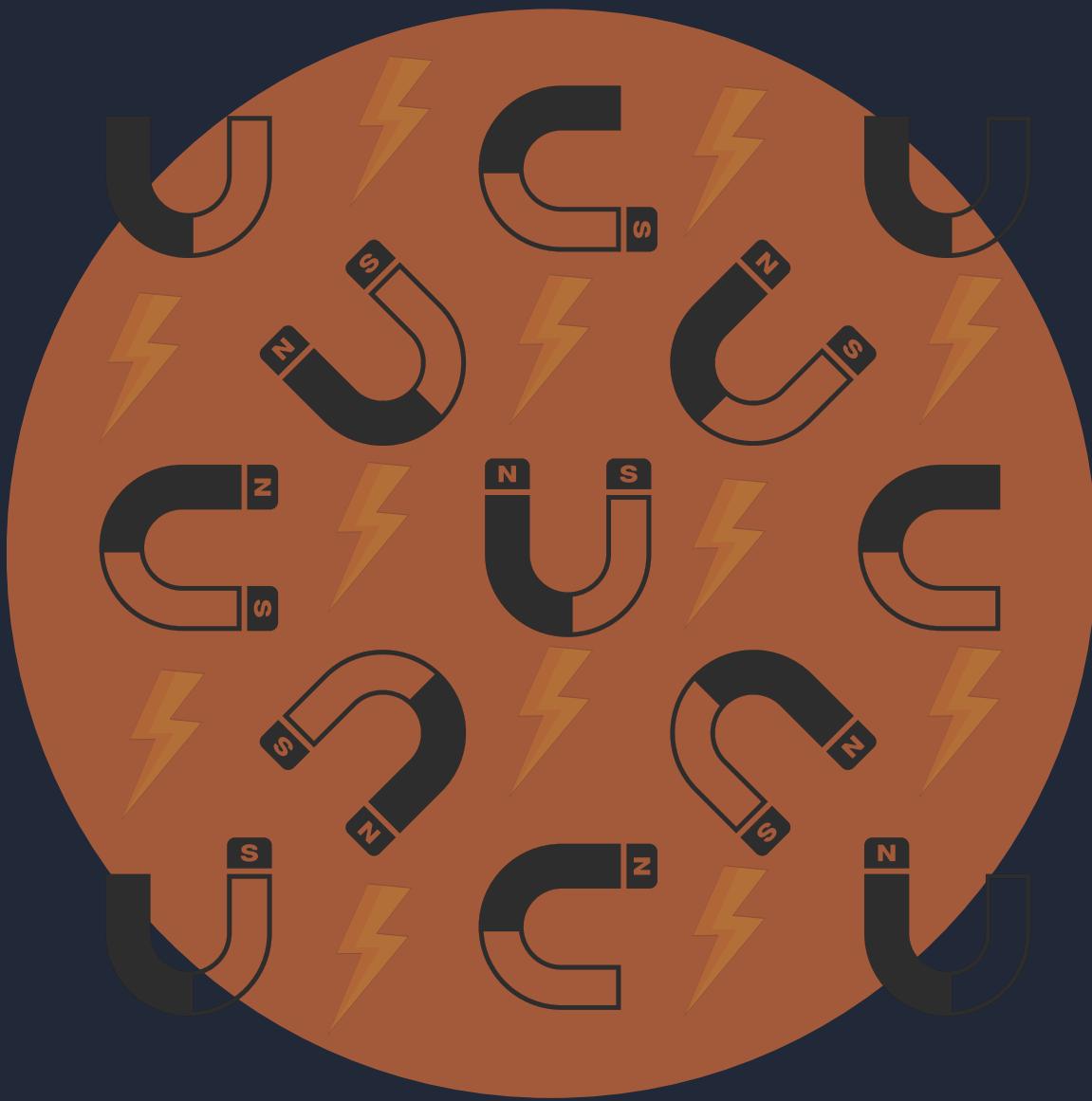


# PRODUTO EDUCACIONAL

Uma abordagem investigativa utilizando acontecimentos do Mangá (Dr. Stone) para ensinar tópicos de Eletromagnetismo no Ensino Médio



*Indicado para quem quer se aventurar em um mundo onde a ciência é sua maior aliada.*

**PROF. PEDRO MOLL**



# LISTA DE CONTEÚDOS

01

INSTRUÇÕES

06

BLOCO 01: MAGNETISMO E  
CAMPO MAGNÉTICO

22

BLOCO 02: FORÇA E GERAÇÃO  
DE CAMPO MAGNÉTICO

46

BLOCO 03: INDUÇÃO  
ELETROMAGNÉTICA E  
GERAÇÃO DE ENERGIA

59

OFICINA DE CRIAÇÃO DO  
REINO DA CIÊNCIA

• • •

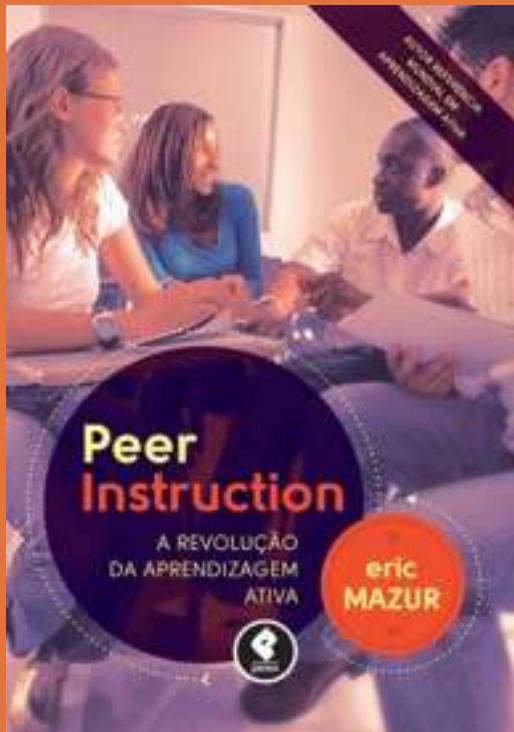
# INSTRUÇÕES

Prezado Educador,

Esse produto educacional foi criado para enriquecer suas aulas com atividades dinâmicas e interativas, reconhecendo a importância de métodos de ensino que promovam o protagonismo do aluno em sua jornada de aprendizagem.

Centralizado nas práticas de **ensino por investigação** e no **Peer Instruction (Instrução pelos Colegas)**, a sequência visa estimular a curiosidade e o engajamento dos estudantes, colocando-os no coração do processo educativo.

Para expandir seu entendimento e maximizar a eficácia dessas abordagens, sugerimos a consulta de duas obras fundamentais:



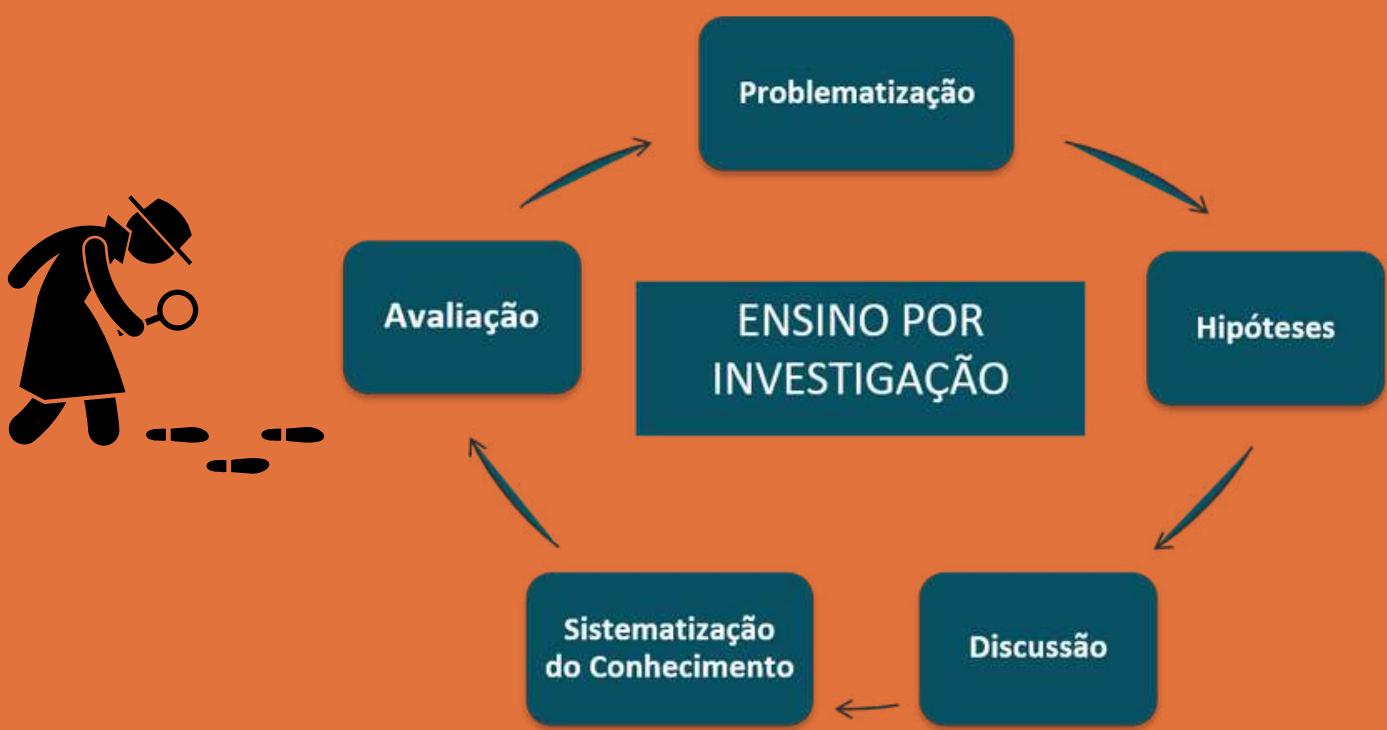
MAZUR, Eric. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa.**  
Pensio Editora, 2015.



CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**, 2018.

# Ensino por Investigação

Utilizaremos **demonstrações investigativas** e **problemas abertos** como ferramentas para provocar a curiosidade, incentivando os alunos a mergulhar na essência do pensamento científico. Nosso objetivo é cultivar um ambiente onde a elaboração de hipóteses e a alegria da descoberta sejam rotineiras, estimulando assim, o desenvolvimento do raciocínio crítico. A metodologia se baseia em pilares chaves que orientarão a jornada educacional:

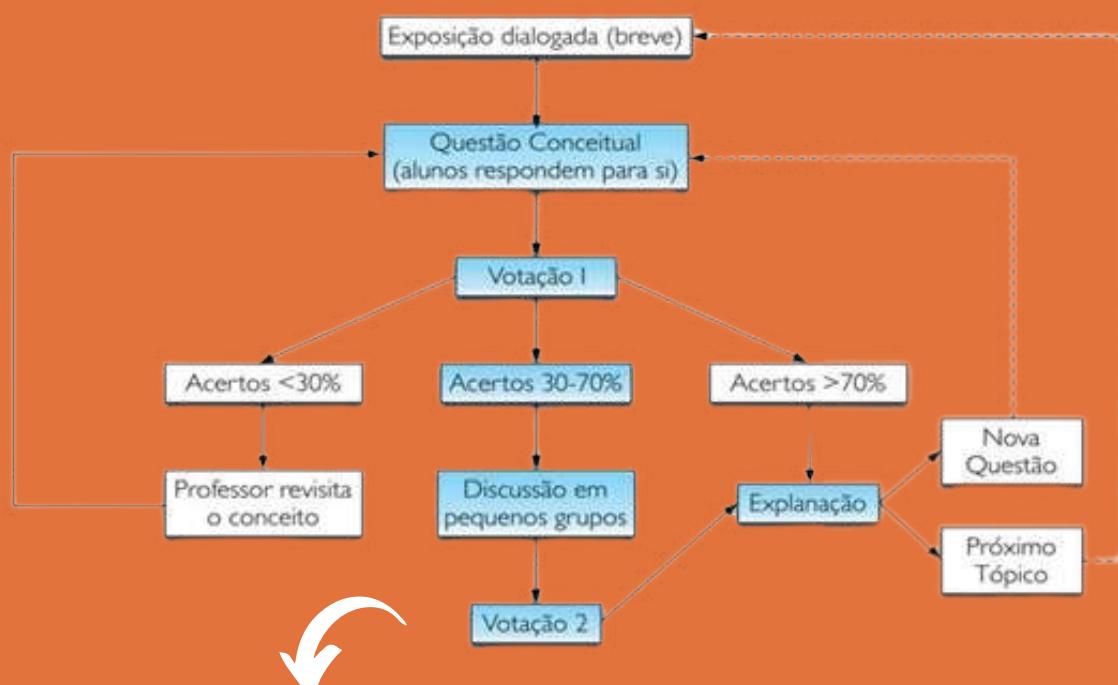


- **Exploração Guiada:** Encorajamos os estudantes a formularem perguntas e explorarem conceitos por meio de experimentação prática, guiando-os sutilmente para descobertas significativas.
- **Colaboração e Discussão:** Através do diálogo e da troca de ideias com os pares, promovemos uma compreensão mais profunda e diversificada dos conceitos científicos.
- **Reflexão Crítica:** Após cada atividade, reservamos um momento para que os alunos reflitam sobre o que aprenderam, solidificando assim o conhecimento adquirido.
- **Aplicação de Conhecimento:** Incentivamos a aplicação dos conceitos aprendidos em novos contextos, permitindo que os estudantes vejam a relevância do que aprenderam em situações do mundo real.

