiu a verificação experimental do acerto da teoria de Maxwell.



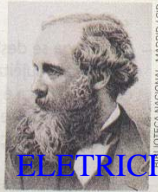
Michael Faraday.



Joseph Henry.



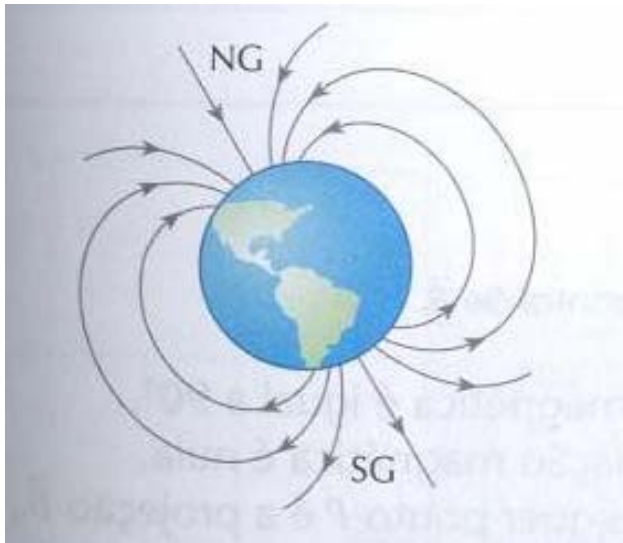
Nicolas Tesla.



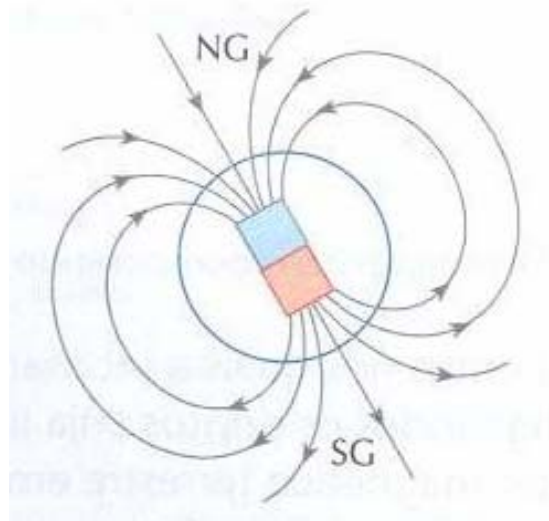
James Clerk Maxwell.

# Conceitos iniciais

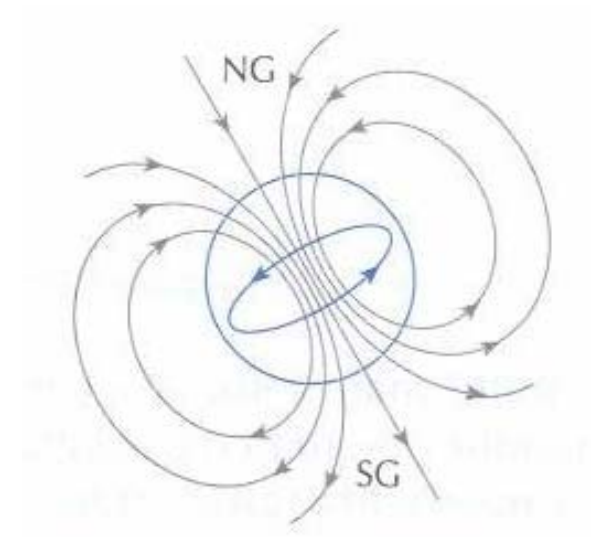
## Magnetismo terrestre



Magnetismo terrestre



A terra como um imã

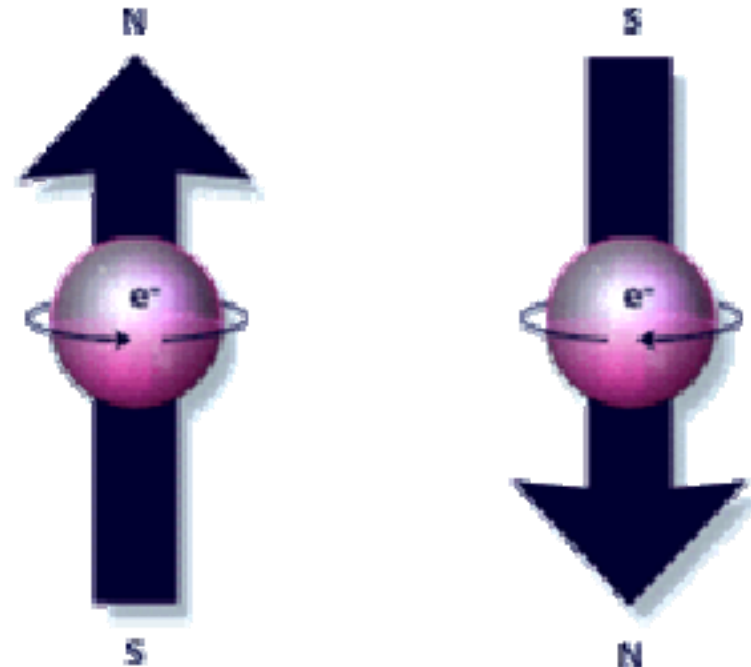
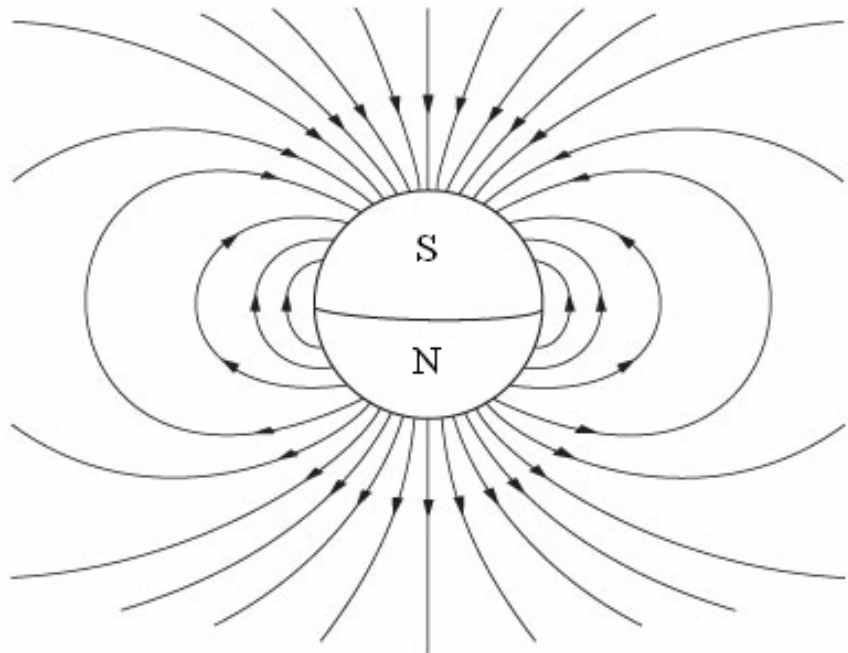


