

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

# **Corrida Magnética: uma proposta didática para o ensino de Magnetismo**

*Jader Rodrigues Sousa Oliveira*

Produto Educacional produzido para a Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Federal de Rio Grande) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física Polo 21 (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Profa. Dra. Agueda Maria Turatti

Rio Grande  
Setembro de 2020

## Ficha Catalográfica

O48c Oliveira, Jader Rodrigues Sousa.  
Corrida magnética: uma proposta didática para o ensino de magnetismo [Recurso Eletrônico] / Jader Rodrigues Sousa Oliveira. – Rio Grande, RS: FURG, 2020.  
47 f. : il. color

Produto Educacional da Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob a orientação da Dra. Agueda Maria Turatti.

Disponível em: <https://ppgmnpef.furg.br/dissertacoes-e-teses>  
<http://repositorio.furg.br/>

1. Magnetismo 2. Aprendizagem Baseada em Equipes 3. Atividades Experimentais 4. Jogos de Tabuleiro 5. História da Física I. Turatti, Agueda Maria II. Título.

CDU 53

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

## Sumário

Apresentação .....	4
Abordagem metodológica.....	4
Aula 1 .....	7
Aula 2 .....	13
Aula 3 .....	17
Aula 4 .....	21
Roteiros dos experimentos .....	21
Guia Experimental I.....	21
Guia Experimental II .....	22
Guia Experimental III .....	23
Guia Experimental IV.....	24
Guia Experimental V.....	25
Guia Experimental VI.....	26
Aula 5 .....	27
Aula 6 .....	27
O jogo de tabuleiro: Corrida Magnética .....	28
Polígrafo .....	34
Gabarito do Polígrafo .....	44
Aula 7 .....	45
Considerações finais .....	45

## **Apresentação**

Essa proposta didática foi desenvolvida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 21, para o Ensino de Magnetismo no Ensino Médio utilizando metodologia da aprendizagem baseada em equipes. Além disso, foram utilizados experimentos e um jogo de tabuleiro.

Neste Produto Educacional, você irá encontrar a descrição da metodologia aplicada e todo material para que possa aplica-lo e adaptá-lo como preferir.

Será explicado o modo como foi aplicado todo o produto desenvolvido para o Ensino de Magnetismo. Os materiais para essa sequência de atividades foram: pré-teste, entrega de três guias de conteúdo, entrega de seis guias experimentais, realização dos experimentos, aplicação do jogo criado e pós-teste que foram propostos como atividades de ensino, aprendizagem e avaliação desenvolvidos para se trabalhar o conteúdo de magnetismo nos 3º anos do Ensino Médio.

## **Abordagem metodológica**

A metodologia ativa da aprendizagem baseada em equipes (Oliveira; Araujo; Veit; 2016 e Bollela; Senger; Tourinho; Amaral; 2014) propõe atividades em grupo com o propósito de fazer com que os alunos interajam entre si, estudando e discutindo os conteúdos abordados. Isso pode ser relacionado com a teoria de Vygotsky, interação social e Zona de Desenvolvimento Proximal, que diz que dentro dessas zonas o aluno tende a solucionar problemas com ajuda, com a colaboração do professor ou de outro aluno.

Abaixo segue a figura 1 da TBL adaptada de Oliveira; Araujo; Veit (2016).

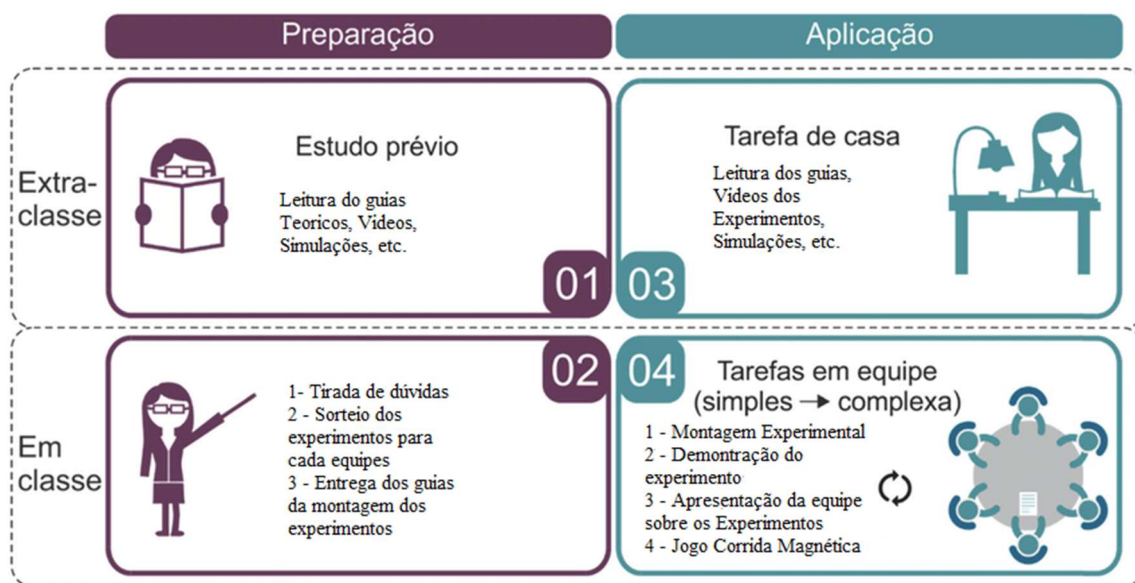


Figura 1: Sequência de TBL adaptada de OLIVEIRA; ARAUJO; VEIT (2016)

Além disso, é possível o uso de jogos de tabuleiro em grupos, podendo através de essas atividades resultarem num melhor entendimento dos conteúdos pelos alunos. Trabalhos feitos dentro de pequenos grupos em sala de aula propicia um processo de argumentação com diferentes percepções, isso pode conduzir a um entendimento melhor dos conteúdos abordados.

Os processos de ensino e aprendizagem empregados nesse trabalho são focados principalmente no trabalho em equipe numa forma de currículo em espiral, onde o aluno vê o mesmo conteúdo em diversos níveis (teoria, prática e lúdico), para promover assim uma motivação em estudar. Alcançando essa motivação, partimos para os debates que os alunos fazem sobre o conteúdo quando estão motivados a estudar e através desse conjunto de atividades tornar a aprendizagem significativa. Este trabalho utiliza ideias de pensadores desse processo como: Ausubel, Bruner, Novak e Vygotsky.

“Ensino e aprendizagem são processos altamente relacionados, inclusive é comum pensá-los como constituindo um único processo. Mas é preciso ter cuidado com esse processo. A aprendizagem não é uma consequência natural do ensino. O objetivo do ensino é a aprendizagem, mas se esta não ocorre não se pode dizer que houve ensino. Ou seja, só há ensino quando há aprendizagem.

Então, para que o ensino atinja sua finalidade faz sentido praticá-lo levando em conta alguns conceitos básicos e algumas ideias centrais de teorias de aprendizagem. Não existe **uma** teoria de aprendizagem que explique a complexidade da mente humana, da aprendizagem humana.

Mas há várias teorias que focalizam aspectos importantes do processo de aprender e que são bastante aceitos como facilitadores da aprendizagem em condições de sala de aula, de ensino formal.”(M.A. Moreira, N.T. Massoni. Interfaces entre Teorias de Aprendizagem e Ensino de Ciências. 2015.)

Para mais informações a respeito das ideias desses pensadores recomendo o livro de MOREIRA. Marcos Antonio, Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Física: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Porto Alegre, 2009-2016.

Para mais informações sobre o conteúdo de Magnetismo recomendo a leitura dos Capítulos 29 e 32 do Halliday e Resnick 9º Ed. E dos Capítulos 27, 28 e 32 do Sears e Zemansky 12º Ed.

Na Tabela 1, a seguir, estão descritos o planejamento e o cronograma da proposta de atividades. Após, estarão descritas cada uma das aulas, com o material utilizado nas mesmas.

Tabela 1: Planejamento e cronograma da proposta didática

Dia	Atividade	Objetivo	Recurso
Aula 1	Pré-teste e Entrega do Guia I	Conhecer o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo sobre Magnetismo	Pré-Teste e Guia I
Aula 2	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios e entrega do Guia II	Tirar as dúvidas do Guia I,	Guia I e Guia II
Aula 3	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios e entrega do Guia III	Tirar as dúvidas do Guia II,	Guia II e Guia III
Aula 4	Tirada de dúvidas, aplicação de exercícios.	Tirar as dúvidas do Guia III,	Guia III
Aula 5 (foram 2)	Realização dos experimentos	Aprofundar o conhecimento dos	Guia Experimental I à VI mais os

períodos juntos em cada turma)		alunos com o conteúdo através de experimentos de baixo custo sobre Magnetismo	materiais descritos em cada guia experimental
Aula 6 (foram 2 períodos juntos em cada turma)	Aplicação do Jogo	Fazer as equipes debaterem o conteúdo e avaliar qualitativamente e quantitativamente as equipes	Jogo Corrida Magnética, Poligrafo e conjunto de dados de RPG
Aula 7	Aplicação do pós-teste	Analisar se a aprendizagem foi significativa	Pós-Teste

## Aula 1

Na primeira aula pode ser entregue um pré-teste (questionário) para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo de magnetismo.

Após a aplicação do pré-teste, mostrado a seguir, divide-se a turma em equipes e se entrega, para cada uma, o guia I. Os alunos devem ter em torno de uma semana para estudar cada um dos guias.

### Pré-teste

Nome:

1 – Você sabia que a Terra possui campo magnético?

( ) sim ( ) não

2 – Dentre os fenômenos naturais observados, quais estão relacionados ao Magnetismo:

- a) Aurora Boreal
- b) Pôr do sol
- c) Eclipse
- d) Geadas

3 – Magnetismo e eletricidade estão relacionados.

( ) Verdadeiro ( ) Falso

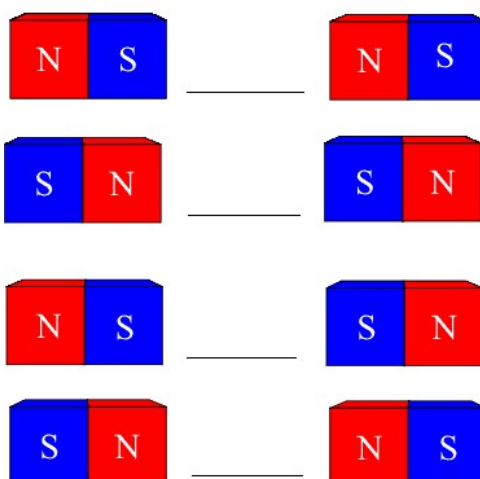
4 - Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa correta:

- a) O polo norte magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- b) O polo sul magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- c) O polo norte magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- d) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.