# Peer instruction

O Peer Instruction (PI) ou em tradução livre, Instrução pelos colegas (IpC) é um método desenvolvido pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard. O IpC é um método de aprendizagem ativa que tem como objetivo explorar a interação entre os estudantes e promover maior engajamento em seu processo de aprendizagem.

A aplicação do método consiste em um breve detalhamento sobre os pontos chaves do conteúdo a ser trabalhado, seguido da aplicação de um **teste conceitual**. Inicialmente os alunos devem responder o teste, geralmente de múltipla escolha, de forma individual. Após a sua aplicação, o professor coleta as respostas dos alunos e pode seguir a aula por três caminhos:



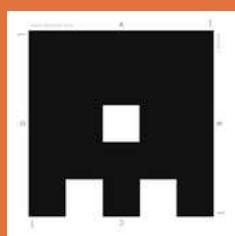
Mazur destaca que: “Uma explicação provável é que os estudantes, os que são capazes de entender o conceito que fundamenta a questão dada, acabaram de aprender a ideia e ainda estão cientes das dificuldades que tiveram que superar para compreender o conceito envolvido”

# Plickers

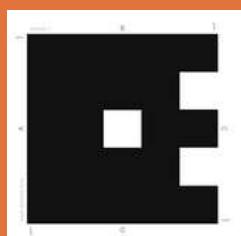


Para a aplicação do método PI, será utilizado o aplicativo *Plickers* durante as votações feitas pelos alunos. O *Plickers*, se apresenta como uma ferramenta muito interessante para ajudar na coleta de respostas dos alunos. O aplicativo disponibiliza até 63 QR CODES, de forma gratuita, que o professor pode distribuir para os alunos. Cada posição do QR CODE representa uma alternativa da questão, e o professor pode coletar todas as respostas com a câmera do celular e ter imediatamente a porcentagem dos acertos das respostas dos alunos, facilitando muito no procedimento de votação e na aplicação do método Peer Instruction.

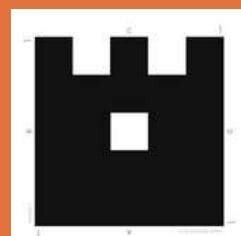
**Letra A**



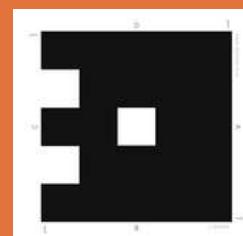
**Letra B**



**Letra C**



**Letra D**



O professor pode receber um *feedback* instantâneo da votação, com o percentual de acertos e erros dos alunos durante a aula, o que lhe permite intervir de diversas formas, seguido pela reação da turma ao problema conceitual apresentado.

Nesse trabalho será utilizado um mangá e anime, o Dr. Stone, para uma abordagem de situações problemas ligados ao conteúdo de eletromagnetismo. Dr. Stone é uma série que conta a história de Senku Ishigami, um jovem cientista que vive em um mundo pós apocalíptico onde quase todos seres humanos foram transformados em pedra. Após três mil anos, o mundo voltou a idade da pedra, e Senku tenta reconstruir a civilização utilizando seu conhecimento científico para restaurar a tecnologia e desfazer o processo de petrificação. Durante sua jornada, o personagem se depara com várias situações problemas que só consegue resolver devido seu pensamento científico e compreensão das leis físicas.

## **ESTRUTURA GERAL DA SEI:**

Se estivéssemos em um mundo de pedra, sem acesso a nenhuma tecnologia, só podendo contar com nossos conhecimentos e com os recursos que a natureza nos proporciona, como faríamos para produzir energia elétrica?

### **BLOCO 1: MAGNETISMO E CAMPO MAGNÉTICO**



#### **AULA 01:**

**Situação Problema 01:** Quais materiais devemos procurar para construir nosso gerador elétrico?

**Demonstração Investigativa 01 e 02:** Carrinhos magnéticos e Bússola e as linhas de Campo Magnético.

**Testes conceituais - Peer Instruction**



### **BLOCO 02: FORÇA E GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO**



#### **AULA 02 e AULA 03:**

**Situação problema 02:** Como poderíamos obter um imã potente com os materiais coletados?

**Demonstração Investigativa 03 e 04:** O experimento de Oersted e o Motor Elétrico.

**Testes conceituais - Peer Instruction**



### **BLOCO 03: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**



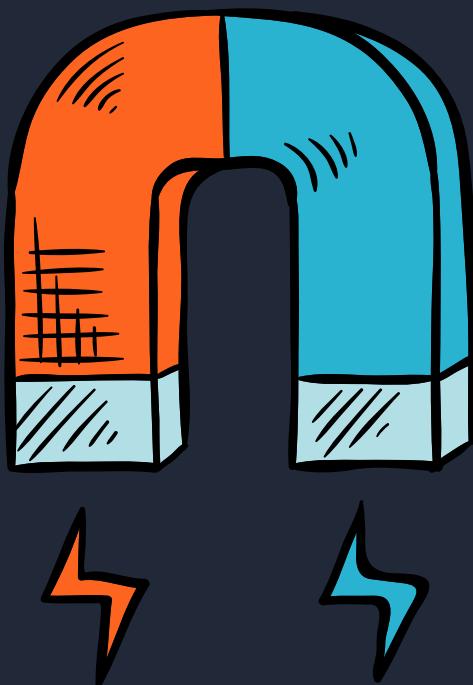
#### **AULA 04:**

**Demonstração Investigativa 05:** O anel saltitante.

**Atividade Avaliada - Mangá de Dr. Stone.**



# BLOCO 01



**MAGNETISMO  
E CAMPO  
MAGNÉTICO**

# AULA 01: Introdução e apresentação do universo de Dr. Stone. A busca pelos imãs e o campo magnético.



## PARA CASA



Google Forms

Antes de começar a primeira aula, o professor irá coletar os **conhecimentos prévios** dos alunos através de um questionário que irá abranger perguntas com respostas dissertativas a respeito de todo conteúdo que será apresentado para o aluno durante a sequência de aulas. É recomendado que o questionário seja enviado uma semana antes, por meio de um formulário como o **Google Forms**.

### Modelo de Questionário

Nome do aluno: \_\_\_\_\_

*ATENÇÃO: Responda o questionário utilizando seus conhecimentos gerais, essa atividade não é avaliativa e serve como uma coleta de dados para poder saber suas noções cotidianas sobre alguns termos e fenômenos que serão apresentadas ao longo do bimestre. Caso não saiba o que colocar em alguma alternativa você pode escrever "Não tenho conhecimento a respeito desse assunto", porém, tente responder o máximo que conseguir.*

**1** - Você sabe o que é um imã? Se sim, para que ele serve? (Se possível cite exemplos de onde ele está presente no seu cotidiano).

**2** - Você sabe o que são polos magnéticos? Se sim, o que eles são?

**3** - Os polos magnéticos têm alguma relação com a força? Se sim, qual?

**4** - O que acontece quando chegamos uma moeda de ferro perto de um imã? E de um pedaço de madeira? Por quê?

**5** - Na física utilizamos a palavra “campo” em várias ocasiões, para você, o que seria um campo magnético?

**6** - Qual a relação do planeta Terra com o campo magnético?

**7** - O magnetismo tem alguma relação com a eletricidade? Se sim, qual?

**8** - O magnetismo só pode ser observado em materiais da natureza ou pode ser obtido artificialmente? Se sim, como?

**9** - Uma partícula com carga elétrica, possuí magnetismo?

**10** - Existe alguma relação entre a produção de energia elétrica e o magnetismo? Se sim, qual?

**Comentários:** Esse questionário prévio, além de servir como um feedback inicial para o professor, também será reaplicado no final da sequência didática a fim de nortear a evolução dos alunos e suas respostas. O professor poderá aplicar o mesmo questionário no final e comparar se os alunos tiveram uma evolução, corrigindo conceitos prévios errôneos e assimilando conceitos científicos.

## Objetivos da aula

- Inserir os alunos em um universo de ficção para instigar a participação nas aulas;
- Instigar o processo de argumentação e hipóteses de cunho investigativos por meio de situações problemas e experimentos demonstrativos;
- Identificar as propriedades de um imã;
- Associar os polos magnéticos aos polos geográficos terrestres;
- Obter um feedback do processo de aprendizagem por meio de testes conceituais e a socialização entre os alunos.

## Conteúdos Abordados

- Magnetismo;
- Imãs;
- Campo Magnético.

## Recursos Didáticos

- Computador;
- Televisão ou projetor multimídia;
- Caneta e quadro;
- Materiais experimentais relacionados.

**Tempo de aula previsto: 1 hora e 40 minutos (2 Aulas)**



## Procedimentos em aula

No primeiro momento da aula, o professor irá apresentar um vídeo curto da série Dr. Stone para introduzir uma narrativa às situações-problema que serão propostas. Recomendo que seja um AMV (Anime Music Video), que consiste em cenas de uma animação japonesa acompanhadas de trilha sonora. Esse vídeo servirá como um "chamariz" para captar a atenção e o interesse dos alunos. Deixo a recomendação de um vídeo (01) disponível no YouTube:

Vídeo 01 - DR STONE (AMV)



<https://youtu.be/EVTW5dPPDpw>

DR. STONE (AMV):



Assim que o vídeo terminar, o professor deverá apresentar aos alunos a situação-problema central que eles deverão se esforçar para resolver durante o bimestre.

## SITUAÇÃO PROBLEMA DO BIMESTRE

Se estivéssemos em um **mundo de pedra**, sem acesso a nenhuma tecnologia, só podendo contar com nossos conhecimentos e com os recursos que a natureza nos proporciona, como faríamos para **produzir energia elétrica**?

**Comentários:** Esse é o momento em que o professor apresentará a situação-problema do bimestre, a qual culminará em uma oficina experimental realizada e apresentada pelos alunos ao final do bimestre. É crucial que, nesse momento, o professor propicie liberdade intelectual para que os alunos formularem suas hipóteses e discutam todas as possibilidades por eles levantadas, sem receberem respostas prontas. O professor deve, ao invés disso, fazer perguntas que os estimulem a pensar e responder, tais como::

- Qual a primeira coisa que vocês fariam caso acordassem em um mundo de pedras?
- Quais conhecimentos físicos vocês achariam necessários e importantes em sabem para concluir seu objetivo?



 **Mentimeter**

OBS: Caso o professor esteja realizando as discussões em um **formato híbrido** ou **remoto**, recomendo que a discussão seja feita utilizando o site/aplicativo *Mentimeter* ou uma apresentação no *Canva*, pois você conseguirá produzir uma apresentação interativa.



 **Canva**

Após a discussão inicial, afunila-se mais a discussão a respeito dos materiais que precisarão ser encontrados para começar a construção do gerador elétrico. Para isso, apresentaremos para o aluno um problema aberto vinculado a uma das etapas da história de Dr. Stone, onde o personagem principal, para atingir seu objetivo final, precisa coletar alguns materiais para gerar energia elétrica. O professor poderá mostrar a imagem (Figura 01) abaixo e perguntar:

**Situação Problema 01:** Quais materiais devemos procurar para construir nosso gerador elétrico?

FIGURA 01 - Materiais necessários para adquirir a eletricidade)



INAGAKI, Riichiro; BOICHI. Dr. Stone V.3 – Barueri, SP : Panini Brasil, 2019.

Episódio de referência:  
Episódio 8 – Stone Road  
Tempo (00:00 até 03:34)



crunchyroll®

A imagem pode ser utilizada como ponto de partida para auxiliar na quantidade de respostas dos alunos. Utilize-a como base e anote todas as ideias dos alunos no quadro ou em um caderno de anotações. Após as hipóteses e discussões com a turma, o professor pode comentar, mostrando os materiais escolhidos pelo personagem da série e confrontando-os com as hipóteses dos alunos, ou até passar um trecho do episódio. É fundamental que todas as hipóteses descartadas sejam discutidas, e os alunos devem sempre ter a oportunidade de dissertar sobre suas opiniões. No fluxograma apresentado pelo personagem, bem como na imagem (Figura 02), observa-se que, para gerar energia elétrica, ele precisará de:

- Ferro (necessário para criação de um imã poderoso);
- Imã poderoso (necessário para criação do gerador elétrico);
- Cobre (necessário para as ligações elétricas e criação de uma bobina);
- Fósforo (necessário para adquirir ácido fosfórico para atuar como isolante).