Explicação moderna

# Conceitos iniciais

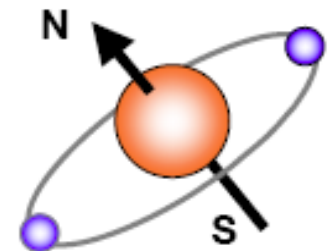
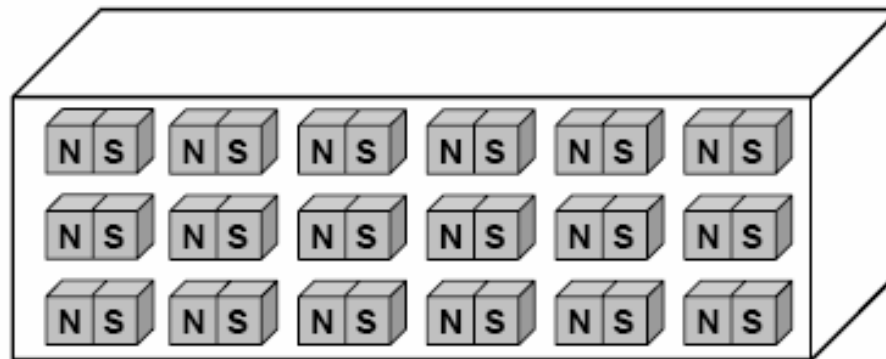
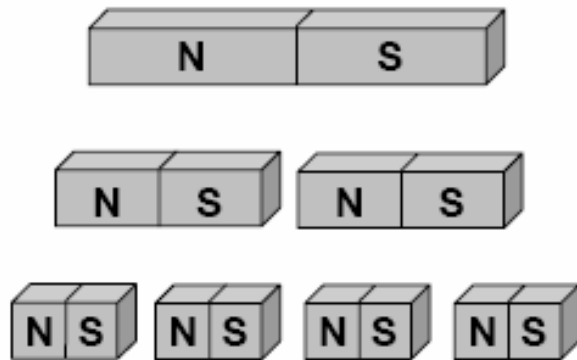
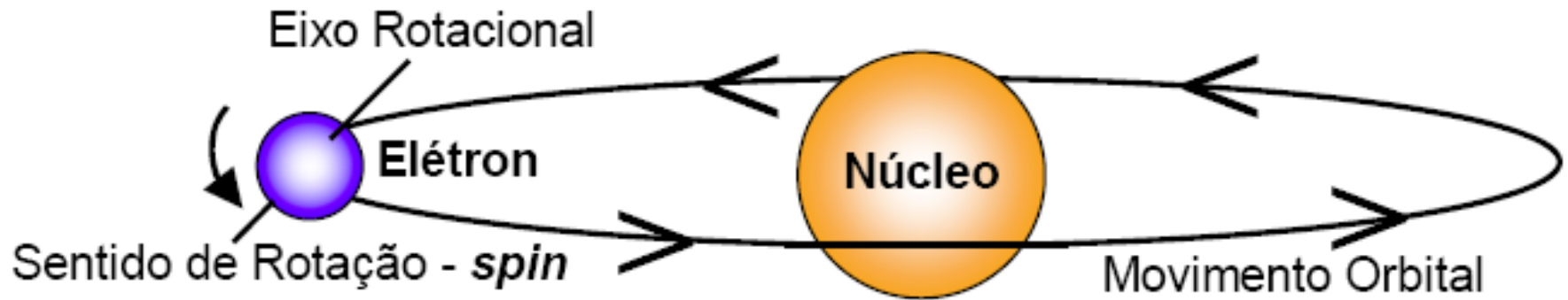
## Dipolos magnéticos:

- Determinam o comportamento dos materiais num campo magnético;
- Tem origem no momentum angular dos elétrons nos íons ou átomos que formam a matéria.