5 - Ao quebrarmos um ímã ao meio, devemos esperar que:

- a) os seus pedaços fiquem desmagnetizados.
- b) um dos seus pedaços seja o polo norte, e o outro, polo sul.
- c) cada um de seus pedaços torne-se um ímã menor.
- d) um dos pedaços fique desmagnetizado e o outro se torne um ímã menor.

6 – Responda o que acontece nas imagens de ímãs a seguir com, atração, repulsão ou neutro:



7 – Cite aplicações na medicina que utilizam o magnetismo:



- 8 – Cite animais que utilizam o magnetismo para deslocamento.
- 9 - Do que é feito um ímã?
- 10 – Como funciona uma bússola?
- 11 - Se colocarmos um obstáculo entre dois ímãs, isso pode impedir que eles se atraiam ou se repilam?
- 12 - Seu celular possui sensores como o Magnetômetro? Cite aplicativos que utilizam esses sensores:

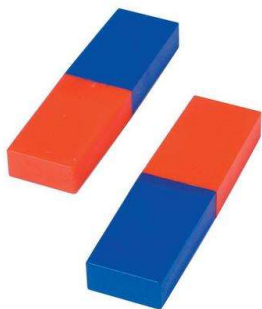
***Gabarito do Pré-teste***

- 1 – Sim
- 2 – A
- 3 – Verdadeiro
- 4 – C
- 5 – C
- 6 – Atração, Atração, Repulsão e Repulsão
- 7 – Ressonância Magnética
- 8 – Aves
- 9 – Magnetita
- 10 – A ponta da agulha aponta para o Norte Geográfico da Terra que é o Polo Sul Magnético, portanto a agulha da bussola funciona como um ímã.
- 11 – Dependendo do tamanho do obstáculo. Se for pequeno não impede dos ímãs se atraírem.
- 12 – GPS, Bússola do Celular.

# Guia I

## IMÃS

Figura I



Um ímã (Figura I) é definido com um objeto capaz de provocar um campo magnético à sua volta e pode ser natural ou artificial.

São corpos que podem atrair ferro ou aço e são constituídos de ferro, cobalto e níquel.

## GREGOS

Foram os gregos que procuraram explicar o fenômeno do magnetismo pela primeira vez. Descobriram que uma pedra chamada magnetita atraía espontaneamente o ferro. Da mesma forma, verificaram que um pedaço de magnetita, suspenso livremente no ar, virava sempre na mesma direção.

Tales de Mileto, matemático e filósofo que viveu no século VI a.C., afirmava que a substância tinha “alma” e podia atrair pedaços de matéria inanimada, “aspirando-os”. As substâncias tinham vontades e desejos como se fossem seres vivos.

## Pierre de Maricourt

Em 1296, Pierre de Maricourt, engenheiro militar francês, em uma carta a um de seus colegas, descreveu a maioria das experiências elementares sobre magnetismo. Foi ele que denominou pólo norte e pólo sul as extremidades de um ímã, baseando-se na orientação natural da bússola. Observou que a agulha da bússola não apontava exatamente para o norte geográfico da terra. Fez, ainda, outras descobertas:

- Se aproximarmos dois ímãs pelos pólos iguais, eles se repelem;
  - Se os aproximarmos pelos pólos opostos, eles se atraem;
  - Um ímã partido mantém a polaridade do ímã original;
  - Cada divisão de um ímã dá origem a outros ímãs.
- 

## William Gilbert

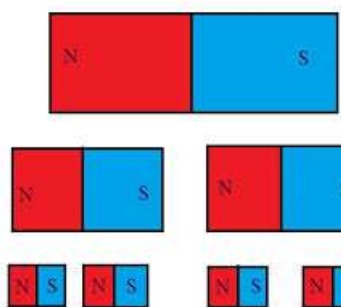
Gilbert desenvolveu trabalhos sobre o campo magnético terrestre, sendo que em 1600, já se sabia que ao quebrar um ímã, obtinham-se dois outros ímãs, cada qual com um pólo sul e norte. Para o inglês a

---

## Propriedades dos ímãs

Um ímã é composto por dois polos magnéticos, norte e sul, normalmente localizados em suas extremidades, exceto quando estas não existirem, como em um ímã em forma de disco, por exemplo. Por esta razão são chamados dipolos magnéticos. Mesmo se dividirmos um ímã ele ficará com dois polos (Figura 2).

Figura 2



De forma similar ao caso elétrico, se aproximarmos dois polos norte, um contra o outro, observamos uma repulsão entre os ímãs. O mesmo ocorre se aproximarmos dois polos sul, um contra o outro. No entanto, se aproximarmos um polo norte de um polo sul, ocorre atração. Dizemos, então, que polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes opostos se atraem.

---

Links para mais informações:

---

Terra era um imenso ímã cujos polos magnéticos coincidiam com os geográficos, chegando a construir uma espécie de maquete do planeta com um ímã esférico, simulando as montanhas e posicionando bússolas para analisar as suas orientações.

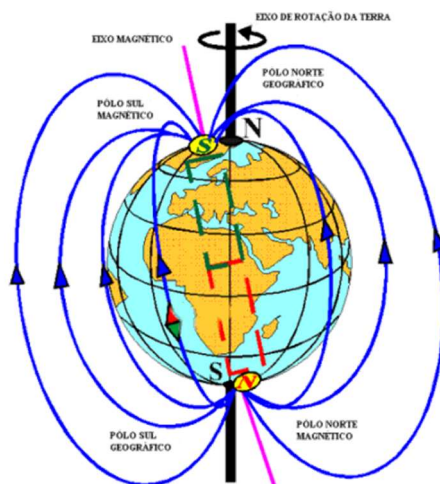
Ele também acreditava que o magnetismo tinha um papel importante na manutenção dos planetas em suas órbitas, isso estabeleceu o conceito de forças invisíveis e explicou boa parte do comportamento do Universo, que Galileu e Newton seguiram explorando.

Em seu famoso livro *De Magnete*, publicado em 1600. William explicou que os ímãs apresentavam um efeito magnético aos seus redores, e mais ainda, que os raios dessa “virtude” magnética partiam dos centros dos corpos para todas as direções, agindo sobre corpos vizinhos, os atraindo. Logo, ele é considerado precursor do conceito de “campo” magnético.

## A terra é um ímã

Observa-se que o Norte das bússolas é atraído pela região Norte da Terra, que por mera convenção, isso indica que a bússola aponta para o polo Sul magnético. Analogamente, próximo ao polo Sul geográfico, por convenção, temos o polo magnético Norte da Terra. Veja (Figura 3).

Figura 3



Referencias:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>

100 CIENTISTAS QUE MUDARAM O MUNDO, JON BALCHIN, 2009

<https://www.youtube.com/watch?v=aX7n9h9l-g4>

(Experimento para visualizar o Campo Magnético da Terra 2 min)

---

<https://www.youtube.com/watch?v=jCL2dLh5MME&t=136s>  
(Como é feito um Imã 10 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=Nb0UEP95XFE&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=29&t=0s> (Vídeo sobre Repulsão e Atração de imãs 1min23s)

<https://www.youtube.com/watch?v=wiuhjqKhpmg&list=PLUzk4mleqG7T-ZuJHO1TKfgz--1BrL1vW&index=21&t=0s> (Vídeo sobre Historia do Eletromagnetismo 10min)

[https://www.youtube.com/watch?v=h0dYRTYiKDY&list=PLrzM0kp41yoGmlw8l\\_935JaO-4EEEcIZH](https://www.youtube.com/watch?v=h0dYRTYiKDY&list=PLrzM0kp41yoGmlw8l_935JaO-4EEEcIZH)  
(Aula 20 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=wk6RiXweA3M&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=7&t=0s>  
(Construção de uma Bússola 3 min)

---

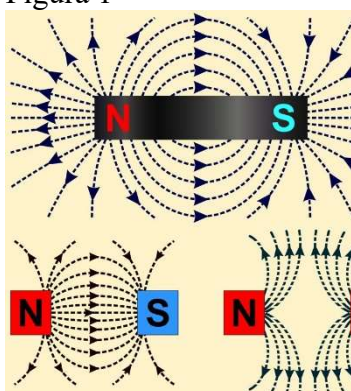
## Aula 2

No segundo encontro é o momento para tirada de dúvidas dos alunos do guia I e realizar alguns exercícios, por fim dessa atividade entregar o Guia II e novamente deixar os alunos estudarem por uma semana.

### Guia II

#### CAMPO Magnético

Figura 1



Chamamos a região em torno de um ímã de Campo Magnético. As características desse campo são equivalentes ao do campo elétrico.

Também é possível definir um vetor que descreva este campo, chamado vetor indução magnética e simbolizado por  $\vec{B}$ .

Se pudermos traçar todos os pontos onde há um vetor indução magnética associado veremos linhas que são chamadas linhas de indução do campo magnético. Estas são orientados do polo norte em direção ao sul, e em cada ponto o

#### Hans Christian Oersted

Em 1820 o professor dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) realizou uma experiência que unificou a eletricidade e o magnetismo. Ele aproximou uma bússola de um fio conduzindo uma corrente elétrica e observou que a agulha sofria uma deflexão. A corrente elétrica cria um campo magnético e a bússola tende a se alinhar conforme as linhas de indução geradas pela corrente. Em outras palavras, **cargas elétricas em movimento criam campo magnético**. Esta simples experiência, que foi feita com apenas uma bússola, um fio condutor e uma pilha, chamou muito a atenção, pois apresentou uma força que podia realizar movimento circular. Michael Faraday foi o primeiro a fazer uso prático e verdadeiro da descoberta de Oersted.

#### André-Marie Ampère

Partindo das experiências feitas pelo dinamarquês Hans Christian Oersted sobre o efeito magnético da corrente elétrica, Ampère soube estruturar e criar a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Além disso, propôs as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. Em particular, ficou interessado no comportamento de duas correntes elétricas já que havia percebido que um ímã afetava outro. (100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin 2009).

Idealizou o galvanômetro, inventou o primeiro telégrafo elétrico e, em colaboração com Arago, o eletroímã.

vetor  $\vec{B}$  tangencia estas linhas, conforme a figura 1.