FIGURA 02 - Materiais necessários para adquirir a eletricidade (completo)



E8 - Stone Road, Crunchyroll. Disponível em: <<https://www.crunchyroll.com/pt-br/watch/GR4PKJ4VY/stone-road?modal=restricted>>. Acesso em 17 de outubro de 2023.

**Comentários:** O professor irá confrontar as respostas dos alunos com as apresentadas pelo personagem, mas ainda não fornecerá muitas informações sobre o porquê de cada material, já que, nos próximos passos da sequência, cada motivo será trabalhado separadamente. É importante observar que dificilmente o aluno mencionará fósforo ou algo semelhante. No entanto, na série, o personagem fala que utilizará o fósforo para produzir ácido fosfórico e usá-lo como verniz, mantendo o fio de cobre isolado. O professor pode comentar essa parte, rememorando o conteúdo de eletrodinâmica e explicando a importância de envernizar os fios de cobre. Outro ponto que pode ser questionado ou abordado pelos alunos é algum material que sirva para converter energia elétrica em energia luminosa, um fato relevante que será explorado pelo personagem em um episódio futuro. Nessa ocasião, ele utilizará um pedaço de bambu carbonizado para emitir luz. Esse fato da história pode ser omitido até os próximos blocos, mas incluído nos materiais necessários.

Após essa etapa, o professor dará início a uma série de demonstrações investigativas sobre o tema de magnetismo e campo magnético. Na primeira demonstração, o objetivo será evidenciar a existência do magnetismo, suas interações com diferentes materiais e a presença de polos magnéticos. Já a segunda demonstração terá como finalidade estabelecer a existência de um campo magnético e sua relação com a Terra e seus polos geográficos.

## DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA 01 – CARRINHO MAGNÉTICO

FIGURA 03 - Carrinhos Magnéticos



### MATERIAIS NECESSÁRIOS:

2x imãs em barra;  
4x pares de rodinhas;  
1x material ferromagnético (moeda, clips...);  
1x material não magnético (madeira, borracha...).

**Aplicação:** Durante a aplicação, o professor seguirá algumas etapas. A cada ação realizada, ele fará uma pergunta com o objetivo de instigar os alunos a refletirem e responderem. As ações do professor serão direcionadas de modo a conduzir as respostas para as seguintes perguntas:

- O que acontece se eu aproximar duas partes pintadas iguais do imã? E partes pintadas de cores diferentes? Por quê?
- Se eu aproximar um clips ou uma moeda do carrinho imã o que vai acontecer? Por quê?
- Se eu aproximar um pedaço de madeira ou uma borracha do carrinho imã o que vai acontecer? Por quê?

**Comentários:** O objetivo dessa demonstração investigativa é levar os alunos a compreenderem a existência de dois polos distintos em um ímã, bem como a ocorrência de uma ação de forças à distância, que depende da interação entre esses polos. Outro aspecto relevante é conscientizar os estudantes de que essa interação não ocorre somente entre ímãs, mas também pode acontecer quando, pelo menos, um dos materiais está magnetizado e o outro é um metal. Esse experimento é uma excelente oportunidade para demonstrar como ocorre a magnetização temporária, formando ímãs temporários, quando objetos metálicos, sob o efeito de ímãs permanentes, estão próximos. Uma sugestão é realizar o experimento com clipes de papel, onde até o efeito da histerese magnética pode ser observado. Embora o experimento possa ser realizado sem o auxílio de carrinhos, é mais visível e interessante observar a relação entre a força e os polos magnéticos dessa maneira.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I

Após a primeira demonstração investigativa, é recomendável que o professor faça uma intervenção teórica para sintetizar os temas abordados no experimento anterior e introduza as terminologias necessárias de forma expositiva para os alunos. Sugere-se a utilização de uma apresentação em slides (o modelo será disponibilizado no final do bloco) para abordar os seguintes tópicos:

- A história do Magnetismo;
- Magnetismo e materiais ferromagnéticos;
- Domínios magnéticos;
- Polos magnéticos (relação entre as forças de repulsão e atração);
- Inseparabilidade dos polos magnéticos.

## DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA 02 - BÚSSOLA E AS LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO

*FIGURA 04 - Experiência de visualização do campo magnético usando a limalha de ferro.*



### MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 2x imãs em barra;
- 1x pequena quantidade de limalha de ferro;
- 1x material ferromagnético (moeda, clips...);
- 1x material não magnético (madeira, borracha...);
- 1x folha de papel A4 branca.

## PROCEDIMENTOS:

- 1) Abra a folha de papel A4 e espalhe um pouco de limalha de ferro sobre ela, tomando o cuidado de distribuir bem e de não utilizar uma quantidade excessiva.
- 2) Coloque o ímã em barra sobre uma superfície plana e, lentamente, aproxime a folha de papel A4 por cima do ímã. As limalhas de ferro se organizarão de forma a formar um desenho no papel. Após esse procedimento, o professor deve fazer as seguintes perguntas:

- O que faz a limalha de ferro se organizar dessa maneira?
- Por que nas extremidades dos imãs a concentração de limalha é maior?

**Comentário:** Para a primeira pergunta, espera-se que os alunos façam a conexão com o experimento anterior e percebam a existência de uma "ação a distância" que causa o alinhamento das limalhas de ferro naquela forma específica. Após a discussão entre os alunos, o professor pode introduzir os termos "**Campo Magnético**" e "**Linhas de Campo**", relacionando-os com o desenho formado pelas limalhas de ferro ao se aproximarem do ímã. Na segunda pergunta, espera-se que os alunos associem a distância dos polos magnéticos com a ação desse campo magnético sobre as partículas de ferro. Após a discussão, é importante enfatizar o fato de que o campo magnético é **inversamente proporcional ao quadrado da distância**, assim como ocorre com o campo elétrico.

- 3) Afaste a folha A4 do ímã e espalhe novamente a limalha de ferro sobre ela;
- 4) Posicione dois ímãs de modo que os polos iguais estejam voltados um para o outro. Peça a ajuda de um aluno para aproximar a folha A4 dessa configuração de ímãs. Repita o procedimento, mas desta vez com os polos opostos dos ímãs voltados um para o outro. Ao realizar esse experimento, faça a seguinte pergunta aos alunos:

- Por que, dependendo da posição dos imãs, as limalhas se organizam de forma diferente?

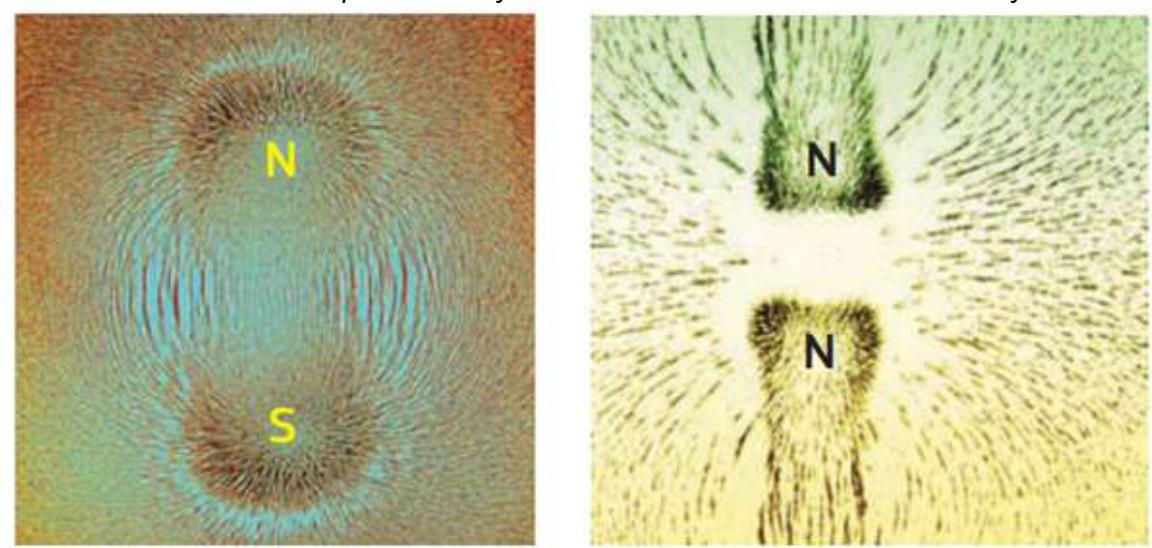
**Comentário:** Neste momento, espera-se que os alunos compreendam que a atração ou repulsão magnética está diretamente relacionada ao comportamento das linhas de campo magnético. Após a discussão, é importante que o professor destaque a convenção estabelecida de que as linhas de campo magnético "**saem**" do polo norte magnético e "**entram**" no polo sul magnético.

- 5) Para finalizar essa demonstração, coloque um ímã em uma superfície horizontal e mostre aos alunos a bússola. Pergunte se eles conhecem o funcionamento da bússola e, em seguida, aproxime-a do ímã, fazendo as seguintes perguntas:

- O que acontece quando chegamos a bússola perto do imã?
- Qual a relação entre os polos dos imãs e as marcações na bússola?
- O que acontece com a agulha da bússola quando a movimentamos no entorno do imã?

**Comentário:** Este é o momento em que finalizamos a demonstração e esperamos que os alunos consigam relacionar tudo o que viram até agora com o funcionamento da bússola. É fundamental que o professor ressalte que o polo norte magnético da bússola aponta para o polo norte geográfico da Terra e, se isso é verdade, significa que a Terra se comporta como um grande imã, onde o polo norte geográfico está próximo do polo sul magnético. O professor deve enfatizar esse fato, fundamentando melhor a relação entre os polos geográficos e magnéticos na Terra.

*FIGURA 05 - Experimentos feitos com imãs em barra e limalha de ferro.*



GASPAR (2013)

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II

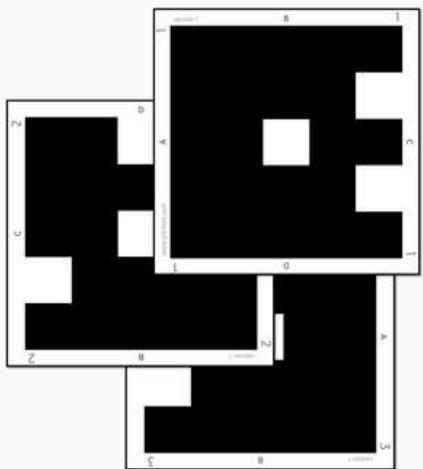
Após a segunda demonstração, o professor deve novamente sintetizar o conteúdo abordado por meio de uma explanação expositiva. Se possível, recomenda-se a utilização de slides previamente preparados, que deverão abordar os seguintes tópicos:

- Campo magnético (definição das linhas de campo);
- Campo magnético terrestre;
- Bússola e campo magnético (declinação magnética);
- Vetor campo magnético;
- Campo magnético uniforme.

## Avaliação da aula

No final da aula, afim de avaliar se os conceitos foram assimilados de forma satisfatória pelos alunos, iremos utilizar o aplicativo **Plickers** em conjunto com testes conceituais baseados no método do **Peer Instruction** para ter um feedback imediato e fazer as intervenções necessárias.

FIGURA 06 - QR codes utilizados pelo aplicativo Plickers.



Nessa aula serão aplicados três testes conceituais, que podem ser elaborados de forma autoral pelo professor, deixarei exemplos a seguir com os comentários:

### TESTE CONCEITUAL - 01

Um pedaço de ferro é colocado próximo de um ímã, conforme a figura a seguir, podemos dizer que:



- A** a atração do ferro pelo ímã é igual à atração do ímã pelo ferro.
- B** é o ímã que atrai o ferro.
- C** a atração do ímã pelo ferro é mais intensa do que a atração do ferro pelo ímã.
- D** a atração do ferro pelo ímã é mais intensa do que a atração do ímã pelo ferro.

**Comentários:** Essa questão avalia se os alunos conseguem entender que há atração mútua entre um ímã e um pedaço de ferro, em conformidade com a **terceira lei de Newton**. A alternativa "B" serve como distrator, para identificar os alunos que acreditam que existe apenas a força de atração do ímã sobre o pedaço de ferro.