# Conceitos iniciais

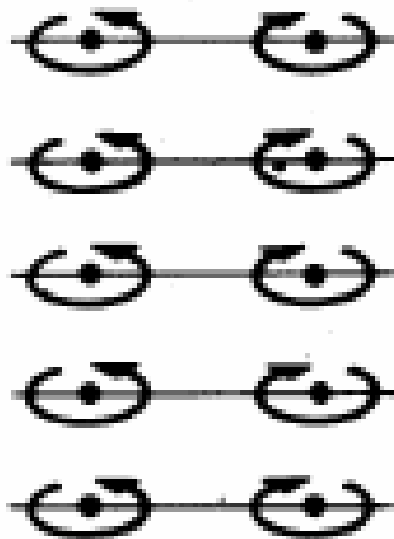
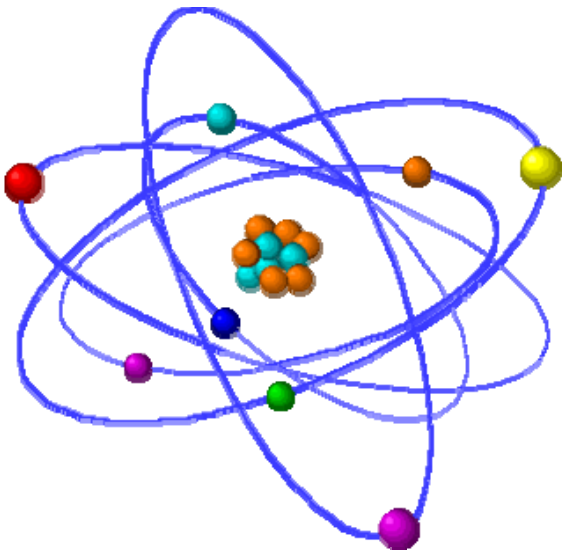
## Dipolos magnéticos



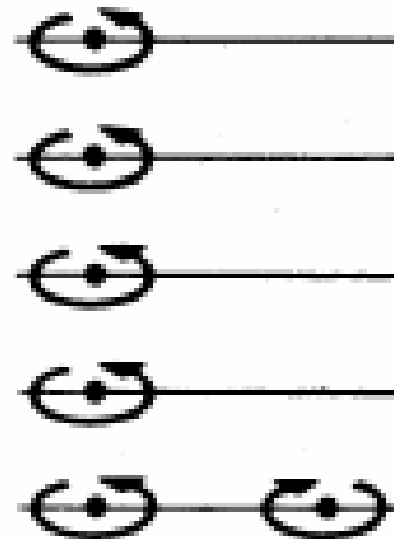
# Conceitos iniciais

## Magnetismo atômico:

- 2 elétrons ocupam o mesmo nível energético;
- Estes elétrons tem spins opostos;
- Subníveis internos não completos dão origem a um momento magnético não nulo.



Momento - 0



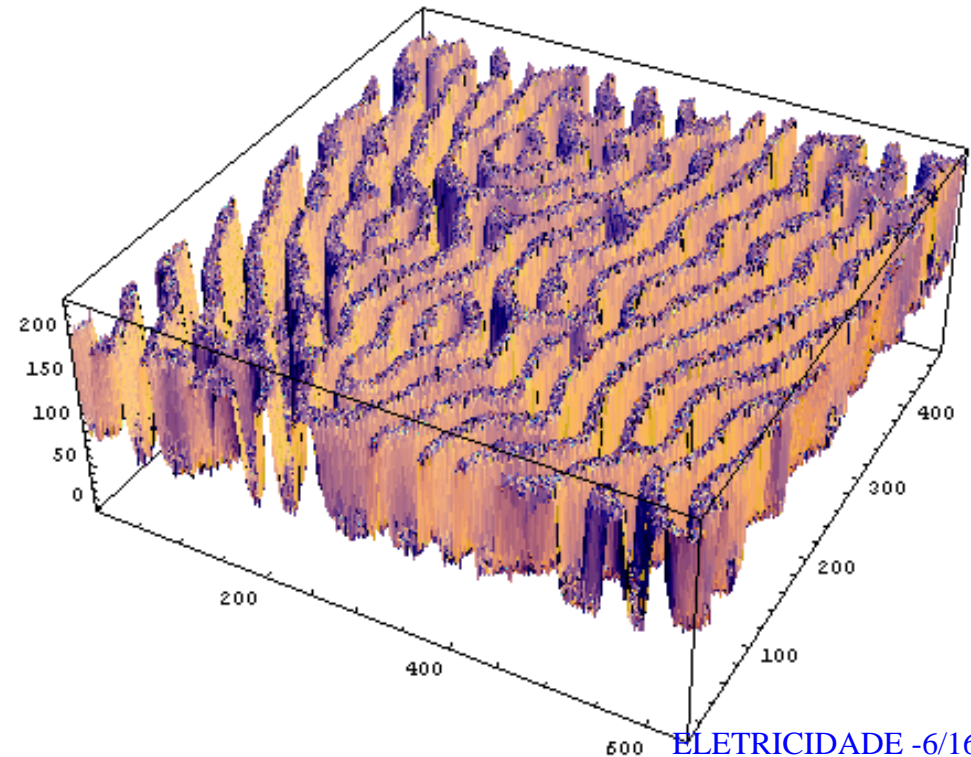
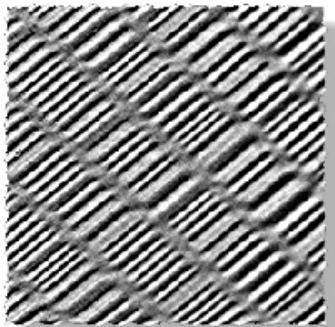
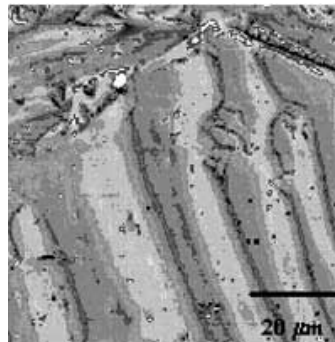
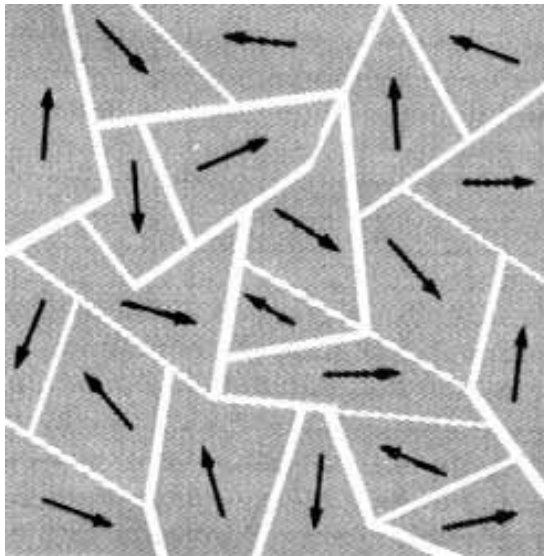
Momento  $\neq 0$