---

Campo magnético criado por corrente elétrica

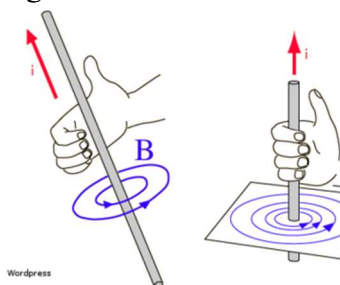
Para gerar campo elétrico é apenas necessária a existência de cargas elétricas, não importando se elas estão em movimento ou em repouso. Para gerar um campo magnético é necessário que as cargas elétricas estejam em movimento, ou seja, é preciso a existência de corrente elétrica.

A unidade adotada para a intensidade do Campo magnético é o tesla (**T**), que denomina N/C.m/s, em homenagem ao físico iugoslavo Nikola Tesla.

---

Regra da mão direita

Figura 2



Com a mão aberta, aponta-se o polegar no sentido da corrente elétrica no fio e os demais dedos no sentido

Ampère enunciou quatro importantes princípios do eletromagnetismo, todos eles feitos após diversas experiências. Em suas próprias palavras disse:  
*As ações de uma corrente ficam invertidas quando se inverte o sentido da corrente;*

*Há igualdade nas ações exercidas sobre um condutor móvel por dois outros, fixos, situados a igual distância do primeiro;*

*A ação de um circuito fechado, ou de um conjunto de circuitos fechados sobre um elemento infinitésimo de uma corrente elétrica, é perpendicular a esse elemento;*

*Com intensidades constantes, as interações de dois elementos de corrente não mudam quando suas dimensões lineares e suas distâncias são modificadas em uma mesma proporção.*

Isso resultou na Lei de Ampère que diz que a força magnética entre dois fios eletricamente carregados está relacionada ao produto da corrente e ao quadrado inverso da sua distância.

### Nikola Tesla

Em 1883, Tesla inventou um motor de indução usando um campo magnético rotativo, que é um princípio fundamental da Física e da base de todos os dispositivos que usam correntes alternadas. Nesse mesmo ano, trabalhou na Companhia Continental Edison, em Paris. Dois anos depois, foi convidado para trabalhar na firma de Thomas Edison (1847-1931) em Nova Iorque, para onde se mudou.

Tesla havia criado ferramentas para tornar viável o uso da corrente alternada, uma forma eficiente de transmitir energia a grandes distâncias, mas perigoso em caso de acidente. Edison, que baseava suas tecnologias na **corrente contínua**, era contra a “corrente assassina de Tesla”. Em 1885, a Westinghouse Electric comprou os direitos da invenção de Tesla sobre corrente alternada e teve início uma guerra de eletricidade. A corrente alternada de Tesla é a que hoje corre nos fios de alta tensão do planeta. Em 1891, Tesla inventou a bobina de Tesla, que era ainda mais eficiente na produção de corrente alternada de alta frequência. Hoje é usada no rádio, na televisão e na maquinaria elétrica. Ele também tinha interesse na transmissão difundida de eletricidade, sem fios. (100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin 2009)

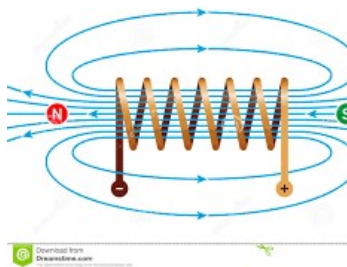
do condutor para um ponto P.

O sentido do vetor  $\vec{B}$  no ponto p é obtido curvando-se os dedos, conforme a figura 2.

## Solenóide

Solenóide é algo mais com um formato de mola, é um solenóide. A diferença entre o solenóide e a bobina chata é que o solenóide tem um formato mais alongado, como uma mola (Figura 5). A bobina chata, como disse anteriormente, são várias espiras "coladinhas" umas nas outras.

Figura 5



$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{L} \quad (3)$$

L é o comprimento do solenóide.

<https://www.youtube.com/watch?v=ro2wfgvnicc>  
(Aula 5min)

Links para mais

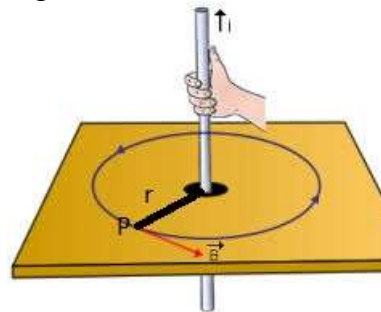
<https://www.youtube.com/watch?v=M0FQqyo9Y98&list=PLUzk4mleqG7S->

Campo magnético criado por corrente elétrica em um fio reto e longo

Ampère verificou que a intensidade do campo criado pela corrente elétrica variava com a intensidade da corrente  $i$  no fio e com a distância  $r$  entre o fio e o ponto P do campo Figura 3.

Para determinar a relação entre essas variáveis, ele mediu a intensidade do campo em um ponto fixo no espaço externo ao condutor para diversos valores de corrente. Depois, mantendo a corrente constante, mediu o valor do campo em pontos diferentes do espaço em volta de uma seção do condutor. Ele concluiu que a intensidade  $B$  do campo magnético é diretamente proporcional à intensidade  $i$  da corrente inversamente proporcional à distância  $r$ .

Figura 3



$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi r} \quad (1)$$

$\mu_0$  é a permeabilidade magnética do meio. No vácuo vale  $4\pi \cdot 10^{-7}$

<https://www.youtube.com/watch?v=43TBdfk8nKc&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=25>

(Experimento fio reto e longo)

<https://www.youtube.com/watch?v=vQkiykrKyDo> (Aula 5min)

Veremos agora os outros casos de Campo Magnético criado por corrente elétrica: Numa Espira Circular e num Solenóide.

## ESPIRA CIRCULAR

Espiras circulares ou bobina chata são várias espiras uma em cima da outra, conforme representa a Figura 4a e 4b.

[2D17jtbRXIjV2Xem3b38](https://www.youtube.com/watch?v=xxlhspzPanM&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=5)  
&index=5&t=0s (Campo Magnético 4 min)

[https://www.youtube.com/watch?v=Q-953tJXWI4&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38](https://www.youtube.com/watch?v=Q-953tJXWI4&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=5)  
&index=5 (Campo Magnético 3 min)

[https://www.youtube.com/watch?v=Q-953tJXWI4&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38](https://www.youtube.com/watch?v=Q-953tJXWI4&list=PLUzk4mleqG7S-2D17jtbRXIjV2Xem3b38&index=11)  
&index=11&t=0s

(Experiencia de Oersted)

<https://www.youtube.com/watch?v=XoeTQOk8TYg> (Aula  
watch?v=cqACxPi05qc&l 5min)

<https://www.youtube.com/watch?v=g0bmv5uyxbQ&list=PL6G2AOiUwGUhAVIs9a&Uzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=30&t=index=42&t=0s> (Motor elétrico 2min)

Figura 4a

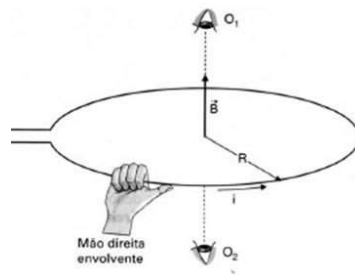
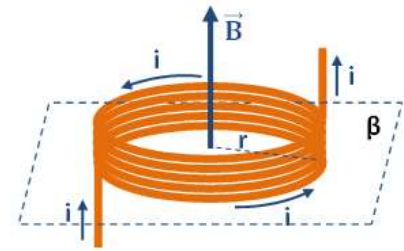


Figura 4b



$$B = N \frac{\mu_0 \cdot i}{2R} \quad (2)$$

N é o número de voltas da espira.

#### Referencias:

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/indice.php>

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/andremarie-ampere.htm>

[https://www.ebiografia.com/nikola\\_tesla/](https://www.ebiografia.com/nikola_tesla/)

<https://www.infoescola.com/biografias/nikola-tesla/>

Guimarães, Piqueira e Carron. Física, Volume 3. Ed. 2017

Bonjorno e Clinton Física, Volume 3: Eletromagnetismo. Ed. 2017



## Aula 3

No terceiro encontro, novamente, tirar as dúvidas do guia II, realizar novos exercícios, esses exercícios foram retirados do livro base usado pela Escola onde foi aplicado o produto, Bonjorno e Clinton, Física, Eletromagnetismo e Física Moderna, 3º ano: Exercícios 2 p. 147, 4 p. 149, 6 p. 152. Esses mesmos exercícios foram propostos para todas as equipes. e por fim, entregar o guia III.

### Guia III

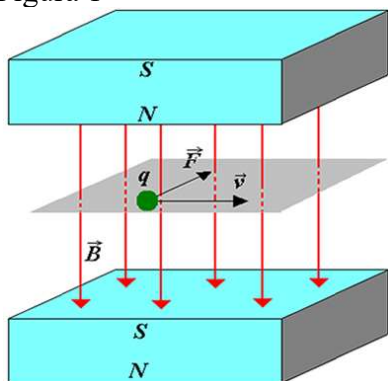
#### FORÇA Magnética

A denominação força magnética muitas vezes substituída por de Lorentz, em homenagem Hendrik Antoon Lorentz.

força magnética sobre carga elétrica

Vamos analisar o efeito do campo magnético sobre uma carga elétrica móvel. Para considerarmos uma carga  $q$  deslocando-se com velocidade  $\vec{v}$  em relação às linhas de um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ .

Figura 1



São características da força magnética  $\vec{F}_m$  que age sobre a carga:

#### HENDRIK ANTOON LORENTZ

Recebeu em 1902 o Nobel de Física por seu trabalho sobre as radiações eletromagnéticas. A maior parte de seus trabalhos envolveu o eletromagnetismo. Deixou seu nome às transformações de Lorentz, que formam a base da teoria da relatividade restrita de Einstein.

Lorentz foi o primeiro a dar uma explicação do efeito Zeeman e a prever efeitos de polarização (que só posteriormente foi verificado na prática). O núcleo de suas investigações, no entanto, consistiu na procura de uma teoria que englobasse, em uma estrutura consistente, os fenômenos elétricos, magnéticos e luminosos, supondo como meio físico o éter em repouso, onde elétrons moviam-se ou não (relativamente a ele). Essa teoria explicou inúmeros fenômenos, mas chocou-se com o resultado negativo da experiência de Michelson-Morley, que indicava, como explicação mais plausível, o abandono da hipótese do éter. (Para mais informações dessa experiência

acesse [https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia\\_de\\_Michelson-Morley](https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Michelson-Morley)).