## TESTE CONCEITUAL - 02

Uma agulha magnética tende a

- A orientar-se de forma perpendicular às linhas de campo magnético local.
- B** orientar-se segundo a direção das linhas do campo magnético local.
- C efetuar uma rotação que tem por efeito o campo magnético local.
- D formar ângulos de 45 graus com a direção do campo magnético local.

**Comentários:** Essa questão avalia se os alunos conseguem identificar que a bússola sempre se orientará na **mesma direção das linhas de campo magnético** do local. Assim, verifica se os estudantes compreenderam o princípio de funcionamento da bússola, que foi abordado durante as explicações e demonstrações na aula. As demais alternativas, principalmente a letra "A", servem como distratores, pois não abordam o real funcionamento da bússola.

## TESTE CONCEITUAL - 03

Uma pessoa que utiliza uma bússola para se localizar em relação a Terra, sempre terá o polo norte magnético da agulha da bússola apontado aproximadamente para:

- A o polo sul geográfico da Terra
- B o polo norte magnético da Terra
- C** o polo norte geográfico da Terra
- D a direção Meridiano de Greenwich

**Comentários:** Essa questão avalia se os alunos conseguem identificar que o polo norte magnético da bússola é atraído pelo polo sul magnético da Terra, e, consequentemente, aponta para o norte geográfico (que é aproximadamente o polo sul magnético da Terra). A alternativa "A" é o principal distrator dessa questão, visto que a palavra "Sul" pode enganar os estudantes e induzi-los ao erro, sem que levem em consideração a diferença entre "geográfico" e "magnético".

## Comentários sobre a aplicação dos testes conceituais:

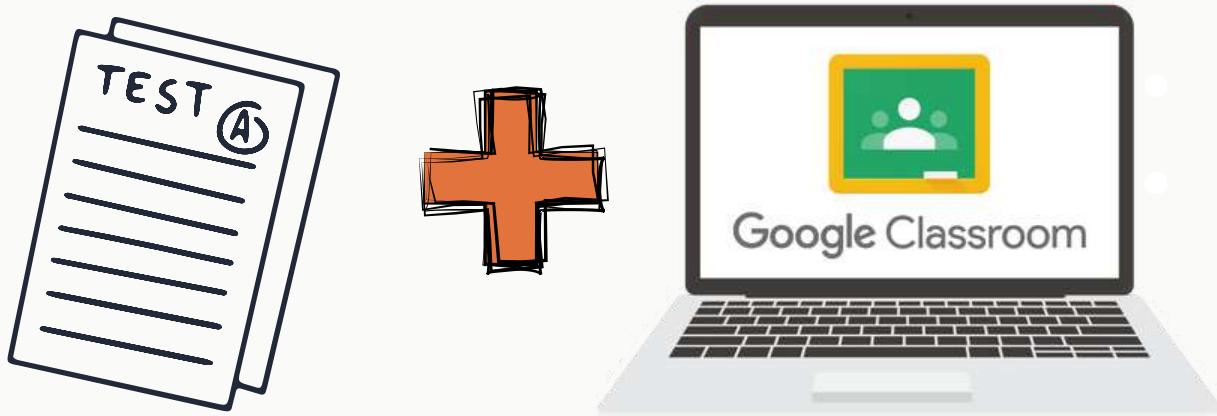
Para os testes conceituais iremos adotar o método *Peer Instruction* em conjunto com o *Plickers*. É essencial que o professor verifique a porcentagem de acertos e, com base nesse resultado, tome a atitude prevista no método. O professor pode atribuir uma pontuação específica para a aplicação dos testes conceituais. Como essa metodologia envolve a participação ativa de todos os alunos da turma, é interessante combinar com eles que a menor nota que todos irão receber será a média geral dos resultados da turma.



## PARA CASA

No final de cada bloco, deve-se distribuir aos alunos uma lista de **exercícios** com questões de vestibular, a fim de consolidar os conceitos abordados nas aulas. Essa lista deverá ter um prazo de entrega estabelecido, com a finalidade de motivar os alunos a realizá-la, sendo essa atividade pontuada de acordo com o planejamento do professor. Caso haja disponibilidade de tempo, o professor pode reservar uma aula para a resolução e correção da lista. Alternativamente, recomenda-se que o professor grave a resolução das questões e disponibilize o vídeo aos alunos após o encerramento do prazo estipulado. A gravação referente à resolução da lista de exercícios do bloco 01 encontra-se disponível nos anexos. A entrega da lista pode ser realizada tanto presencialmente quanto de forma remota. Para o envio remoto, recomenda-se a utilização de uma plataforma digital, sendo o **Google Classroom** uma opção adequada para essa finalidade.

FIGURA 07 - Disponibilização das listas e respostas pelo Google Classroom



Deixarei em **anexo**, ao final do bloco, o modelo da lista de exercícios utilizada, o link para o vídeo de resolução e o link com a apresentação recomendada (slides) no CANVAS para a aplicação.

# BLOCO 01

## ANEXOS



Nome: \_\_\_\_\_

Data : \_\_\_\_\_



## Lista 01 - Magnetismo e Campo Magnético



1) O ímã mostrado na figura caiu no chão e se partiu em três pedaços. As letras N e S indicam os polos norte e sul, respectivamente, desse ímã. Assinale a alternativa que apresenta a polaridade correta desses três novos ímãs.



- A)   
- B)   
- C)   
- D)   

2) Três carrinhos idênticos são colocados em um trilho, porém, não se encostam, porque, na extremidade de cada um deles, conforme mostra o esquema da figura 1, é acoplado um ímã, de tal forma que um de seus polos fica exposto para fora do carrinho (polaridade externa).

Considerando que as polaridades externas dos ímãs (N – norte e S – sul) nos carrinhos são representadas por números, conforme o esquema da figura 2, assinale a alternativa que representa a ordem correta em que os carrinhos foram organizados no trilho, de tal forma que nenhum deles encoste no outro:



FIGURA 1

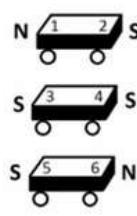


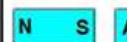
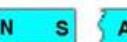
FIGURA 2

- a) 1 – 2 – 4 – 3 – 6 – 5.  
 b) 6 – 5 – 4 – 3 – 1 – 2.  
 c) 3 – 4 – 6 – 5 – 2 – 1.  
 d) 2 – 1 – 6 – 5 – 3 – 4.

3) Um ímã, em forma de barra, de polaridade N(norte) e S(sul), é fixado numa mesa horizontal. Um outro ímã semelhante, de polaridade desconhecida, indicada por A e T, quando colocado na posição mostrada na figura 1, é repelido para a direita. Quebra-se esse ímã ao meio e, utilizando as duas metades, fazem-se quatro experiências, representadas nas figuras I, II, III e IV, em que as metades são colocadas, uma de cada vez, nas proximidades do ímã fixo. Indicando por “nada” a ausência de atração ou repulsão da parte testada, os resultados das quatro experiências são, respectivamente:

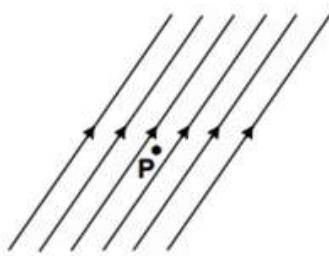


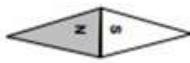
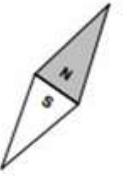
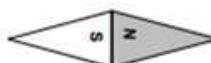
Figura 1

Experiência I	Experiência II	Experiência III	Experiência IV
			

- a) repulsão, atração, repulsão, atração  
 b) repulsão, repulsão, repulsão, repulsão  
 c) repulsão, repulsão, atração, atração  
 d) repulsão, nada, nada, atração  
 e) atração, nada, nada, repulsão

- 4) O diagrama abaixo representa as linhas de um campo magnético uniforme. Assinale a alternativa que melhor representa a posição da agulha de uma bússola colocada em um ponto P, no mesmo plano do campo magnético.



- A) 
- B) 
- C) 
- D) 
- E) 

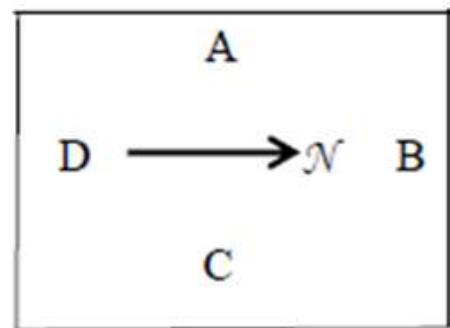
- 5) Analise as assertivas abaixo.

- I. O polo norte de um ímã aponta para o norte magnético da Terra.  
 II. A terra pode ser considerada um imenso ímã.  
 III. O polo sul de um ímã aponta para o sul geográfico da Terra.  
 IV. O processo de magnetização em uma barra de ferro, causa nela o ordenamento dos ímãs elementares da barra.

Assinale a alternativa **CORRETA**.

- a) As assertivas I, II e III estão corretas.  
 b) As assertivas I, III e IV estão incorretas.  
 c) Somente as assertivas II e IV estão corretas.  
 d) Todas as assertivas estão corretas.  
 e) Somente a assertiva I está incorreta.

- 6) Em um local onde o campo magnético da Terra é paralelo ao solo horizontal, uma agulha de costura magnetizada, de material ferromagnético, foi pendurada em um suporte por uma linha amarrada em seu centro. A figura abaixo, onde N representa o polo norte magnético da agulha vista de cima, ilustra a situação descrita.



A partir das informações e da figura acima, foram feitas as seguintes afirmações:

- I - o sol nasce no mesmo lado que a posição A;  
 II - o sol nasce no mesmo lado que a posição C;  
 III - o norte magnético da Terra está no mesmo lado que a posição B;  
 IV - o norte magnético da Terra está no mesmo lado que a posição D;  
 V - o sul geográfico da Terra está no mesmo lado que a posição B.

Está correto apenas o que se afirma em

- a) I e III.  
 b) I e IV.  
 c) II e IV.  
 d) I, III e V.  
 e) II, III e V.

**Gabarito:**

- 1) B  
 2) D  
 3) A  
 4) B  
 5) E  
 6) C



# GABARITO COMENTADO EM VÍDEO – LISTA 01

1) O ímã mostrado na figura caiu no chão e se partiu em três pedaços. As letras N e S indicam os polos norte e sul, respectivamente, desse ímã. Assinale a alternativa que apresenta a polaridade correta desses três novos ímãs.



- A) 

N	N
N	S
S	S
- B) 

N	S
N	S
N	S
- C) 

N	N
S	N
S	S
- D) 

N	S
S	N
N	S



Link do vídeo:

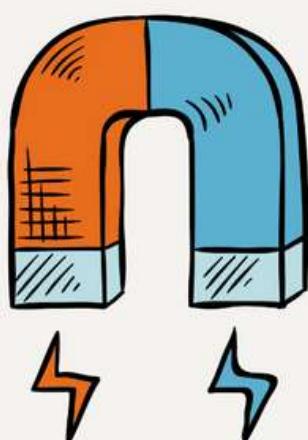


Link: <https://drive.google.com/drive/folders/12GmTbqhJMneH227sAptGKKMtAzpAY8O?usp=sharing>



## APRESENTAÇÃO DE SLIDES – BLOCO 01

@professormoll



BLOCO 01: MAGNETISMO E CAMPO MAGNÉTICO

## ELETROMAGNETISMO

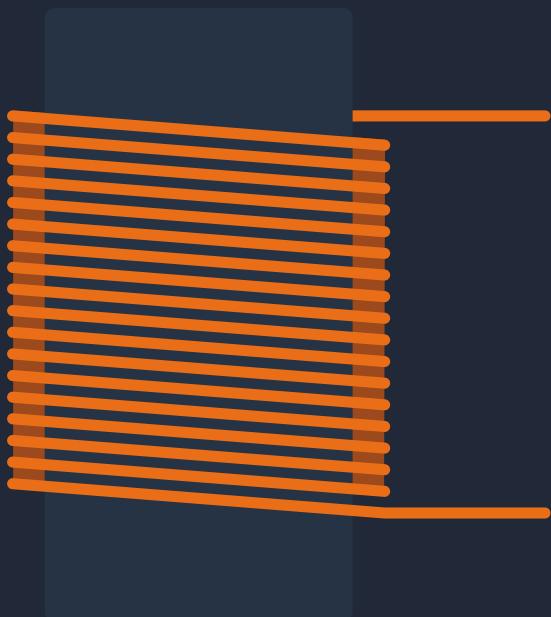
Prof. Pedro Moll - Física



Link da apresentação em CANVA:



# BLOCO 02



**FORÇA E  
GERAÇÃO DE  
CAMPO  
MAGNÉTICO**

O bloco dois deve ser dividido em dois encontros, cada um com duas aulas, uma vez que a quantidade de conteúdo a ser apresentado é bastante extensa para ser abordada em apenas um encontro.