# Conceitos iniciais

## Domínios magnéticos:

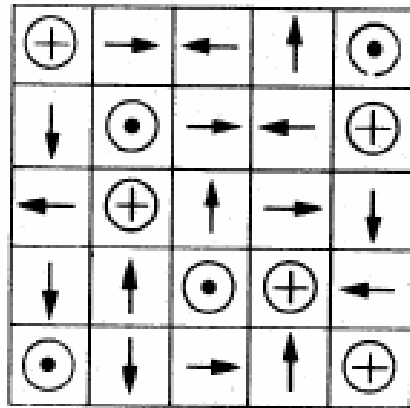
- Espaços de alinhamento unidirecional dos momentos magnéticos;
- Geralmente tem dimensões menores que 0,05 mm;
- Tem contornos identificáveis, similar aos grãos.



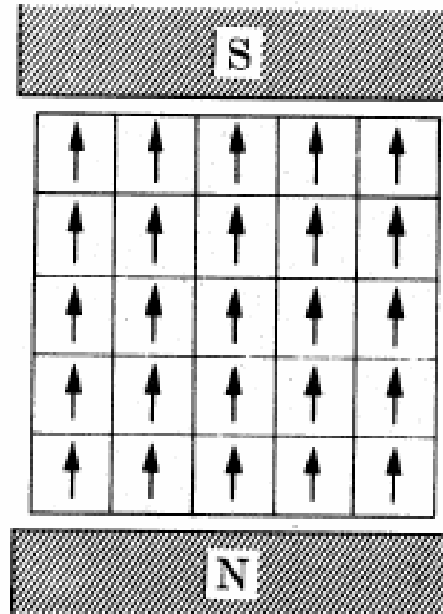
# Conceitos iniciais

## Alinhamento dos domínios:

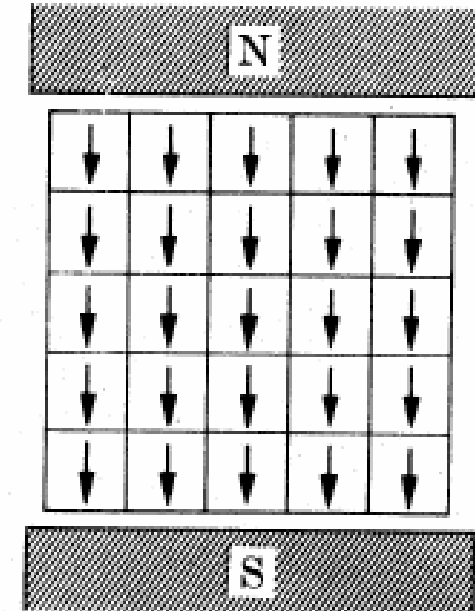
- Aplicando um campo magnético externo.



Desmagnetizado



Magnetizado

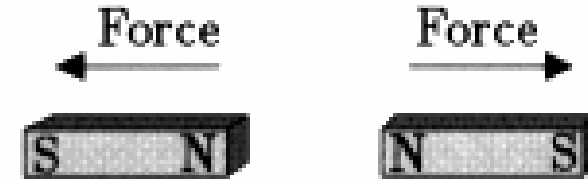
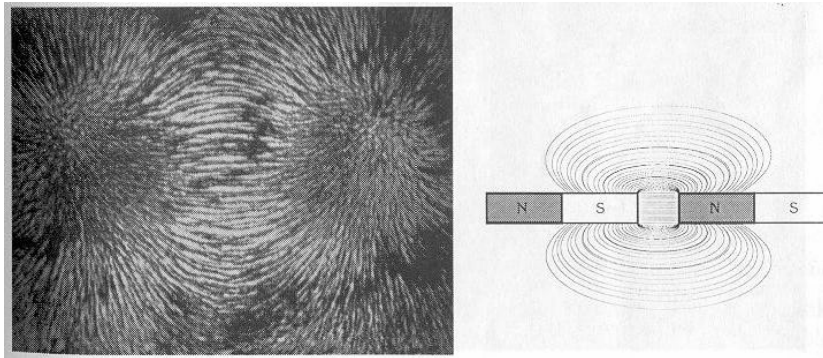