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewju\\_y-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAPegQIBRAC&url=https://www.ifsc.usp.br/~lavfis/images/FBDapostilas/FapMichelson/Michelson_1.pdf&usg=AOvVaw3-etFbBu70WDebP4mm86Ft)

[uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www.ifsc.usp.br/~lavfis/images/FBDapostilas/FapMichelson/Michelson\\_1.pdf&usg=AOvVaw3-etFbBu70WDebP4mm86Ft](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewju_y-uzkAhXKCrkGHbntCiwQFjAQegQIBBAB&url=https://www.ifsc.usp.br/~lavfis/images/FBDapostilas/FapMichelson/Michelson_1.pdf&usg=AOvVaw3-etFbBu70WDebP4mm86Ft)

[tps%3A%2F%2Fwww1.folha.uol.com.br%2Ffolha%2Feducacao%2Fult305u13624.shtml&usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong](https://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/fult305u13624.shtml?usg=AOvVaw293ByurLWto1AXiaAM4ong)

Direção: perpendicular ao plano formado pelos vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .  
Sentido: dado pela regra da mão esquerda.

Figura 2



Obs: Quando  $q < 0$ , inverte-se o sentido da força magnética.

Intensidade:  $\vec{F}_m = qvB\text{sen}\theta$   
Nessa expressão  $\theta$  é o ângulo entre os vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .

### Michael Faraday

Foi um físico e químico britânico. É considerado um dos cientistas experimentais mais influentes de todos os tempos. As suas contribuições mais importantes e os seus trabalhos mais conhecidos tratam dos fenômenos da eletricidade, da eletroquímica e do magnetismo.

Foi um dos primeiros a estudar as relações entre eletricidade e magnetismo. Em 1821, logo após Oersted descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou um trabalho que chamou de "rotação eletromagnética", elaborando os princípios de funcionamento do motor elétrico. Em 1831, observou que ao rodar um disco de cobre entre os pólos de um ímã conseguia produzir uma corrente elétrica estável, descobrindo a indução eletromagnética, que é o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores fundamentais nessa área, como as equações de Maxwell. Seus estudos sobre campos eletromagnéticos são conceitos-chave da Física atual.

### Casos

1º Caso: cargas elétricas em repouso ( $v = 0$ ) ou movendo-se na direção do campo magnético ( $\theta = 0^\circ$  ou  $\theta = 180^\circ$ ) não sofrem a ação da força magnética

2º Caso: cargas lançadas perpendicularmente ao campo ( $\theta = 90^\circ$ )  $\vec{F}_m = qvB$

3º Caso: lançamento oblíquo ( $\theta \neq 90^\circ$  e  $0 < \theta < 180^\circ$ )

### Links para mais

[https://wikiciencias.casada-ciencias.org/wiki/index.php/Hendrik\\_Lorentz](https://wikiciencias.casada-ciencias.org/wiki/index.php/Hendrik_Lorentz)

<https://www.youtube.com/watch?v=WMoouzok2Rc&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawk>

### CARGAS ELÉTRICAS REALIZAM MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

O módulo da força magnética atuante, é proporcional ao módulo da carga  $q$  da partícula e a massa  $m$  é centrípeta nesse caso, e a partícula realiza movimento circular de raio  $R$

$$F_m = F_{centripeta}$$

[rUC&index=9](#) (Força entre corrente e imãs 3min)

[https://www.youtube.com/watch?v=g6TK2kP0\\_CU&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawk](https://www.youtube.com/watch?v=g6TK2kP0_CU&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawk)

(Aplicação das Força de Lorentz 8min)

<https://www.youtube.com/watch?v=5ViKR5vT2r8&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawk>

(Experiência de Faraday)

<https://www.youtube.com/watch?v=5ViKR5vT2r8&list=PLOfj-7VL-6JlcTjsuN9drbHLUwlawk>

(Experiência de Faraday II)

<https://www.youtube.com/watch?v=5nwUQ5KSrQo&list=PLUzk4mleqG7SLhku6G2AOiUwGUhAVIs9a&index=32&t=0s> (Força Magnética 1min)

<https://www.youtube.com/watch?v=prq8c3UNm2k>

(regra da mão direita)

$$qvB = \frac{vm^2}{R}$$
$$R = \frac{mv}{qB}$$

Numa volta completa podemos calcular o período dessa carga no campo magnético:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

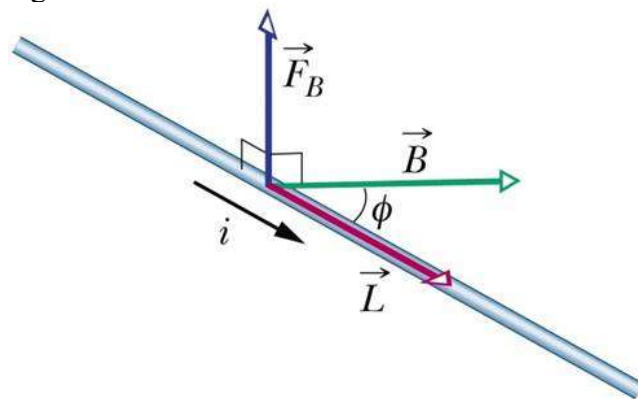
### Força magnética sobre um fio percorrido por corrente elétrica

As [cargas elétricas](#) em movimento atuam dentro de um campo magnético. Assim, quando uma carga elétrica está em movimento dentro de um campo magnético, ele terá uma força magnética atuando sobre ela.

A força magnética é proporcional ao valor da carga ( $q$ ), ao módulo do campo magnético ( $B$ ) e ao módulo da velocidade ( $v$ ) com que a carga se move.

Se um fio condutor retilíneo, assim como um fio, estiver sendo percorrido por uma corrente elétrica em uma região onde há campo magnético externo, ele sofrerá a ação de uma força magnética, conforme a figura 3.

Figura 3



Nesse caso, o valor (módulo) da força magnética é dado por:

$$F_m = BiL \sin \theta$$

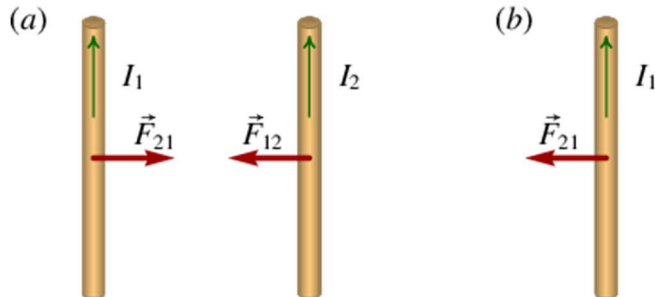
Sendo  $i$  a corrente percorrida no fio e  $L$  o comprimento do fio.

O ângulo, nesse caso, é formado entre o campo magnético  $B$  e o comprimento do fio  $L$ , por isso, ele deve ser retilíneo; caso contrário, teríamos de calcular a força magnética sobre cada trecho do fio que apresentasse um ângulo diferente.

### FORÇA MAGNÉTICA ATUANTE EM DOIS FIOS PARALELOS

Ampère fez estudos relacionados à força magnética produzida entre dois fios que conduzem energia elétrica. Em seus estudos, ele conseguiu determinar a intensidade do campo magnético produzido por essa corrente elétrica.

Figura 4



Na figura 4 temos dois fios paralelos, de comprimento iguais a  $L$  separados por uma distância  $d$  e percorridos pelas correntes elétricas sendo essas  $i_1$  e  $i_2$ .

A força magnética entre os fios é determinada pela expressão abaixo:

$$F_m = \frac{\mu}{2\pi} \frac{i_1 \cdot i_2}{d} L$$

Através dessa equação podemos definir que a força magnética que atua no fio 1 é a mesma que atua no fio 2, porém seu sentido é o contrário conforme mostra a figura 4. Essas duas forças formam um par de ação e reação.

Utilizando a regra da mão direita, podemos ver que, se as correntes estiverem no mesmo sentido, a força magnética entre os fios será de atração. Caso as correntes possuam sentidos contrários, a força será de repulsão entre os fios.

Referencias:

<https://www.todamateria.com.br/forca-magnetica/>

HELERBROCK, Rafael. "O que é força magnética?"; *Brasil Escola*. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-forca-magnetica.htm>. Acesso em 11 de setembro de 2019.

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/campo.php>

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/indice.php>

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/andremarie-ampere.htm>

[https://www.ebiografia.com/nikola\\_tesla/](https://www.ebiografia.com/nikola_tesla/)

<https://www.infoescola.com/biografias/nikola-tesla/>

100 cientistas que mudaram o mundo, Jon Balchin, 2009

Guimarães, Piqueira e Carron. Física, Volume 3. Ed. 2017

Bonjorno e Clinton Física, Volume 3: Eletromagnetismo. Ed. 2017


## Aula 4

No quarto encontro é o momento de tirar as últimas dúvidas sobre qualquer um dos guias e sortear dois roteiros de experimentos para que cada equipe possa estudar e realiza-los no quinto encontro.

### *Roteiros dos experimentos*

## Guia Experimental I

### Construindo uma Bússola

	<p><b>Materiais:</b></p> <p><b>Imã, Agulha, rolha, um copo com água, fita adesiva</b></p>
--	---

Comece colocando água até a metade de uma vasilha. Depois pegue uma rolha de garrafa e com um pedaço de fita adesiva, fixe uma agulha na sua superfície; coloque a rolha sobre a água de modo que ela fique flutuando. Percebe-se que a rolha se mexe livremente, sem nenhuma direção.

Agora, com um ímã em mãos, esfregue-o na agulha. Tenha cuidado para não tocála com as mãos depois disso, pois pode desmagnetizá-la. Observe que a rolha contendo a agulha imantada irá se movimentar, orientando-se na direção norte.