## **AULA 02: O começo da descoberta do eletromagnetismo. Do experimento de Oersted a força magnética.**

### **Objetivos da aula**

- Identificar a relação de cargas em movimento com a produção de um campo magnético;
- Identificar o módulo, direção e o sentido da força magnética de acordo com o produto vetorial da velocidade pelo campo magnético;
- Entender a relação entre corrente elétrica e campo magnético;
- Instigar o processo de argumentação e hipóteses de cunho investigativos por meio de experimentos demonstrativos;
- Promover a troca de significados entre o professor e aluno por meio da interação social.

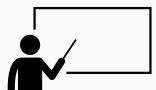
### **Conteúdos Abordados**

- Experimento de Oersted;
- Força magnética em uma partícula;
- Regra do Tapa;
- Força magnética sobre um fio.

### **Recursos Didáticos**

- Computador;
- Televisão ou projetor multimídia;
- Caneta e quadro;
- Materiais experimentais relacionados.

**Tempo de aula previsto: 1 hora e 40 minutos (2 Aulas)**

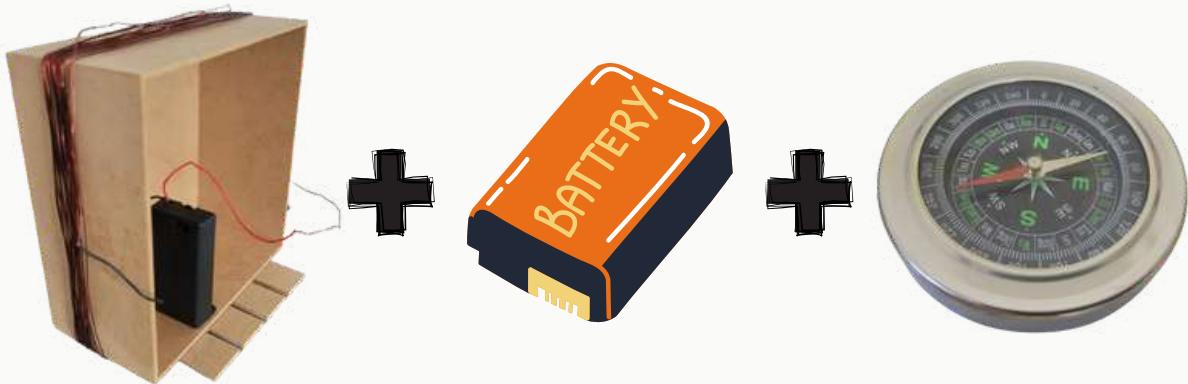


### **Procedimentos em aula**

### **DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA 03 - O EXPERIMENTO DE OERSTED**

Nesta aula, o professor iniciará o encontro realizando uma demonstração investigativa, com o objetivo de motivar os estudantes e incentivá-los a explorar um novo experimento. Mesmo que inicialmente os alunos possam não saber explicar o experimento, eles serão instigados a elaborar hipóteses com a orientação do professor. Existem diversas formas de realizar o experimento e sua respectiva demonstração. A seguir, fornecerei um exemplo de construção passo a passo, listando os materiais necessários e explicando sua aplicação prática. Além disso, anexarei um link para um artigo mais aprofundado sobre o experimento em questão.

FIGURA 08 - Montagem do experimento de Oersted



#### MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- 1x caixa de madeira sem tampa;
- 1x bateria de 9V;
- 1x suporte para conexão da bateria;
- 1x bússola;
- 1x fio de cobre esmaltado Awg 24.
- 1x fita isolante e dupla face.

#### MONTAGEM DO EXPERIMENTO:

- 1) Primeiramente, utilize cola quente ou fita dupla-face para fixar o suporte da bateria no interior da caixa;
- 2) Retire um pouco do esmalte da extremidade do fio de cobre, deixando o metal exposto;
- 3) Conecte a extremidade do fio de cobre a um dos terminais do suporte da bateria, utilizando fita isolante para fixar a conexão;
- 4) Enrole o fio de cobre ao redor da caixa, dando pelo menos vinte voltas;
- 5) Após completar as voltas, corte a extremidade do fio que ainda não foi conectada, retire o esmalte e conecte-o ao segundo terminal do suporte da bateria;
- 6) Insira a bateria no suporte e seu experimento estará pronto para ser utilizado.

Observação: Antes de iniciar o experimento, certifique-se de medir o tamanho da bússola e o espaço interior da caixa para garantir que a bússola caiba tanto dentro quanto fora da caixa durante o experimento.

PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Ana Paula Bispo; FERREIRA, Éwerton Jéferson Barbosa. **Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.)



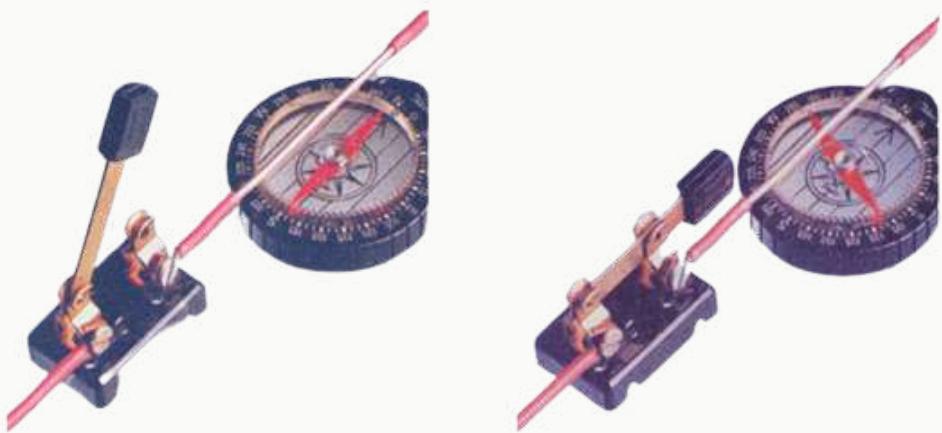
## APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO:

- 1) Comece o experimento apresentando a bússola para os alunos, garantindo que o norte da bússola está apontado aproximadamente para o norte geográfico da Terra. Utilize essa oportunidade para relembrar os conceitos discutidos na aula anterior, enfatizando que, como esperado, a bússola está alinhada com o campo magnético terrestre.
- 2) Apresente a bateria para os alunos antes de conectá-la ao suporte. Posicione a bússola na parte superior da caixa e, em seguida, ligue a bateria. Após os alunos observarem o que aconteceu com a agulha da bússola, faça as seguintes perguntas:

- O que faz a agulha da bússola se movimentar quando a bateria é ligada?
- Por que quando liga e desliga o circuito a bússola altera sua orientação?

**Comentários:** Após o fenômeno ilustrado pela Figura 09, as perguntas feitas pelo professor devem ser capazes de fazer o aluno refletir e tentar estabelecer uma relação entre o que aprendeu sobre o funcionamento da bússola (seu alinhamento com o campo magnético) com a possível corrente elétrica que está sendo gerada no interior do condutor. Ele deve ser capaz de notar também que, ao desligar o circuito, a bússola volta a se orientar aproximadamente na direção do campo magnético terrestre..

FIGURA 09 - Bússola se alinhando ao campo magnético gerado pelo fio.



GASPAR (2013)

- 3) Após a discussão dos questionamentos acima e a percepção de que a turma conseguiu elaborar uma hipótese sobre o motivo de a bússola ter alterado sua direção ao ligar o circuito, o professor deve alternar a posição da bússola ou alterar os polos da bateria (dependendo do tipo de experimento que foi elaborado) a fim de demonstrar para os alunos que, por algum motivo, o norte da bússola inverte seu sentido.

Após a realização do experimento, o professor deve novamente abrir espaço para os alunos tentarem explicar o motivo dessa inversão, fazendo a seguinte pergunta, dependendo do tipo de ação tomada:

- Por que quando invertemos a bússola de lugar as orientações (norte/sul) alternam de sentido?
- Por que quando invertemos os polos da bateria as orientações (norte/sul) alternam de sentido?

**Comentários:** Nessa discussão, espera-se que os alunos deduzam que a inversão dos ponteiros da bússola está ligada de alguma forma com a **inversão do sentido da corrente elétrica**. Como foi observado anteriormente que corrente elétrica gera campo magnético e, tendo aprendido na primeira aula que o campo magnético é uma grandeza vetorial que possui módulo, direção e sentido, espera-se que os alunos consigam associar que, ao trocar o sentido da corrente, ocorre uma inversão também na direção e sentido do vetor campo magnético. Essa inversão no campo magnético é percebida experimentalmente pela inversão dos ponteiros da bússola.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA III

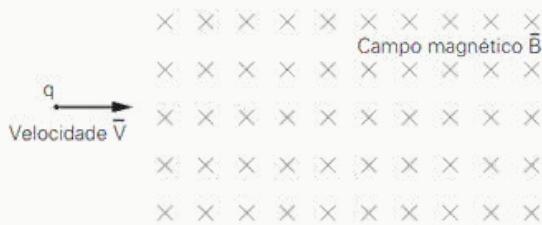
Após a primeira demonstração investigativa, recomenda-se ao professor uma intervenção teórica para sintetizar os temas abordados no experimento anterior e trazer as terminologias necessárias de forma expositiva para os alunos. Recomenda-se a utilização de uma apresentação em slide (o modelo utilizado será disponibilizado no final do bloco), que aborde os seguintes tópicos:

- Conclusões do experimento de Oersted;
- Força magnética sobre cargas elétricas;
- Regra da mão direita ou Regra do tapa para determinação da direção e sentido da força magnética;
- Cargas elétricas se movimentando em campos magnéticos uniforme;
- Situações particulares (campo magnético no mesmo sentido da velocidade, campo magnético perpendicular a velocidade e caso geral);
- Sintetizar as equações para o movimento circular uniforme (MCU) e movimento retilíneo uniforme (MRU) e a junção dos dois movimentos em um movimento helicoidal uniforme (MHU).

Além da parte teórica expositiva, nessa parte do conteúdo, há também a necessidade de resolução de exercícios por parte do professor na sala de aula. Deixarei uma recomendação de **três exercícios** com o gabarito abaixo:

## Exercício 01

(UFPA) Uma carga elétrica  $q$  (negativa) entra, com velocidade  $\vec{v}$ , numa região onde existe um campo magnético  $\vec{B}$ , que está indicado com os símbolos  $\times$  (que representam um vetor entrando no plano desta folha).



A alternativa que indica o vetor (direção e sentido) da força magnética  $\vec{F}_m$ , no exato instante no qual a carga entra na região do campo magnético, com o vetor velocidade na posição horizontal, conforme está indicado na figura acima, é:

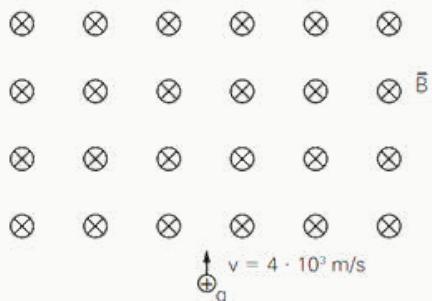
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

### Gabarito comentado: LETRA B

Este exercício avalia a compreensão do aluno em relação à determinação da direção e sentido da força magnética, aplicando a **regra do tapa**. Para isso, posicione o dedão na direção e sentido da velocidade da partícula (horizontal e para a direita) e os outros quatro dedos na direção do campo magnético (entrando no plano da folha). Com essa configuração, o sentido da força magnética atuante será vertical. Vale lembrar que, como estamos tratando de uma carga negativa, o sentido da força será contrário à palma da mão, logo, **vertical para baixo**.

## Exercício 02

(Uern – Adaptada) Numa região em que atua um campo magnético uniforme de intensidade 4 T é lançada uma carga elétrica positiva conforme indicado a seguir:



- a)  $1,6 \cdot 10^{-6}$  C e horário.
- b)  $2,0 \cdot 10^{-6}$  C e horário.
- c)  $2,0 \cdot 10^{-6}$  C e anti-horário.
- d)  $1,6 \cdot 10^{-6}$  C e anti-horário.
- e)  $3,2 \cdot 10^{-6}$  C e anti-horário.