Magnetizado ao contrário

# Conceitos iniciais

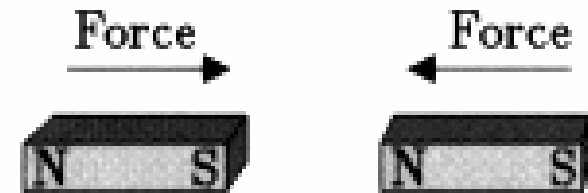
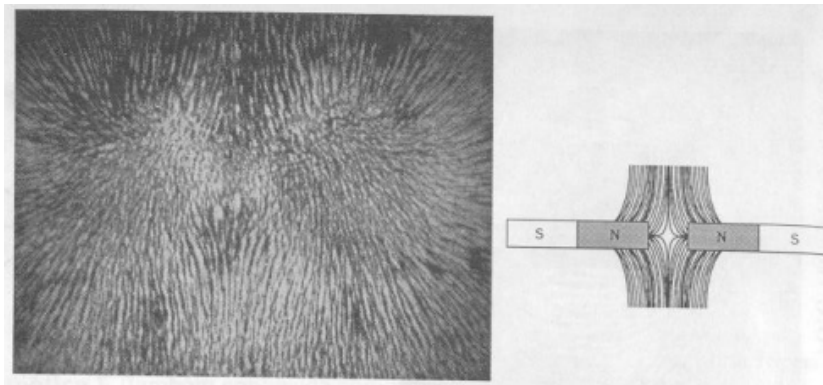
## Forças de atração e repulsão magnéticas

Atração



Repulsion

Repulsão



Attraction

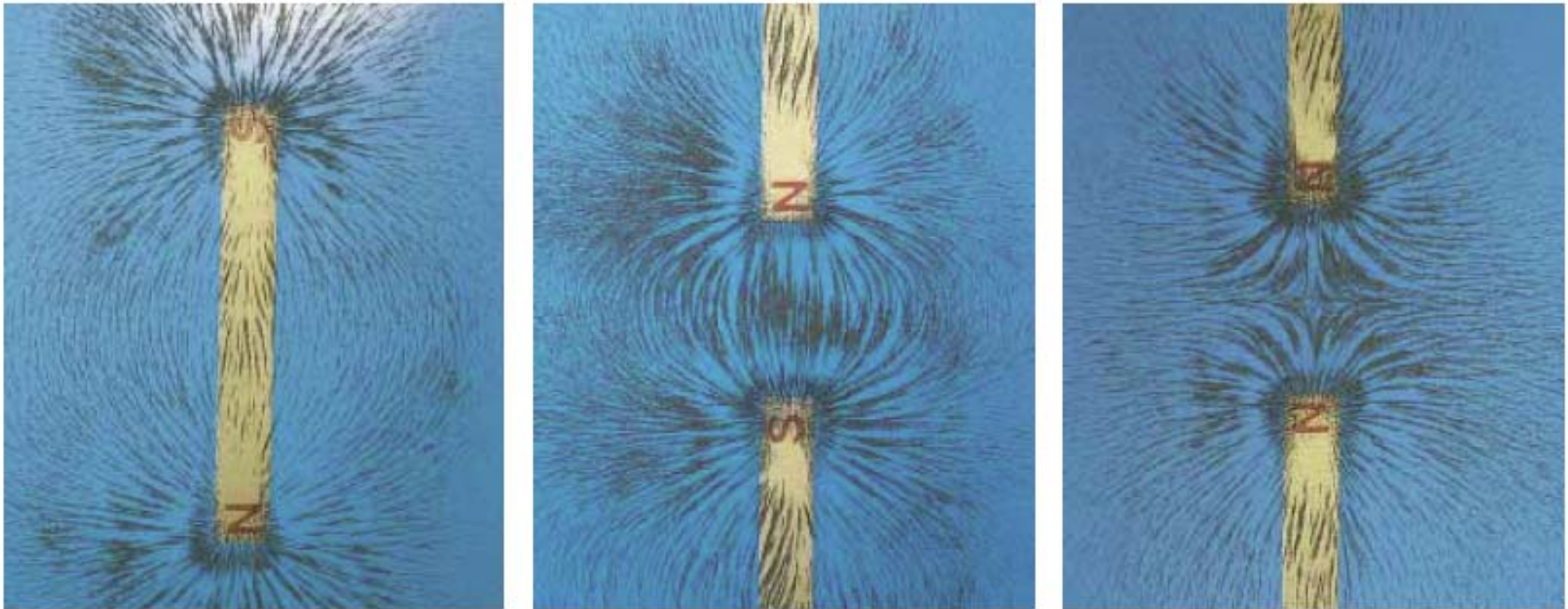
Pólos de mesmo nome se repelem e de nomes diferentes se atraem.



# Campo magnético

## Definição:

Define-se como campo magnético como toda região do espaço em torno de um condutor percorrido por corrente ou de um imã.