**Explique por que isso acontece?**

<https://www.youtube.com/watch?v=1ItwpRKaKg0>

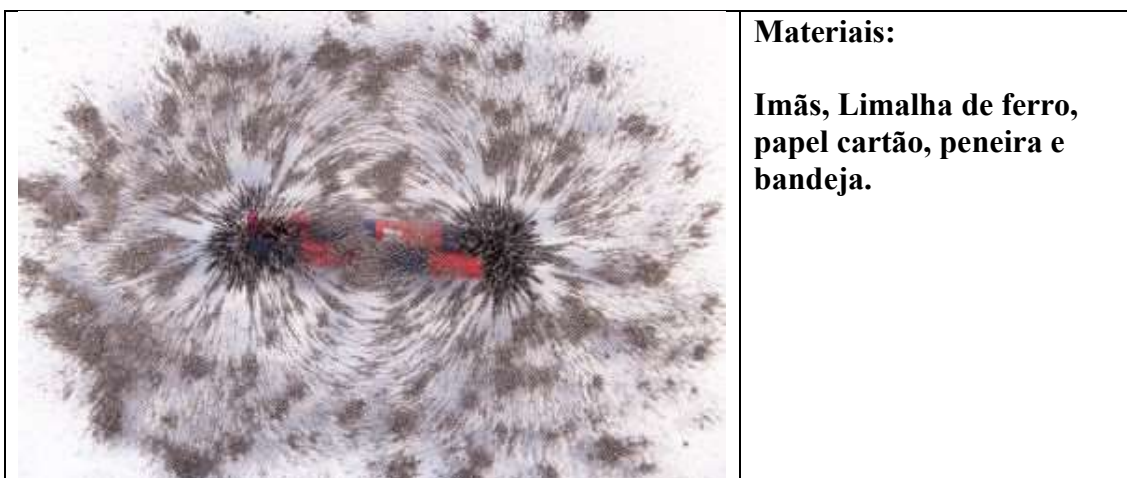
<http://www.silvestre.eng.br/astronomia/astrodicas/bussola/>

Referências:

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo,2016.

## Guia Experimental II

### Mostrando o Campo Magnético de ímãs com limalha de ferro



Coloque dois ímãs próximos um do outro, a ponto de sentir que eles se atraem ou se repelem, sobre a bandeja.

Em seguida coloquem sobre os ímãs um papel cartão (vidro ou plástico) e joguem um pouco de limalha de ferro em cima da folha utilizando a peneira.

Façam a experiência com:

- atração e repulsão dos ímãs em forma de retângulo
- com os ímãs em formato U.

Expliquem o que acontece com as linhas de campo magnético em cada um dos experimentos.

<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=linhas-de-campo-e-limalhas-de-ferro>

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele13.htm>

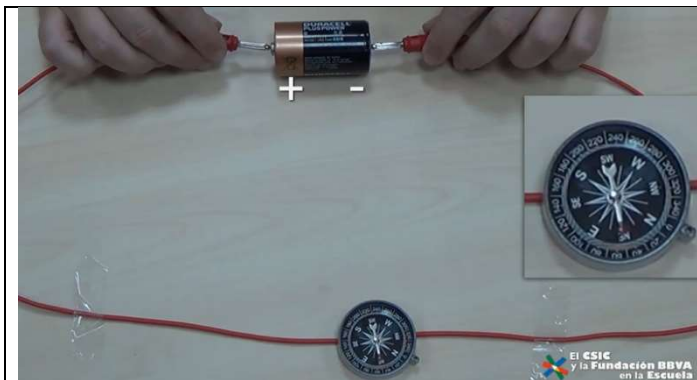
Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

## Guia Experimental III

### Experimento de Oersted



#### Materiais

**Bússola, Uma pilha de 9 V e cabo que conduza eletricidades**

**Coloque o cabo que conduz a corrente embaixo da Bússola ou sobre ela, contanto que consiga ver a agulha da bússola. Em seguida, ligue cada uma das extremidades do cabo em cada lado da pilha e veja o que acontece com a agulha da bússola.**

**Explique utilizando os conceitos Físicos aprendidos nas últimas aulas.**

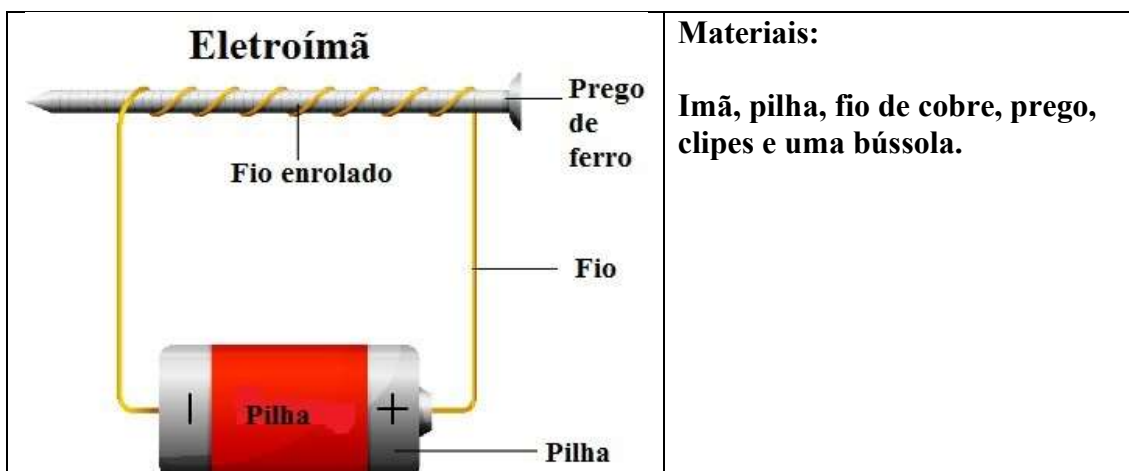
<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construindo-experimento-oersted.htm>

Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

## Guia Experimental IV

### Como fazer um Eletroímã



Inicialmente enrole o fio na volta do prego várias vezes. Em seguida ligue as extremidades do fio um em cada lado da pilha, conforme a figura.

- Aproxime o eletroímã da Bússola e explique o que acontece
- aproxime o eletroímã dos cliques de ferro e explique o que acontece.

Explique utilizando os conceitos Físicos que foram estudados nas últimas aulas.

<https://www.youtube.com/watch?v=j2kHpzP7eIQ&t=1s>

Referências:

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-fazer-um-eletroima.htm>

<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Eletroímã>



## Guia Experimental V

### Como fazer um motor elétrico com um ímã



#### Materiais

Ímã, base de madeira, pilha de 9v, anel feito de cobre, fios

**Inicialmente coloque o anel de cobre no suporte como mostrado na figura. Embaixo desse anel coloque um ímã. Por fim, ligue fios nas extremidades da pilha e os mesmos na base onde se encontra o anel de cobre.**

**Explique o que acontece utilizando os conceitos de Física aprendidos nas últimas aulas.**

<http://www.manualdomundo.com.br/2014/09/como-fazer-motor-eletrico-com-ima/>

[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=\\_montagemdeummotor\\_eletric](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_montagemdeummotor_eletric)

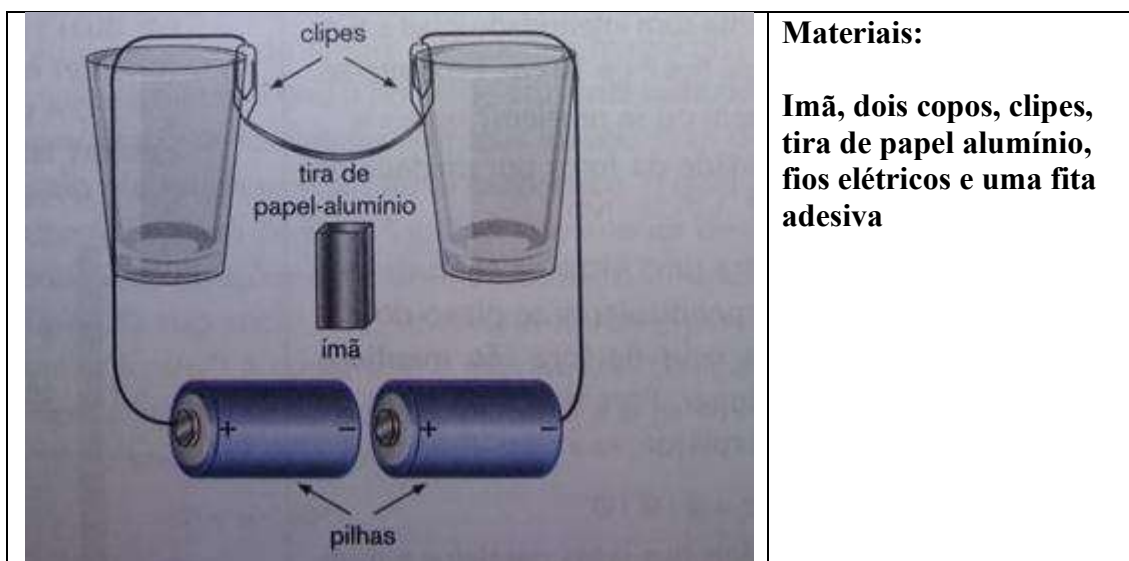
<https://www.youtube.com/watch?v=3nbDBCg6thM>

#### Referências

[http://fap.if.usp.br/~lumini/f\\_bativ/fl\\_exper/magnet/motor\\_shi.htm](http://fap.if.usp.br/~lumini/f_bativ/fl_exper/magnet/motor_shi.htm)

## Guia Experimental VI

### A força magnética sobre a corrente elétrica



#### Materiais:

Ímã, dois copos, cliques, tira de papel alumínio, fios elétricos e uma fita adesiva

Ligue cada um dos fios a cada clipe e, em seguida, ligue as extremidades livres dos fios aos terminais de cada pilha. Fixe cada lado da tira de papel-alumínio a cada um dos copos usando os cliques.

Posicione o ímã sobre a mesa de modo que um de seus polos fique ao lado da tira de papel-alumínio, conforme a imagem.

Faça o contato entre os polos livres das pilhas e observe o movimento da tira.

Explique o que está acontecendo utilizando os conceitos Físicos que foram estudados nas últimas aulas.

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a04.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=rbO2liGkgO4>

#### Referências

Bonjorno e Clinton. Física. Volume 3 Eletromagnetismo. São Paulo, 2016.

Guimarães; Piqueira e Carron. Física. Eletromagnetismo. Volume 3. 2 ed. São Paulo, 2016.

## Aula 5

No quinto encontro, os experimentos são feitos e apresentados pelos, sendo que cada equipe é responsável por dois experimentos que foram sorteados no quarto encontro. Cada equipe deve ter de uma semana para estudar os experimentos para realizar a atividade. Além dos Guias explicativos de cada experimento que estão na sessão anterior, é importante disponibilizar todo material necessário para realização dos experimentos. Porém, ressalta-se que todo material utilizado nos experimentos é de baixo custo e fácil de adquirir.