Ao entrar na região do campo, a carga fica sujeita a uma força magnética cuja intensidade é de  $3,2 \cdot 10^{-2}$  N. O valor dessa carga e o sentido do movimento por ela adquirido no interior do campo são, respectivamente:

## Gabarito comentado: LETRA C

Essa questão tem intuito de aplicar a definição da força magnética sobre uma partícula no caso que a velocidade é perpendicular ao campo. Sabe-se que de forma geral a força magnética é escrita como:

$$F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin(\theta)$$

Como o ângulo entre o campo e a velocidade é  $90^\circ$ , a força magnética se resume a:

$$F_m = q \cdot v \cdot B \Rightarrow q = \frac{F_m}{v \cdot B}$$

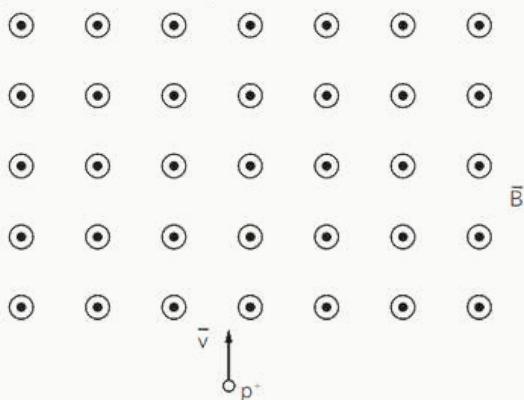
Substituindo os valores para achar a carga elétrica (q):

$$q = \frac{3,2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^3 \cdot 4} = 2 \cdot 10^{-6} C$$

Achada a carga elétrica, deve-se aplicar a regra do tapa para determinar o sentido da força magnética, e assim determinar o sentido do “giro” que a partícula irá sofrer. Colocando o dedão na vertical para cima e os quatro dedos “entrando” no plano da folha, percebemos que, como a carga é positiva, a força magnética estará na horizontal para a esquerda. Dessa forma, a partícula irá sofrer um movimento **anti-horário**.

## Exercício 03

(Cesgranrio-RJ – Adaptada)



Um próton penetra perpendicularmente em um campo magnético uniforme, como ilustra a figura acima, e descreve, em seu interior, uma trajetória semicircular.

A intensidade do campo magnético é  $10^{-2}$  T e a velocidade do próton é constante e igual a  $5 \cdot 10^5$  m/s.

Sabendo-se que a massa e a carga do próton valem, respectivamente,  $1,6 \cdot 10^{-27}$  kg e  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C e considerando-se  $\pi = 3$ , o perímetro, em centímetros, desse percurso é

- a) 300
- b) 200
- c) 150
- d) 100
- e) 50

## Gabarito comentado: LETRA C

Finalizamos com um exercício que tem o intuito de relacionar a força magnética com as grandezas de um movimento circular uniforme (MCU) para determinar o perímetro do percurso da partícula. Primeiramente, como deve ter sido demonstrado na aula, o **raio** da trajetória da partícula pode ser escrita como:

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Substituindo os valores fornecidos na questão temos:

$$R = \frac{1,6 \cdot 10^{-27} \cdot 5 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^{-1} = 50 \text{ cm}$$

Como a questão fala que a trajetória é uma **semicircunferência**, seu perímetro será:

$$P = \frac{2\pi R}{2} \Rightarrow P = \pi R$$

Logo, substituindo os dados temos:

$$P = 3 \cdot 50 = 150 \text{ cm}$$

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA IV

Após resolver exercícios que envolvem uma partícula carregada em movimento sob a ação de um campo magnético uniforme, o professor deve retomar a explicação sobre o experimento de Oersted apresentado no início da aula. Isso é importante para generalizar, mostrando que, se uma partícula sofre força magnética, um fluxo de partículas ordenadas, ou seja, uma corrente elétrica, também deve sofrer. Para isso, recomenda-se mais uma vez uma parte expositiva, abordando os seguintes tópicos:

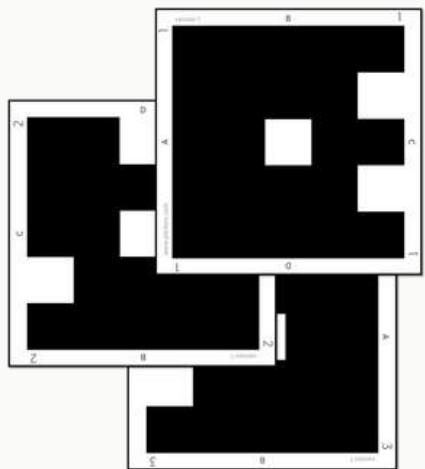
- Módulo da força magnética em fios retilíneos;
- Direção e sentido da força magnética (regra do tapa para fios);
- Casos particulares de campo externo perpendicular e paralelo a corrente elétrica.

Finalizado as explicações da parte expositiva o professor pode se encaminhar para a parte final da aula que será avaliação pelos testes conceituais.

## Avaliação da aula

No final da aula, afim de avaliar se os conceitos foram assimilados de forma satisfatória pelos alunos, iremos utilizar o aplicativo **Plickers** em conjunto com testes conceituais baseados no método do **Peer Instruction** para ter um feedback imediato e fazer as intervenções necessárias.

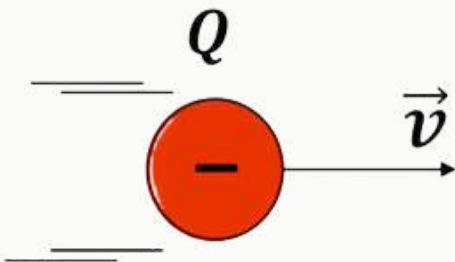
FIGURA 10 - QR codes utilizados pelo aplicativo Plickers.



Nessa aula serão aplicados três testes conceituais, que podem ser elaborados de forma autoral pelo professor, deixarei exemplos a seguir com os comentários:

### TESTE CONCEITUAL - 01

Um carga elétrica negativa ( $Q$ ) de massa desprezível, se movimenta pelo espaço com uma velocidade ( $v$ ). Podemos afirmar que é gerado por ela um:

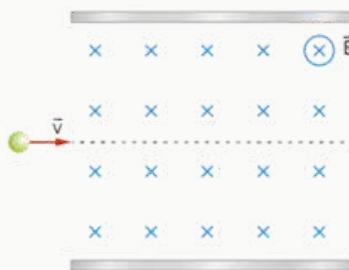


- A campo elétrico;
- B campo magnético;
- C campo elétrico e magnético;**
- D campo inercial.

**Comentários:** Esta questão é formulada para avaliar se os alunos compreenderam que uma carga em movimento gera **tanto um campo elétrico quanto um campo magnético**. As alternativas “A” e “B” funcionam como distratores, visando identificar os alunos que não conseguiram associar a possibilidade de uma carga elétrica produzir simultaneamente esses dois campos.

## TESTE CONCEITUAL - 02

Uma carga elétrica, ao entrar em uma região com o campo magnético perpendicular a sua velocidade, executará um movimento

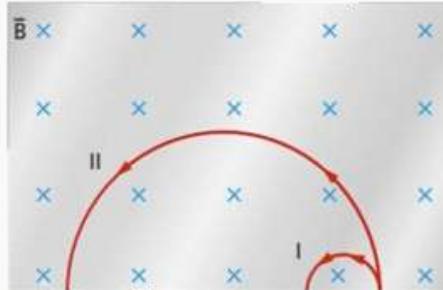


- A retilíneo uniforme
- B retilíneo uniformemente variado
- C circular uniforme
- D circular uniformemente variado

**Comentários:** Esta questão avalia se os alunos conseguem identificar o tipo de movimento que uma partícula, ao entrar perpendicularmente em um campo magnético, desenvolve. Considerando que a **velocidade é perpendicular à força magnética**, a resultante é **centrípeta** e a aceleração tem a função de alterar somente a direção e o sentido do vetor velocidade. A alternativa “D” é um distrator, utilizado para verificar se o aluno compreendeu que, mesmo o movimento sendo circular, o módulo da velocidade não se altera. Portanto, o movimento deve ser **circular e uniforme**.

## TESTE CONCEITUAL - 03

Dois íons de massas diferentes, **cargas elétricas iguais e mesmas velocidades** penetram numa região de campo magnético uniforme perpendicular ao plano da figura, descrevendo as trajetórias circulares indicadas. Podemos afirmar que:



- A Os íons são cargas negativas;
- B A partícula II possui a maior massa;
- C As partículas atingem a placa ao mesmo tempo;
- D A aceleração sobre as partículas é na mesma direção da velocidade.

**Comentários:** Esta questão avalia se os alunos conseguem estabelecer uma relação entre a força magnética e os parâmetros de um movimento circular uniforme, relacionando as grandezas da partícula com o raio e a trajetória descritas. A alternativa “D” aponta o erro do aluno que ainda não compreendeu que a velocidade é sempre perpendicular à aceleração. Já a alternativa “A” indica o erro do aluno que ainda não entendeu a regra do tapa.



## PARA CASA

No final da aula, o professor deve informar aos alunos que uma lista de exercícios será enviada após a aula 3, momento em que o conteúdo do bloco estará completo. Além disso, é recomendável que os alunos assistam ao vídeo "**Como é feito um ímã**" do canal **Manual do Mundo** antes da próxima aula. Esse vídeo é crucial para a discussão do segundo problema aberto que será apresentado na próxima aula, pois aborda a criação de ímãs artificiais. Assistir ao vídeo previamente facilitará um debate mais rico e produtivo sobre o tema.

*Vídeo 02 - COMO É FEITO UMA IMÃ?*



[Watch on YouTube](#)

[Link para o vídeo.](#)

YouTube



Excelente

## AULA 03: Controlando o magnetismo. A geração de campo magnético com os eletroímãs.

### Objetivos da aula

- Relacionar corrente elétrica em um fio condutor com a geração de um campo magnético (Lei de Ampère);
- Aplicar a regra da mão direita para determinar a direção e sentido do campo magnético gerado por um fio condutor;
- Entender a construção e confecção de um eletroímã;
- Relacionar a utilização de eletroímãs em aplicações do cotidiano;
- Obter um feedback do processo de aprendizagem por meio dos testes conceituais e a socialização entre os alunos.

## Conteúdos Abordados

- Geração de campo magnético;
- Regra da mão direita envolvente;
- Campo magnético em eletroímãs;
- Aplicação de eletroímãs no cotidiano.

## Recursos Didáticos

- Computador;
- Televisão ou projetor multimídia;
- Caneta e quadro;
- Materiais experimentais relacionados.

**Tempo de aula previsto: 1 hora e 40 minutos (2 Aulas)**



## Procedimentos em aula

O professor deve iniciar essa aula apresentando um segundo problema aberto que aborde a criação de um "ímã poderoso". O objetivo é relacionar os conhecimentos adquiridos na aula anterior e promover uma discussão fundamentada no vídeo assistido pelos alunos em casa. Para iniciar essa discussão, o professor pode lançar a seguinte problematização:

**Situação Problema 02:** Como poderíamos obter um imã potente com os materiais coletados?

Após a discussão conduzida pelo professor com participação dos alunos, deve-se mostrar em aula para os alunos o vídeo (03) “Criando um imã” para mostrar qual foi o desfecho que o personagem principal da série arrumou para resolver essa mesma situação problema.

*Vídeo 03 - Criando um imã | DR. STONE (Dublado)*



YouTube



**Comentários:** Após o vídeo, é essencial que o professor destaque a parte fictícia da série, focando nos elementos utilizados pelo personagem para a confecção do "superimã". É fundamental ressaltar que o personagem utiliza barras de ferro, um material ferromagnético, enroladas por fios condutores em forma de espiral. Além disso, o efeito da descarga elétrica causada pelo raio é utilizado como uma fonte de tensão alta, que, após a descarga, possibilita a produção do **imã artificial**. O professor deve sempre utilizar o vídeo do Manual do Mundo como referência, fazendo as comparações necessárias. Se desejar, o professor também pode abordar o **fenômeno das pontas**, utilizado pelo personagem para atrair o raio até a barra de ferro, conforme mostrado no vídeo.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA V

Após o vídeo e a discussão, é essencial fundamentar em uma parte expositiva todos os conceitos necessários para a criação de um eletroímã e a geração de um campo magnético. Recomenda-se que o professor utilize uma apresentação de slides, abordando os seguintes tópicos:

- Campo magnético gerado por um fio retilíneo muito longo (infinito);
- Regra da mão direita envolvente (para determinar a direção e sentido das linhas de campo);
- Campo magnético gerado por uma espira circular;
- Campo magnético gerado por bobinas chatas e solenoides.

Finalizado as explicações da parte expositiva o professor irá chamar a turma para uma demonstração investigativa afim de juntar os conceitos trabalhados na aula da criação de um eletroímã e sua aplicação na constituição de um **motor elétrico**.