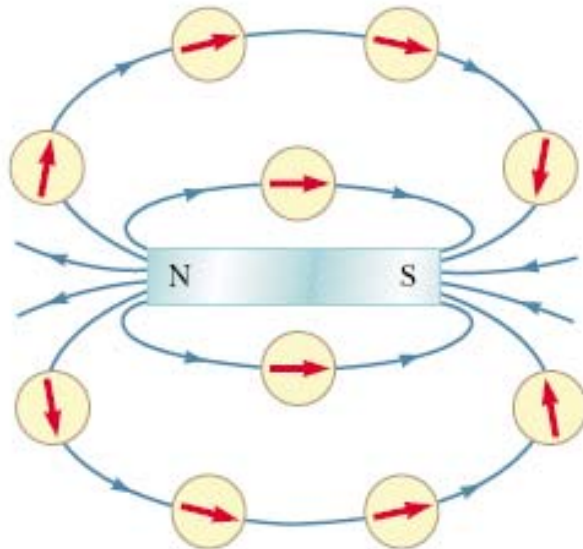


Um imã produz um campo magnético vetorial,  $B$ , em todos os pontos ao seu redor. ELETRICIDADE - 9/16.

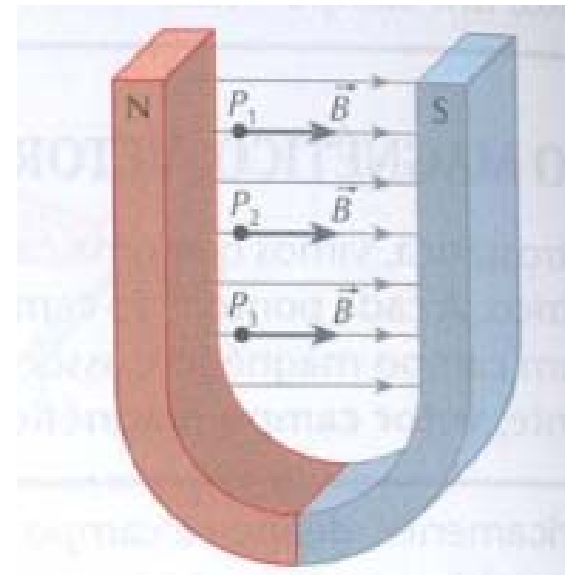
# Campo magnético

## Linhas de campo magnético:

- São sempre linhas fechadas;
- Nunca se cruzam;
- Fora do imã, saem do norte e são orientadas para o sul;
- Dentro do imã tem orientação contrária;
- Saem e entram perpendicularmente à superfície do imã;
- Quanto maior a concentração das linhas, mais intenso é o campo.



Campo não-uniforme

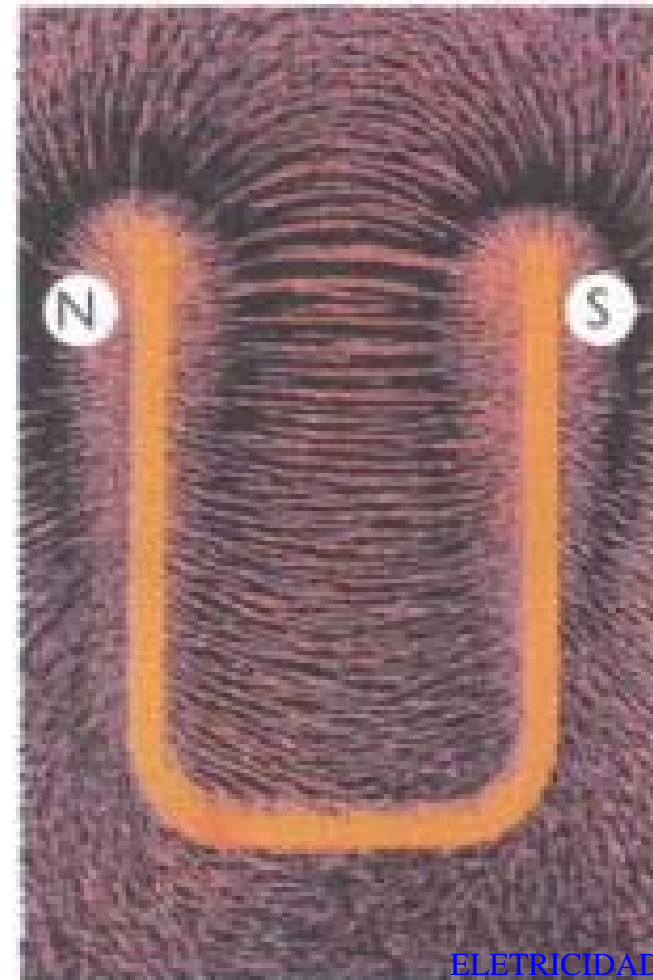
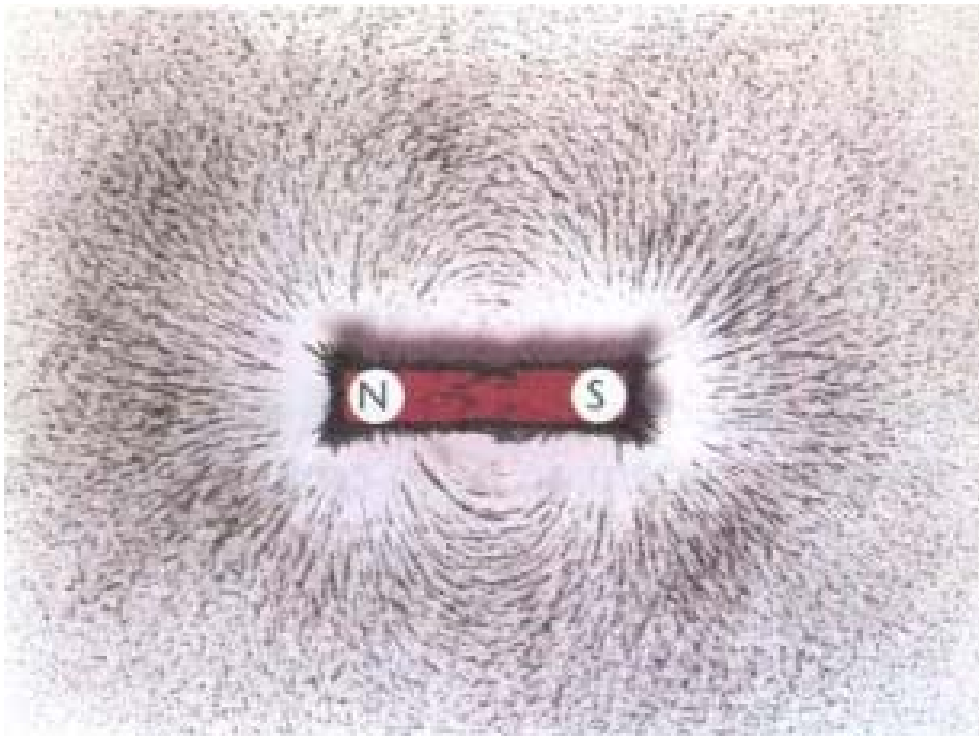
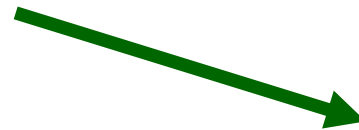