## Aula 6

No sexto encontro é a realização do jogo corrida magnética. O jogo Corrida Magnética serve tanto para os alunos debaterem os conteúdos propostos dentro de suas equipes, a fim de fazer com que os alunos interajam bastante com o conteúdo e tentando assim despertar o interesse em estudar física, como para avaliar o que cada aluno aprendeu durante os encontros anteriores, visto que o jogo aborda todos os conteúdos presentes nos três guias e nos experimentos.

A seguir, está disponível o jogo para impressão e as regras propostas para aplicação.

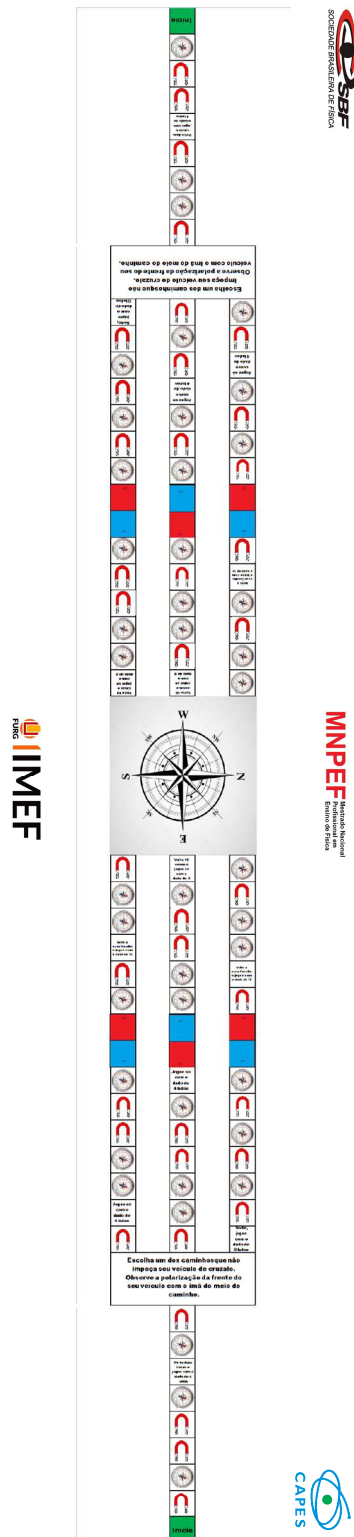
O material necessário para o jogo é:

- Tabuleiro (imagem para impressão, a seguir)
- Poligrafo para cada equipe
- Conjunto de dados de RPG (Figura 1)

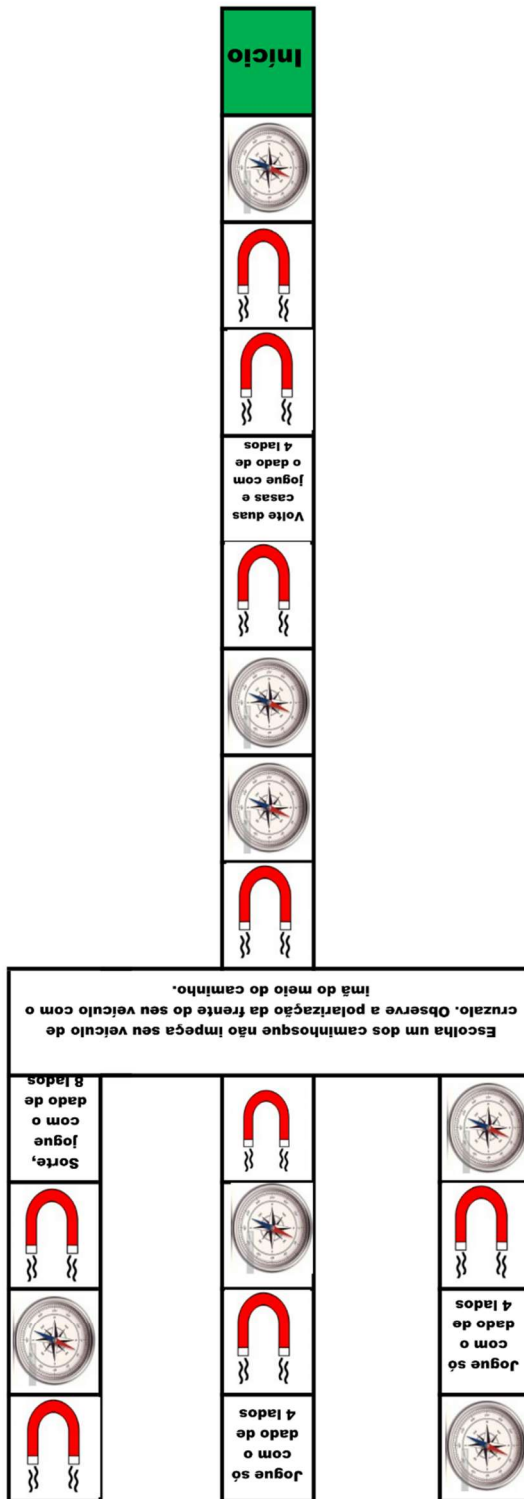


Figura 1 – Dados de RPG

## O jogo de tabuleiro: Corrida Magnética


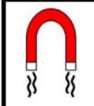
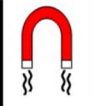




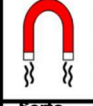
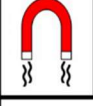
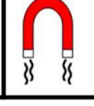



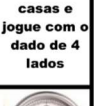
A seguir está o jogo para impressão de folhas A4 para montagem do tabuleiro







		
		
<b>Jogue só com o dado de 4 lados</b>		
		<b>Sorte, jogue com o dado de 8 lados</b>
<b>Escolha um dos caminhos que não impeça seu veículo de cruzalo. Observe a polarização da frente do seu veículo com o ímã do meio do caminho.</b>		



<b>Volte duas casas e jogue com o dado de 4 lados</b>





<b>Início</b>



As Regras do Jogo propostas, que podem ser adaptadas, são as seguintes:

As equipes primeiramente escolherão uma das peças (que são azuis ou vermelhas para se mover no tabuleiro no formato que o vermelho é um polo Norte e o azul é o polo Sul magnético).

As equipes conforme tiram o número no dado de 6 lados avançam casas referentes a esse número.

Dependendo da casa que caírem eles atiraram um dado de 20 faces para descobrir qual questão do polígrafo a equipe irá responder.

Só poderão ficar na casa se acertarem a questão que está na casa, caso contrário voltam para a anterior onde estavam. Cada equipe tem três chances para acertar a questão sem limite de tempo.

As casas ímãs formato U correspondem a questões teóricas sobre magnetismo.

As casas bússolas correspondem a questões de cálculo sobre campo magnético e força magnética presentes nos Guias I, II e III.

As casas Ímãs retangulares é uma pequena avaliação sobre o conteúdo, só poderá passar por ela a equipe que tiver a peça com polaridade contrária a parte da frente da casa, caso contrário terá que voltar e fazer outro caminho.

Cada acerto das questões teóricas vale 1 ponto cada acerto das questões cálculos vale 3 pontos. Já os experimentos que foram realizados na etapa anterior do jogo serão avaliados de 0 à 10, analisando a participação de todos os alunos da equipe, o entendimento deles sobre os conceitos físicos do experimento e se o experimento foi executado corretamente. Haverá também durante todo o tabuleiro, uma avaliação da participação de cada membro da equipe que será avaliado de 0 à 5 pontos.

A equipe que somar a maior quantidade de respostas certas vence o Jogo Corrida Magnética.

No início do jogo, é entregue um polígrafo para cada equipe que serve como uma avaliação. A seguir, o Polígrafo proposto:

## **Polígrafo**

### Questões Objetivas

1 - Um pequeno ímã é colocado nas proximidades de uma barra de ferro. Sobre a situação descrita, assinale a alternativa CORRETA.

- a) O ímã atrai a barra de ferro com a mesma intensidade que a barra de ferro atrai o ímã.
- b) A força que o ímã exerce sobre a barra de ferro é maior que a força que o ferro exerce sobre o ímã.
- c) O ímã atrai a barra de ferro.
- d) A barra de ferro atrai o ímã.
- e) A força que a barra de ferro exerce sobre o ímã é maior que a força que o ímã exerce sobre a barra de ferro.

2 - Sobre as propriedades do campo magnético, assinale a alternativa FALSA.

- a) As linhas de indução magnética emergem do polo norte magnético e adentram o polo sul magnético.
- b) As linhas de indução magnética são sempre abertas.
- c) A concentração de linhas de indução magnética está relacionada com a intensidade do campo magnético na região.
- d) Não é possível separar, em nenhuma ocasião, os polos norte e sul magnéticos.
- e) Ao se colocar ímãs com polaridades iguais observa-se que as linhas de campo não se juntam.

3 - Sobre o campo magnético terrestre, assinale a alternativa FALSA:

- a) O polo norte magnético encontra-se no polo sul geográfico da Terra.
- b) O polo sul magnético encontra-se no polo norte geográfico da Terra.
- c) O campo magnético terrestre é mais fraco na região dos polos.
- d) O campo magnético terrestre é mais intenso na região dos polos.
- e) A bússola aponta para o norte geográfico da Terra, que é o sul magnético.

4 - Ao quebrarmos um ímã ao meio, devemos esperar que:

- a) Os seus pedaços fiquem desmagnetizados.
- b) Um dos seus pedaços seja o polo norte, e o outro, polo sul.
- c) Cada um de seus pedaços torne-se um ímã menor.
- d) Um dos pedaços fique desmagnetizado e o outro se torne um ímã menor.
- e) Nenhuma das alternativas

5 - A respeito do desenvolvimento dos estudos relacionados com o magnetismo, marque V para as afirmações verdadeiras e F para as falsas. Justifique as falsas.

( ) Os primeiros estudos realizados na área do magnetismo foram feitos por Aristóteles no século VI a.C. O filósofo analisou a atração entre pedras de um minério denominado de magnetita.

( ) A utilização da bússola provavelmente foi a primeira aplicação prática do magnetismo.

( ) A relação entre magnetismo e eletricidade só foi aceita no século XX com os estudos de Michael Faraday.

( ) O experimento de Oersted, realizado no século XIX, abriu caminho para os estudos relacionados ao eletromagnetismo.