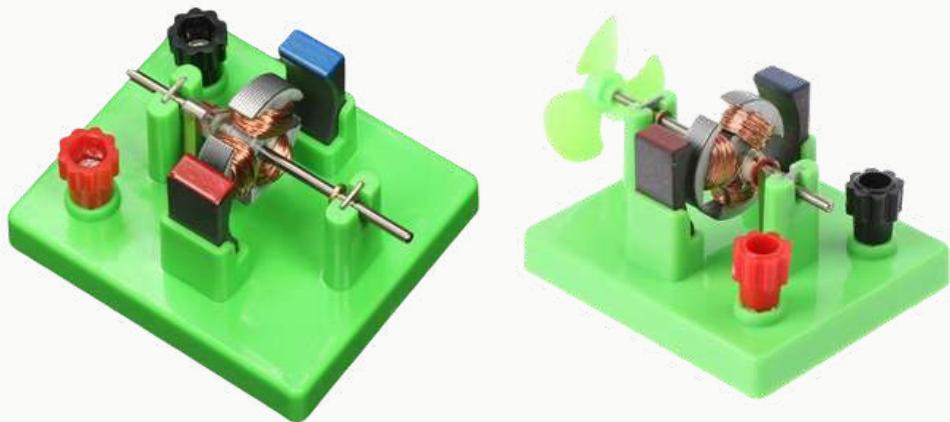
## DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA 04 – A FORÇA DE UM ELETROÍMÃ

Para essa demonstração, o professor apresentará aos alunos um protótipo de motor elétrico em funcionamento. No trabalho, utilizou-se um protótipo didático (Figura 11), que pode ser facilmente encontrado na internet para compra, com um custo inferior a R\$ 40,00, incluindo o frete. Caso o professor deseje montar um motor para demonstração de baixo custo, deixarei em anexo um trabalho que mostra o passo a passo de como fazer essa construção.

DE CASTRO MONTEIRO, Isabel Cristina et al. **As atividades de uma demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 2, p. 371-384, 2010.



*FIGURA 11 - Motor elétrico didático de corrente contínua.*



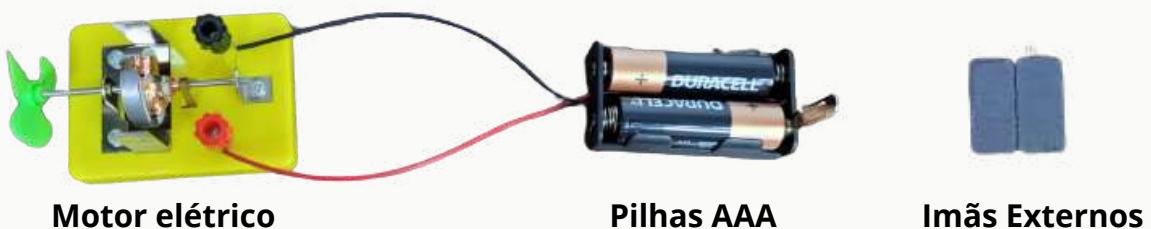
#### **KIT EXPERIMENTAL:**

- 1x suporte do motor com as bobinas e plugues;
- 2x imãs (externos) em barra;
- 1x suporte para pilhas AAA;
- 2x pilhas AAA;
- 1x multímetro digital;
- 1x fios para conexão entre as pilhas e a bobina.

#### **APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO:**

- 1) Inicie o experimento apresentando os componentes (Figura 12) que serão utilizados para o funcionamento do motor elétrico. Observe que, inicialmente, as bobinas (eletroímãs) não apresentam magnetismo.

*FIGURA 12 - Componentes que serão utilizados na demonstração do motor elétrico*



2) Utilize o multímetro configurado como **voltímetro** para demonstrar aos alunos que, quando as chaves estão abertas ou não há pilhas conectadas ao circuito, não há tensão chegando nos terminais da bobina (Figura 13).

*FIGURA 13 - Voltímetro marcando zero quando o circuito está aberto.*



3) Antes de **Fechar a chave ou conecte as pilhas**, faça a seguinte pergunta para os alunos:

- O que acontece se conectarmos as pilhas na bobina sem chegar perto os imãs externos?

Feche o circuito e utilize o voltímetro para mostrar aos alunos que agora há tensão chegando nos terminais da bobina (Figura 14). Comprove que, agora, há um campo magnético sendo gerado, utilizando um clipe de papel ou o próprio imã externo para isso.

*FIGURA 14 - Voltímetro indicando que há tensão com o circuito fechado.*

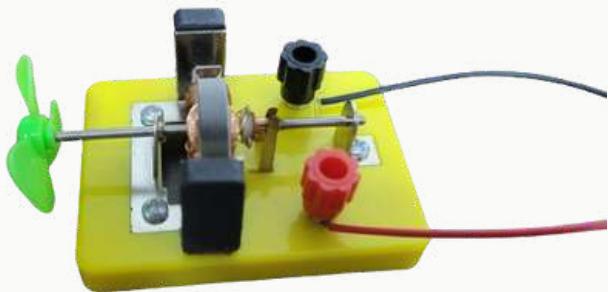


**Comentários:** Essa pergunta é feita para identificar se os alunos conseguem perceber que a única coisa que ocorrerá ao ligar as pilhas no circuito será a **geração de um campo magnético por parte da bobina** e que, somente com isso, a hélice não irá girar. Deixe os alunos pensando um pouco antes de ligar o circuito, instigando-os a raciocinar sobre isso.

4) Após ficar comprovado que a hélice não girou somente com a conexão das pilhas, faça a seguinte pergunta aos alunos:

- O que acontece se eu chegar próximo os imãs externos? Posso colocá-los de qualquer jeito?

*FIGURA 15 - Imãs externos sendo colocado com polos iguais entre a bobina.*



**Comentários:** Essa pergunta é feita para levar os alunos a pensarem que há necessidade de um **campo magnético externo** para fazer com que a hélice se movimente. A princípio, o professor pode colocar os imãs com os polos iguais virados, mostrando que, dessa forma, a hélice ainda não irá girar (Figura 15). Será necessário que os polos estejam em uma configuração correta, com polos opostos em cada face.

5) Mostre para os alunos que, na região da bobina, devem se formar linhas de campo que saem do polo norte de uma das faces do imã e vão em direção ao polo sul do outro imã. Enfatize que, no caso de polos iguais sendo colocados na face, o campo externo na região da bobina é anulado. Coloque os imãs na configuração correta e, então, mostre que a hélice começará a girar (Figura 16).

FIGURA 16 - Hélice girando devido ao campo magnético externo.



6) Para finalizar a demonstração, faça a seguinte pergunta aos alunos:

- O que acontece se eu inverter os polos da bateria? E se eu inverter o sentido dos imãs externos?

Essa pergunta é feita para fazer o aluno pensar que, realizando qualquer uma dessas duas ações, o **sentido de giro da hélice** irá mudar (Figura 17). Após ouvir a opinião dos alunos, realize essas ações para comprovar experimentalmente que isso acontece. O professor pode fazer uma relação com os ventiladores de teto, que possuem inversão do sentido de rotação. Pode ser explicado para os alunos que o ventilador altera a direção do torque exercido pelo motor e, portanto, a direção do movimento do ar. Isso é conseguido por meio do interruptor de reversão, que altera a polaridade da corrente elétrica que chega ao motor do ventilador, fazendo com que ele gire na direção desejada.

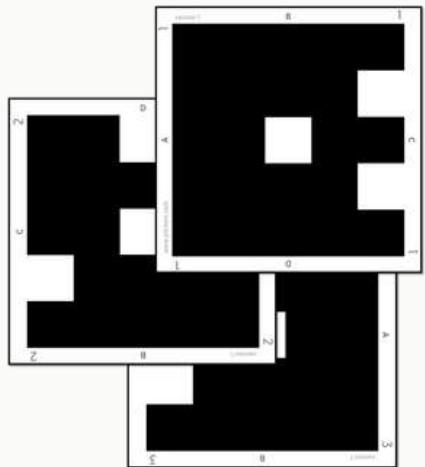
FIGURA 17 - Hélice alternando o sentido de giro.



## Avaliação da aula

No final da aula, afim de avaliar se os conceitos foram assimilados de forma satisfatória pelos alunos, iremos utilizar o aplicativo **Plickers** em conjunto com testes conceituais baseados no método do **Peer Instruction** para ter um feedback imediato e fazer as intervenções necessárias.

FIGURA 18 - QR codes utilizados pelo aplicativo Plickers.



Para finalizar o bloco 02, serão aplicados mais três testes conceituais, deixo abaixo exemplos de testes que podem ser aplicados:

### TESTE CONCEITUAL - 04

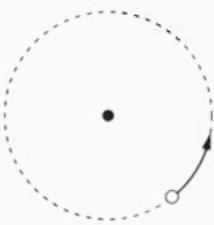
Com relação a eletroímãs é **INCORRETO** afirmar que

- A só há ação magnética enquanto nele circula corrente elétrica;
- B se aumentarmos a corrente elétrica aumentamos sua magnetização.
- C sua polaridade pode ser invertida, bastando inverter o sentido da corrente elétrica;
- D quanto mais longe estivermos dele, maior será o campo magnético.

**Comentários:** Essa questão traz como alternativas corretas as principais conclusões que foram trabalhadas na aula e nos experimentos de demonstração. Espera-se que, com o resultado dessa questão, enfatize algum ponto que o professor perceba que não foi bem compreendido pelos alunos.

## TESTE CONCEITUAL - 05

Considerando uma carga positiva, girando no plano da folha em uma órbita circular, como mostra a figura, o vetor campo magnético criado no **centro do círculo por esse elétron** é representado por:



- a) b) c) d)

A

B

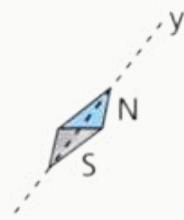
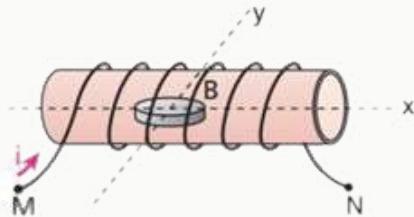
C

D

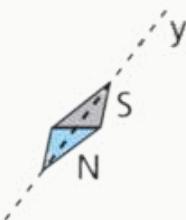
**Comentários:** Essa questão avalia se os alunos conseguem aplicar corretamente a **regra da mão direita envolvente**. Essa regra será essencial para o entendimento na próxima aula da Lei de Faraday; portanto, o professor deve garantir que a maioria dos alunos consiga aplicá-la corretamente.

## TESTE CONCEITUAL - 06

Foi enrolado um **fio de cobre** no canudo plástico e transparente. Dentro do canudo está uma bússola B. A posição em que a agulha se estabiliza quando estabelecemos no fio uma **corrente elétrica com sentido de M para N**, supondo **desprezível** o campo magnético terrestre, está mais bem representada na alternativa:



A



B



C

D

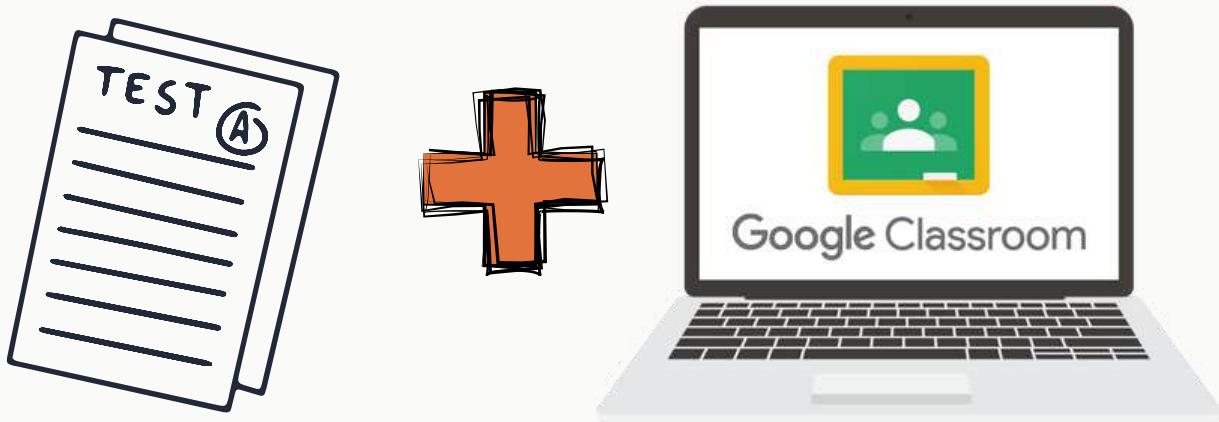
**Comentários:** Essa questão avalia se os alunos conseguem determinar as polaridades de um eletroímã, como uma solenoide, e identificar qual será o sentido das linhas de campo formado em seu interior. Os alunos que marcarem as alternativas “A” e “B” são alunos que precisam de atenção, visto que eles não foram capazes nem de determinar a direção do campo magnético. Os alunos que marcam a alternativa “C” pelo menos conseguem entender a direção, mas confundem seu sentido.