Campo uniforme

# Campo magnético

Campo magnético uniforme:

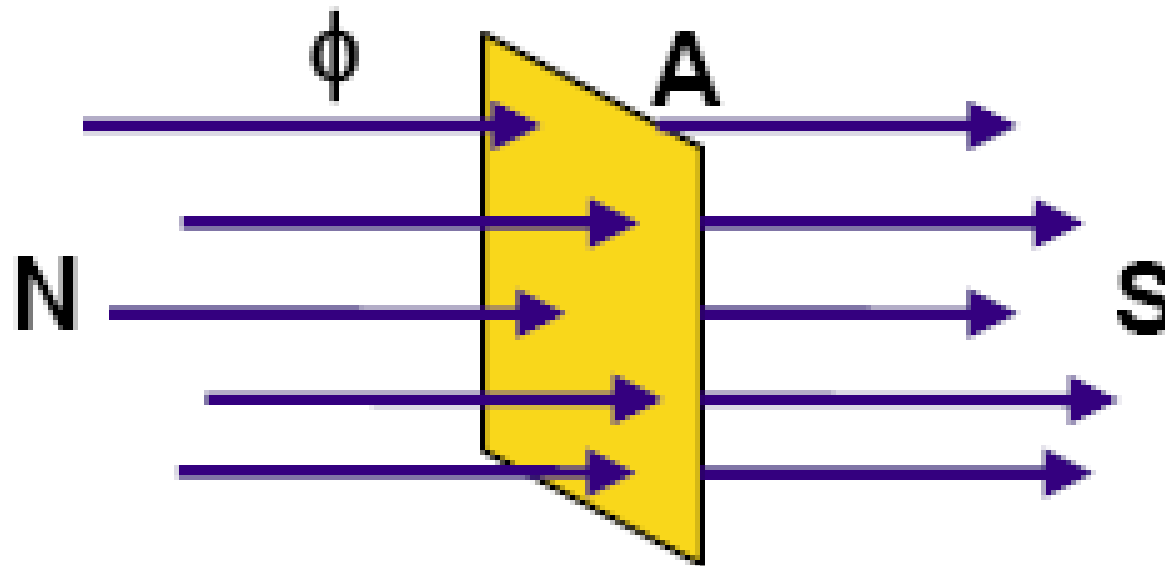
- Vetor B tem mesmas direção, sentido e intensidade.



# Densidade de campo magnético

## Fluxo magnético:

- Fluxo magnético ( $\Phi$ ) é o conjunto de todas as linhas de campo que atingem perpendicularmente uma área.
- Unidade é Weber [Wb];
- Um Weber corresponde a  $1 \times 10^8$  linhas de campo.



# Densidade de campo magnético

## Densidade de campo magnético:

- Ou densidade de fluxo magnético;
- Mais conhecido como **Campo Magnético**;
- Grandeza vetorial, representado por  $B$ ;
- Unidade é o Tesla [T] ou Gauss [G].

$$\vec{B}$$

Unidade de medida: Tesla [T] ou Gauss [G]

$$B = \frac{\phi}{A}$$

$B$  – Densidade de campo magnético [T];

$\Phi$  – Fluxo magnético [Wb];

$A$  – Área em [m<sup>2</sup>].

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gauss}$$



# Densidade de campo magnético

## Vetor campo magnético:

- A direção do vetor campo magnético é sempre tangente às linhas de campo.