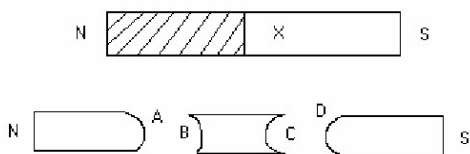
- a) F, V, V, V
- b) V, V, V, V
- c) V, F, V, F

- d) F, F, F, F
- e) F, V, F, V

6 - Indique a única afirmação FALSA:

- a) A primeira aplicação prática do magnetismo foi desenvolvida pelos chineses: a bússola.
- b) As denominações polo norte e polo sul foram dadas por Pierre Pelerin de Maricourt.
- c) Os estudos sobre magnetismo iniciaram-se a partir da percepção de que materiais atritados poderiam atrair-se mutuamente.
- d) O experimento de Oersted abriu caminho para os estudos referentes ao eletromagnetismo.
- e) As bases teóricas sólidas entre a relação de campos magnéticos e campos elétricos foram feitas por Maxwell.

7 - O desenho representa um ímã X dividido em três partes. Considere as afirmativas:



- I. As pontas A e C se repelem.
- II. As pontas B e D se atraem.
- III. As pontas A e D se repelem.

- a) a afirmativa I é verdadeira.
- b) a afirmativa II é verdadeira.
- c) a afirmativa III é verdadeira.
- d) todas as afirmativas são falsas
- e) todas as afirmativas são verdadeiras

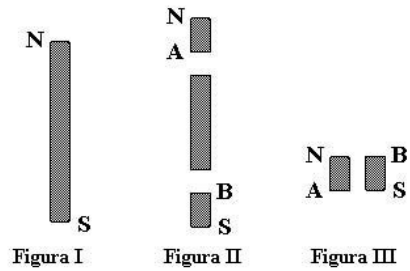
8 - O campo magnético é uma região do espaço modificada pela presença de um ímã, de um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica ou de um corpo eletrizado em movimento. A respeito disso, julgue as proposições a seguir, colocando V para as verdadeiras e F para as falsas. Justifique as falsas.

- ( ) A unidade de intensidade da indução magnética no S.I. é o tesla (T).
  - ( ) Uma agulha imantada, colocada na região de um campo magnético, orienta-se na direção do vetor campo magnético, estando o seu pólo sul no sentido desse vetor.
  - ( ) As linhas de indução magnética são perpendiculares ao vetor indução magnética em cada ponto.
  - ( ) A indução magnética, originada pela corrente  $i$ , que percorre uma espira circular de raio  $R$ , em seu centro  $O$ , é perpendicular ao plano da espira, sendo diretamente proporcional a  $i$  e inversamente proporcional a  $R$
- a) F, V, V, V
  - b) V, F, F, V
  - c) V, F, V, F
  - d) F, F, F, F
  - e) F, V, F, V

9 - A figura I representa um ímã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra seja dividida em três pedaços, como mostra a figura II.

Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles

- a) se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- b) se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
- c) não serão atraídos nem repelidos.
- d) se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- e) se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.



10 - O campo magnético medido em um ponto P próximo de um condutor longo retilíneo no qual circula uma corrente constante, terá o seu valor quadruplicado quando:

- a) a corrente for quadruplicada e a distância ao condutor também.
- b) a corrente for duplicada e a distância reduzida à metade.
- c) a corrente for mantida constante e a distância reduzida à metade.
- d) a corrente for duplicada e a distância ficar inalterada.
- e) a corrente e a distância forem reduzidas à metade dos seus valores iniciais.

11 - Considere as afirmações sobre ímãs.

- I. Em contato com um ímã, o ferro doce transforma-se em ímã temporário.
  - II. Quando um ímã é quebrado, cada pedaço se constitui num novo ímã com pólos norte e sul.
  - III. Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.
- Está correto SOMENTE o que se afirma em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) I e III

12 - (Unifor/CE/02-Prova-Específica) - Considere as afirmações sobre o campo magnético no interior de um solenóide.

- I. O módulo desse campo é proporcional ao número de espiras por unidade de comprimento do solenóide.
- II. A intensidade desse campo diminui quando se introduz uma barra de ferro no seu interior.
- III. O módulo desse campo é proporcional à intensidade da corrente elétrica que percorre o solenóide.

Está CORRETO o que se afirma em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) I e III

13 - (UFB) Pares de ímãs em forma de barra são dispostos conforme indicam as figuras a seguir:



A letra N indica o polo Norte e o S o polo Sul de cada uma das barras. Entre os ímãs de cada um dos pares anteriores (a), (b) e (c) ocorrerão, respectivamente, forças de:

- |    |                             |           |           |
|----|-----------------------------|-----------|-----------|
| a) | atração,                    | repulsão, | repulsão; |
| b) | atração,                    | atração,  | repulsão; |
| c) | atração,                    | repulsão, | atração;  |
| d) | repulsão,                   | repulsão, | atração;  |
| e) | repulsão, atração, atração. |           |           |

14 - Observe as afirmativas a seguir:

I. Numa bússola, o polo norte é o polo da agulha que aponta para o norte geográfico da Terra.

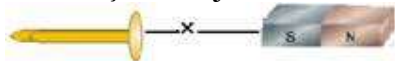
II. Polo de um ímã é a região desse ímã onde o magnetismo é mais intenso

III. Ao se cortar um ímã, obtêm-se dois ímãs com um único polo cada um.

Estão corretas:

- a) todas
- b) I e II
- c) II e III
- d) apenas III
- e) apenas II

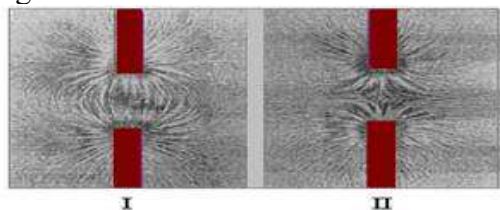
15 - (PUCCAMP-SP) Um pequeno ímã atrai um prego colocado a uma distância  $x$  com uma força  $\vec{F}$  cujo módulo é inversamente proporcional ao quadrado de  $x$ .



Isso significa que, quando se duplicar a distância  $x$ , o valor da força magnética  $\vec{F}$  passará a ser

- a) quatro vezes menor.
- b) duas vezes menor.
- c) a mesma.
- d) duas vezes maior.
- e) quatro vezes maior.

16 - (UFMG-MG) Fazendo uma experiência com dois ímãs em forma de barra, Júlia colocou-os sob uma folha de papel e espalhou limalhas de ferro sobre essa folha. Ela colocou os ímãs em duas diferentes orientações e obteve os resultados mostrados nas figuras I e II:



Nessas figuras, os ímãs estão representados pelos retângulos.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que as extremidades dos ímãs voltadas para a região entre eles correspondem aos polos.

- a) Norte e norte na figura I e sul e norte na figura II.
- b) Norte e norte na figura I e sul e sul na figura II.
- c) Norte e sul na figura I e sul e norte na figura II.
- d) Norte e sul na figura I e sul e sul na figura II.
- e) Nenhuma das alternativas

17 - (UFSM) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

- I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta o norte geográfico da Terra.
- II. Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e polos magnéticos de nomes contrários se repelem.
- III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

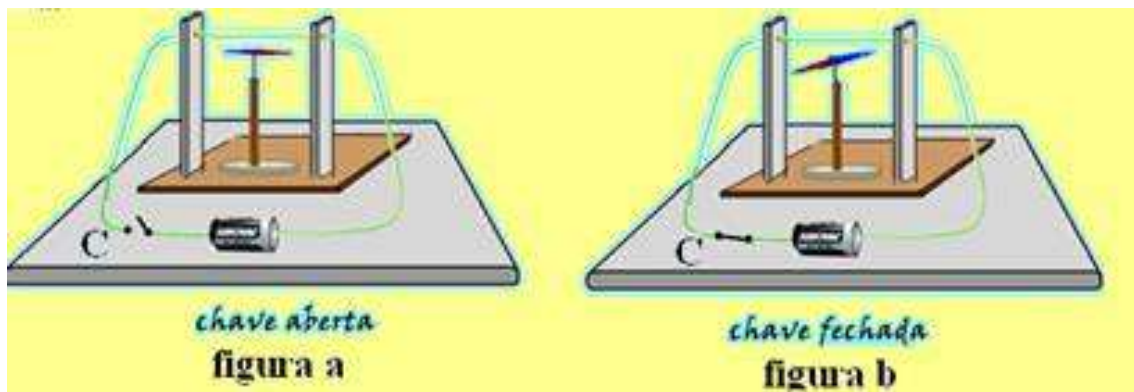
18 - (UFRS) Analise cada uma das afirmações e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F). Corrija as FALSAS.

- ( ) Nas regiões próximas aos polos de um ímã permanente, a concentração de linhas de indução é maior do que em qualquer outra região ao seu redor.
- ( ) Qualquer pedaço de metal colocado nas proximidades de um ímã permanente torna-se magnetizado e passa a ser atraído por ele.
- ( ) Tomando-se um ímã permanente em forma de barra e partindo-o ao meio em seu comprimento, obtêm-se dois polos magnéticos isolados, um polo norte em uma das metades e um polo sul na outra.

Quais são, pela ordem, as indicações corretas?

- a) V - F - F
- b) V - F - V
- c) F - F - V
- d) V - V - F
- e) F - V - V

19 - (PUCSP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura 1. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura 2). A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito



- a) gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- b) gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- c) gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- d) gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- e) não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola que foi causada pela energia térmica produzida pela lâmpada.

20 -(UFMS) Uma partícula com carga elétrica está em uma região onde existe um campo magnético uniforme. É correto afirmar que

- a) a força magnética sobre a partícula será nula somente se a partícula estiver em repouso.
- b) a força magnética poderá aumentar ou diminuir a energia cinética da partícula.
- c) se a velocidade da partícula e o campo magnético tiverem a mesma direção, a força magnética sobre a partícula será nula.
- d) se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a força magnética sobre a partícula será nula.
- e) se a velocidade da partícula e o campo magnético forem perpendiculares, a trajetória da partícula será retilínea.

Questões dissertativas

1 – Descreva como funciona um eletroímã?

2 – Qual a diferença entre um Solenoide e uma Espira circular?

3 – Quais são os conceitos físicos envolvidos na Experiência de Oersted?