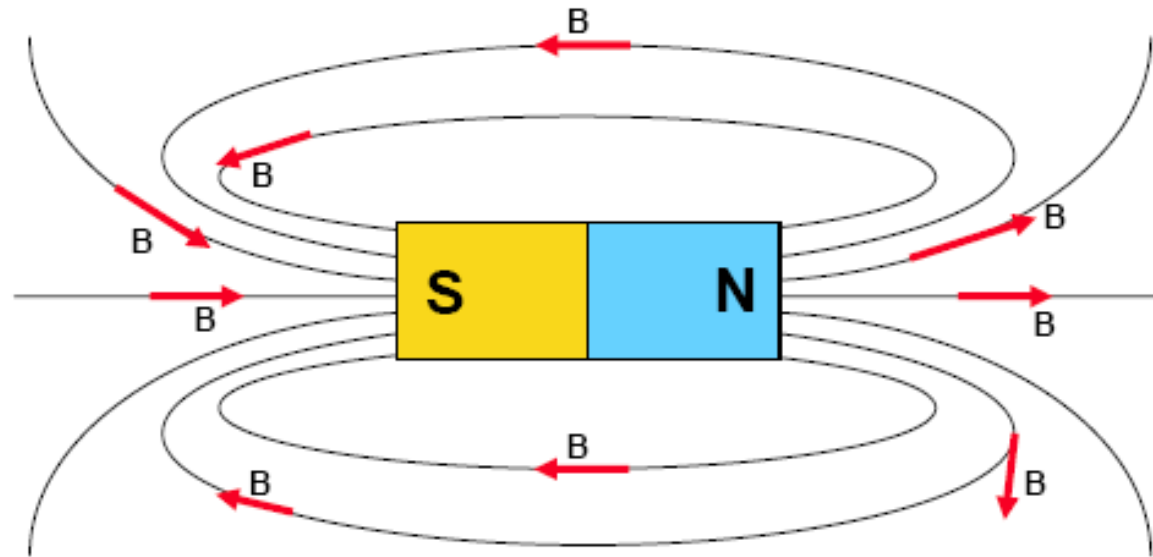
$$B = \frac{\phi}{A}$$



$$B = \frac{d\phi}{dA}$$



$$d\phi = B \cdot dA \longrightarrow \int d\phi = \int B \cdot dA \longrightarrow \boxed{\phi = \int B \cdot dA}$$



# Densidade de campo magnético

## **Exemplo 3.1.**

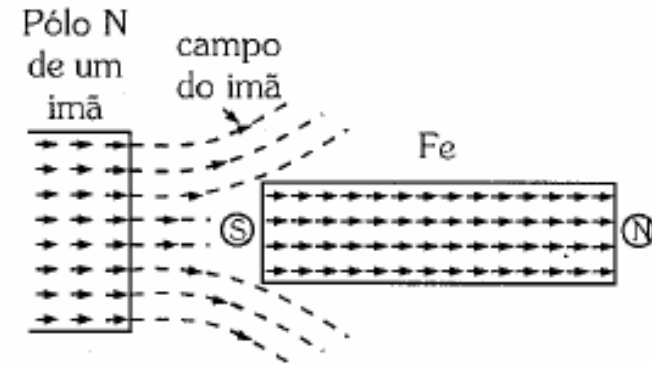
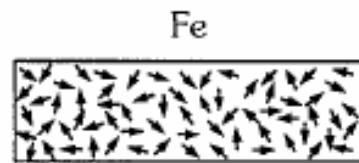
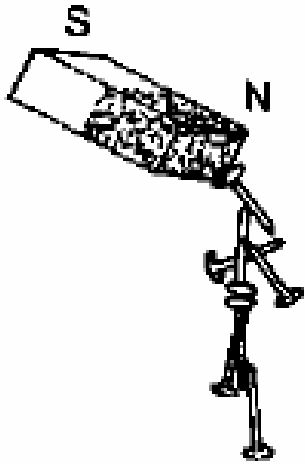
Um fluxo magnético de  $8 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$  atinge perpendicularmente uma superfície de  $2 \text{ cm}^2$ . Determine a densidade de fluxo  $B$ .

Temos:  $2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Substituindo na equação:

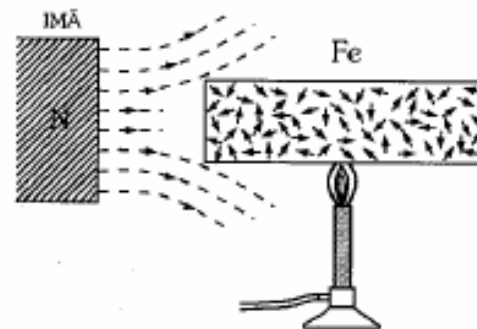
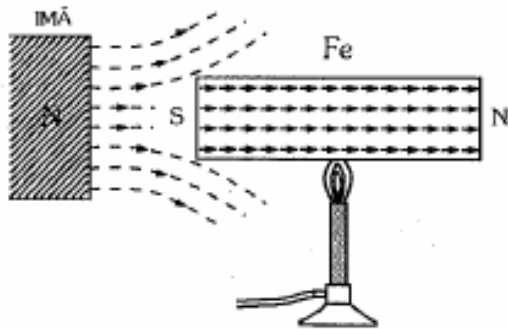
$$B = \frac{\phi}{A} = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Assim, a densidade de fluxo magnético é de  $4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ .

# Indução magnética - imantação



Indução magnética – barra de ferro



Influência da temperatura