4 - Um solenoide ideal de comprimento 50 cm e raio 1,5 cm contém 2.000 espiras e é percorrido por uma corrente de 3 A. Sendo  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ . Qual é o valor da intensidade do campo magnético B no interior do solenoide?

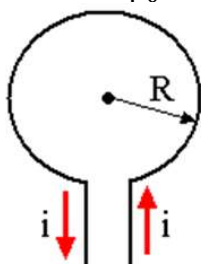
5 - Qual deve ser o número de espiras circulares de raio  $10 \pi \text{ cm}$  que constitui uma bobina chata, sabendo-se que, quando no vácuo ( $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ ) e percorrida por uma corrente elétrica de intensidade 2 A, tem no seu centro um campo magnético de intensidade  $2 \times 10^{-4} \text{ T}$  ?

6 - Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica  $i = 4,0 \text{ A}$ . Sabendo que a permeabilidade magnética do meio é  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ , pode-se afirmar que o módulo do campo magnético, a uma distância  $d = 0,5 \text{ m}$  do fio é:

7 - Uma bobina chata é formada de 40 espiras circulares, de raio 8,0 cm. Qual a intensidade da corrente que percorre a bobina, quando a intensidade do vetor campo magnético no centro da bobina é  $6,0 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ? ( $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ )

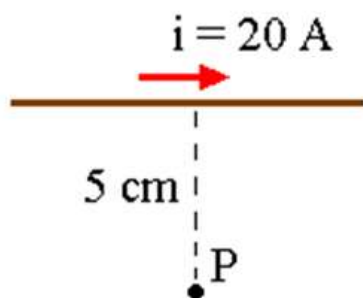


8 - Na figura abaixo temos a representação de uma espira circular de raio  $R$  e percorrida por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Calcule o valor do campo de indução magnética supondo que o diâmetro dessa espira seja igual a  $6\pi$  cm e a corrente elétrica seja igual a 9 A. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ .



9 - Um fio de 40 cm possui intensidade de campo magnético igual a  $4 \cdot 10^{-6}$  T. Determine o valor da corrente elétrica que percorre todo fio, sabendo que este fio é comprido e retilíneo. (Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ )

10 - Para a figura abaixo, determine o valor do vetor indução magnética  $B$  situado no ponto P. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ , para a permeabilidade magnética.



11 - Vamos supor que uma corrente elétrica de intensidade igual a 5 A esteja percorrendo um fio condutor retilíneo. Calcule a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 2 cm do fio. Adote  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ .

12 - (UFSM) Em uma região do espaço existe um campo magnético de  $4 \cdot 10^2$  T. Uma partícula com carga de  $2 \cdot 10^2$  C e velocidade de 100 m/s é lançada fazendo  $30^\circ$  com a direção do campo. Então, atuará sobre a partícula uma força de:

13 - Sejam dois fios paralelos de comprimentos iguais 2 m, separados por uma distância r de 0.4 m e percorridos pelas correntes  $i_1 = 2$  A e  $i_2 = 3$  A. Sendo  $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ , calcule a força magnética entre eles.

14 – Qual deve ser o número de espiras de um solenoide de 1 m de comprimento para que o campo magnético gerado tenha intensidade de  $2,4 \cdot 10^{-3}$  T quando percorrido por uma corrente elétrica de 2 A? Considere a permeabilidade magnética do meio que constitui o interior do solenoide igual a  $4\pi \cdot 10^{-7}$  T.m.A<sup>-1</sup> e  $\pi = 3$ .

15 - Uma espira circular, quando percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i, gera um campo magnético que possui como módulo o dobro do valor referente à corrente. Determine o valor do raio da espira sabendo que  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \times 10^{-7}$  T.m/A (utilize  $\pi = 3$ ).

16 – Qual foi a contribuição de Michael Faraday para o estudo do Magnetismo?

17 - Qual foi a contribuição de Pierre de Maricourt para o estudo do Magnetismo?

18 - Um solenoide de comprimento 12 cm (0,12 m), percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 2 A, precisaria ser formado por quantas espiras para possuir um campo magnético de módulo igual a 100 T?

Dado: Considere  $\pi = 3$ ;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

19 – Um solenoide de 10 cm de comprimento, tem 2000 voltas ao longo dele. Sabe-se que passa por ele uma corrente com intensidade de 10 A. Qual o campo magnético no interior do solenoide? Considere  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

20 – Uma espira circular tem raio 2 cm e é atravessada por uma corrente de 0,5 A. Sendo  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$ , determine a intensidade do campo magnético no centro da espira.

### Gabarito do Poligrafo

Objetivas	Dissertativas
1 A	1 R: Um solenoide, quando percorrido por corrente elétrica, cria um campo magnético em seu interior e exterior apresentando assim uma configuração de campo magnético semelhante ao de um ímã em forma de barra, então dizemos que ele se constitui um eletroímã, ou seja, um ímã obtido por meio de corrente elétrica.
2B	2 R: Uma espira pode ser comparada à um solenoide achatado
3C	3 R: provou que cargas elétricas em movimento podem gerar campo magnético.
4C	4 R: $144 \times 10^{-4} \text{ T}$
5E	5 R: 5000
6C	6 R: $16 \times 10^{-7} \text{ T}$
7 A	7 R: 10 A
8B	8 R: $3 \times 10^{-7} \text{ T}$
9E	9 R: 8 A
10 A	10 R: $8 \times 10^{-5} \text{ T}$
11D	11 R: $5 \times 10^{-5} \text{ T}$
12E	12 R: $8 \times 10^6 \text{ N}$
13 A	13 R: 6 N
14 A	14 R: 10.000
15 A	15 R: $3 \times 10^{-7} \text{ m}$
16D	16 R: Em 1821, logo após Oersted descobrir que a eletricidade e o magnetismo eram associados entre si, Faraday publicou um trabalho que chamou de "rotação eletromagnética", elaborando os princípios de funcionamento do motor elétrico. Em 1831, Faraday descobriu a indução eletromagnética, o princípio por trás do gerador elétrico e do transformador elétrico. Suas ideias sobre os campos elétricos e os magnéticos, e a natureza dos campos em geral, inspiraram trabalhos posteriores fundamentais nessa área,
17 A	17 R: descreveu as leis da atração e repulsão magnética, bem como a descrição de bússolas, uma das quais <i>poderia direcionar seus passos para cidades e ilhas e qualquer lugar do mundo.</i>
18 A	18 R: $5 \times 10^6$
19B	19 R: 0,24 T
20C	20 R: $150 \times 10^{-7} \text{ T}$

## **Aula 7**

No último encontro, aplica-se o pós-teste, questionário igual ao pré-teste.

O professor, você, pode optar também por realizar só o jogo ou só os experimentos, pois as atividades são independentes uma da outra.

## **Considerações finais**

Através da sequência didática desenvolvida neste trabalho foi aplicada em duas turmas de terceiro ano da Escola Waldemar Amoretty Machado. O objetivo principal foi de potencializar uma aprendizagem significativa através do uso de uma metodologia ativa, tornando o Ensino de Magnetismo mais atrativo para os alunos, proporcionando durante as atividades, debates entre os alunos dentro de suas equipes, algo que normalmente não acontece nas aulas tradicionais de Física. O que foi obtido com relativo sucesso.

Os guias foram feitos para que os alunos conseguissem estudar de uma maneira diferente da habitual o conteúdo propostos e que os incentivassem a procurar mais informações, o que segundo a maioria dos alunos relataram terem feito nas três primeiras atividade, vendo os vídeos através dos links que foram disponibilizados em cada guia ou pesquisando em sites.

Durante os experimentos os alunos mostraram muito interesse e tiveram bastante dedicação na realização e grande maioria ou explicar os conceitos físicos que envolviam cada um dos que cada equipe realizou.

Como o jogo foi aplicado dois meses depois da atividade experimental devido a uma greve dos professores das escolas estaduais, algumas equipes tiveram dificuldades na realização dos exercícios dissertativos, mas ainda assim as equipes alcançaram bons resultados, que podem ser observados nas respostas nos polígrafos e nos gráficos de comparação entre o pré-teste e os pós-teste.

O pré-teste e o pós-teste foram aplicados para avaliar se a aprendizagem foi significativa após a aplicação desta proposta didática. Houve uma aprendizagem potencialmente significativa dos alunos tendo em vista que as duas turmas obtiveram mais de 60% de evolução nas respostas corretas. Isso demonstra que esse produto educacional

sobre Magnetismo desenvolvido nesse trabalho tem grande potencial para contribuir no processo de ensino aprendizagem de alunos do Ensino Médio.

Esse conjunto de atividades propostas estimulou os alunos para seus estudos, conseguindo ser algo educativo e divertido ao mesmo tempo, sendo um potencial objeto para ensino, aprendizagem e avaliação. Caso esse tipo de metodologia/proposta fosse aplicado mais comumente nas aulas de Física, talvez os alunos chegassem mais preparados para experimentos (atividades práticas) e para jogo, lendo mais os guias e pesquisando mais sobre os conteúdos abordados durante as atividades.

É importante ressaltar que o papel do professor ao longo do jogo foi ser um mediador das atividades, interferindo o mínimo possível. Ficar atento a todos as equipes para ver se ninguém ira trapacear, e fazer com que os alunos não levem só como uma brincadeira tanto os jogos como os experimentos, mas que os discentes debatam sobre os conteúdos, aprendam a trabalhar em equipe, ajudem os colegas nas horas das atividades e respeitem o tempo dos colegas na resolução das atividades.

## Principais Referências

BONJORNO, J; BONJORNO, R; BONJORNO, V; RAMOS, C. Física Fundamental. Volume único. São Paulo: FTD 1993.

BOLLELA, V.R; SENGER, M.H; TOURINHO, F.S.V; AMARAL, E. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. 2014. *SIMPÓSIO*: Tópicos fundamentais para a formação e o desenvolvimento docente para professores dos cursos da área da saúde, *Capítulo VII*.

O. GUIMARÃES, J. PIQUEIRA e W. CARRON, Física 3 (Ática, São Paulo, 2016), 2ª ed.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 3;

MOREIRA. Marcos Antonio, Subsídios Teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Física: Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Porto Alegre, 2009-2016.

MOREIRA. M.A. e MASSONI. N.T Interfaces entre teoria de aprendizagem e Ensino de Ciências / Física. Porto Alegre: UFRGS: 2015

OLIVEIRA, T.E; ARAUJO; I.S; VEIT, E.A. (2016b). Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 33, n. 3, 962-986.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, 2008-2009 vol 3.