## PARA CASA

No final do bloco 2, deverá ser distribuída para os alunos uma lista de exercícios com questões de **vestibular** para praticar os conceitos trabalhados nas aulas. Essa lista deverá ter um prazo de entrega, a fim de motivar os alunos a realizá-la e também será pontuada dentro do planejamento do professor. A lista poderá ser entregue tanto fisicamente quanto de forma remota, utilizando a plataforma de escolha do professor. Recomendo a criação e utilização de um Google Classroom para isso. A segunda lista contemplará apenas questões relacionadas ao conteúdo de **força magnética em partículas e fios**, visto que seu conteúdo é mais extenso. A parte de geração de campo magnético será abordada em conjunto com a próxima parte da matéria.

*FIGURA 19 - Disponibilização das listas e respostas pelo Google Classroom*



Deixarei em **anexo** no final do bloco o modelo da lista de exercício utilizado, o link para o vídeo resolução e o link com a recomendação de apresentação (slides) no CANVAS para a a aplicação.

# BLOCO 02

## ANEXOS



Nome: \_\_\_\_\_

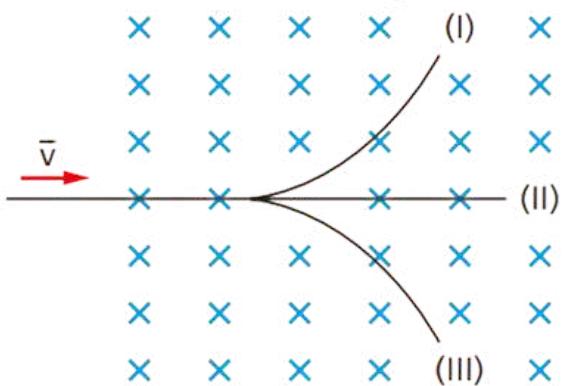
Data: \_\_\_\_\_



## Lista 02 - Força Magnética



- 1) Um feixe composto por nêutrons, prótons e elétrons penetra em uma região onde há campo magnético perpendicular à direção inicial do feixe, como indicado na figura.

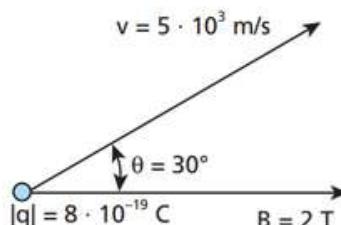


As três componentes, I, II e III, em que o feixe se subdivide correspondem respectivamente a:

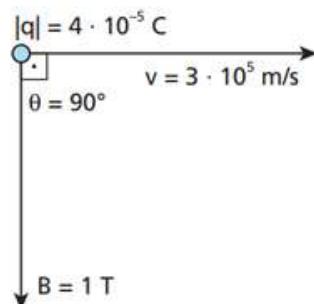
- a) elétrons, prótons e nêutrons.
- b) nêutrons, elétrons e prótons.
- c) prótons, elétrons e nêutrons.
- d) elétrons, nêutrons e prótons.
- e) prótons, nêutrons e elétrons.

- 2) Calcule o módulo da força magnética atuante na partícula em cada caso:

a)



b)



3) Uma tecnologia capaz de fornecer altas energias para partículas elementares pode ser encontrada nos aceleradores de partículas, como, por exemplo, nos ciclotrons. O princípio básico dessa tecnologia consiste no movimento de partículas eletricamente carregadas submetidas a um campo magnético perpendicular à sua trajetória. Um ciclotron foi construído de maneira a utilizar um campo magnético uniforme,  $B$ , de módulo constante igual a 1,6 T, capaz de gerar uma força magnética,  $F$ , sempre perpendicular à velocidade da partícula. Considere que esse campo magnético, ao atuar sobre uma partícula positiva de massa igual a  $1,7 \times 10^{-27}$  kg e carga igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  C, faça com que a partícula se movimente em uma trajetória que, a cada volta, pode ser considerada circular e uniforme, com velocidade igual a  $3,0 \times 10^4$  m/s. Nessas condições, o raio dessa trajetória circular seria aproximadamente

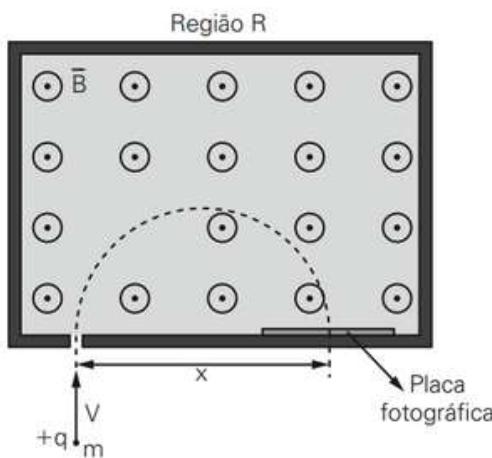
- a)  $1 \cdot 10^{-4}$  m.
- b)  $2 \cdot 10^{-4}$  m.
- c)  $3 \cdot 10^{-4}$  m.
- d)  $4 \cdot 10^{-4}$  m.
- e)  $5 \cdot 10^{-4}$  m.

4)

Espectrometria de massas é uma técnica instrumental que envolve o estudo, na fase gasosa, de moléculas ionizadas, com diversos objetivos, dentre os quais a determinação da massa dessas moléculas. O espectrômetro de massas é o instrumento utilizado na aplicação dessa técnica.

(www.em.iqm.unicamp.br. Adaptado.)

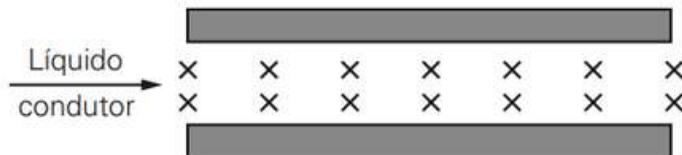
A figura representa a trajetória semicircular de uma molécula de massa  $m$  ionizada com carga  $+q$  e velocidade escalar  $V$ , quando penetra numa região  $R$  de um espectrômetro de massa. Nessa região atua um campo magnético uniforme perpendicular ao plano da figura, com sentido para fora dela, representado pelo símbolo  $\odot$ . A molécula atinge uma placa fotográfica, onde deixa uma marca situada a uma distância  $x$  do ponto de entrada.



Considerando as informações do enunciado e da figura, é correto afirmar que a massa da molécula é igual a

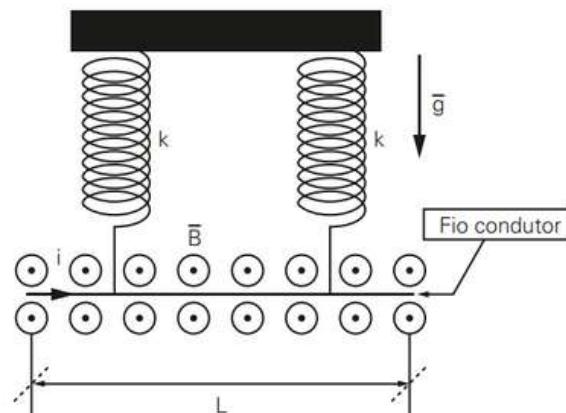
- a)  $\frac{q \cdot V \cdot B \cdot x}{2}$   
 b)  $\frac{2 \cdot q \cdot B}{V \cdot x}$   
 c)  $\frac{q \cdot B}{2 \cdot V \cdot x}$   
 d)  $\frac{q \cdot x}{2 \cdot B \cdot V}$   
 e)  $\frac{q \cdot B \cdot x}{2 \cdot V}$

5) Um líquido condutor (metal fundido) flui no interior de duas chapas metálicas paralelas, interdistantes de 2,0 cm, formando um capacitor plano, conforme a figura. Toda essa região interna está submetida a um campo homogêneo de indução magnética de 0,01 T, paralelo aos planos das chapas, atuando perpendicularmente à direção da velocidade do escoamento. Assinale a opção com o módulo dessa velocidade quando a diferença de potencial medida entre as placas for de 0,40 mV.



- a) 2 cm/s  
 b) 3 cm/s  
 c) 1 m/s  
 d) 2 m/s  
 e) 5 m/s

6) A figura abaixo representa um fio condutor homogêneo rígido, de comprimento  $L$  e massa  $M$ , que está em um local onde a aceleração da gravidade tem intensidade  $g$ . O fio é sustentado por duas molas ideais, iguais, isolantes e, cada uma, de constante elástica  $k$ . O fio condutor está imerso em um campo magnético uniforme de intensidade  $B$  perpendicular ao plano da página e saindo dela, que age sobre o condutor, mas não sobre as molas. Uma corrente elétrica  $i$  passa pelo condutor e, após o equilíbrio do sistema, cada mola apresentará uma deformação de:



Desenho ilustrativo – fora de escala

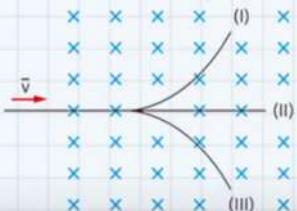
- a)  $\frac{Mg + 2k}{BiL}$   
 b)  $\frac{BiL}{Mg + 2k}$   
 c)  $\frac{k}{2(Mg + BiL)}$   
 d)  $\frac{Mg + BiL}{2k}$   
 e)  $\frac{2k + BiL}{Mg}$

Gabarito:  
 1) E  
 2.a)  $F_m = 4 \cdot 10^{-15} \text{ N}$   
 2.b)  $F_m = 12 \text{ N}$   
 3) B  
 4) E  
 5) D  
 6) D



# GABARITO COMENTADO EM VÍDEO - LISTA 02

1) Um feixe composto por nêutrons, prótons e elétrons penetra em uma região onde há campo magnético perpendicular à direção inicial do feixe, como indicado na figura.



As três componentes, I, II e III, em que o feixe se subdivide correspondem respectivamente a:

- a) elétrons, prótons e nêutrons.
- b) nêutrons, elétrons e prótons.
- c) prótons, elétrons e nêutrons.
- d) elétrons, nêutrons e prótons.
- e) prótons, nêutrons e elétrons.

**Link do vídeo:**



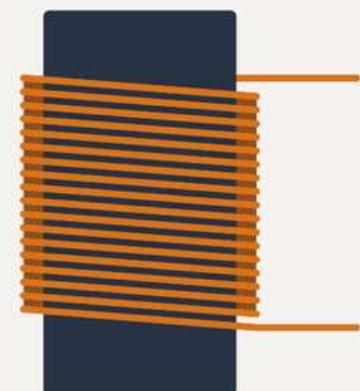
 **Drive**

Link: <https://drive.google.com/drive/folders/12GmTbqhJMneH227sAptGKKMtAzpAY8O?usp=sharing>



## APRESENTAÇÃO DE SLIDES - BLOCO 02

 @professormoll



**BLOCO 2: FORÇA E GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO**

## ELETROMAGNETISMO

**Prof. Pedro Moll - Física**



**Link da apresentação em CANVA:**



# BLOCO 03



**INDUÇÃO,  
ELETROMAGNÉTICA  
E GERAÇÃO DE  
ENERGIA**

# AULA 04: Fechando a equação, do magnetismo para a eletricidade. Um curioso chamado Faraday.

## Objetivos da aula

- Relacionar a relação entre a variação do campo magnético em uma espira com a geração de energia elétrica;
- Compreender a Lei da indução eletromagnética (Lei de Faraday-Lenz);
- Relacionar a lei de indução eletromagnética com a geração de energia elétrica;
- Instigar o processo de argumentação e hipóteses de cunho investigativos por meio de experimentos demonstrativos;
- Consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo dos tópicos de eletromagnetismo por meio de uma atividade de desenvolvimento da linguagem científica e criatividade.

## Conteúdos Abordados

- Fluxo Magnético;
- Lei da Indução Eletromagnética;
- Geradores Mecânicos de Eletricidade.

## Recursos Didáticos

- Computador;
- Televisão ou projetor multimídia;
- Caneta e quadro;
- Materiais experimentais relacionados.

**Tempo de aula previsto: 1 hora e 40 minutos (2 Aulas)**



## Procedimentos em aula

## **DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA 05 - O ANEL SALTITANTE**

O professor começará a aula realizando uma demonstração que mostra o fenômeno da **indução eletromagnética** de uma maneira muito visual e atrativa para os alunos. Para isso, será usado um experimento chamado "**Anel de Thomson**", que consiste basicamente em uma bobina feita com muitas voltas de fios de cobre esmaltados acoplada a um núcleo de ferro, um interruptor, dois anéis de alumínio (um fechado e um aberto) e uma conexão de tomada, conforme mostra a Figura 20:

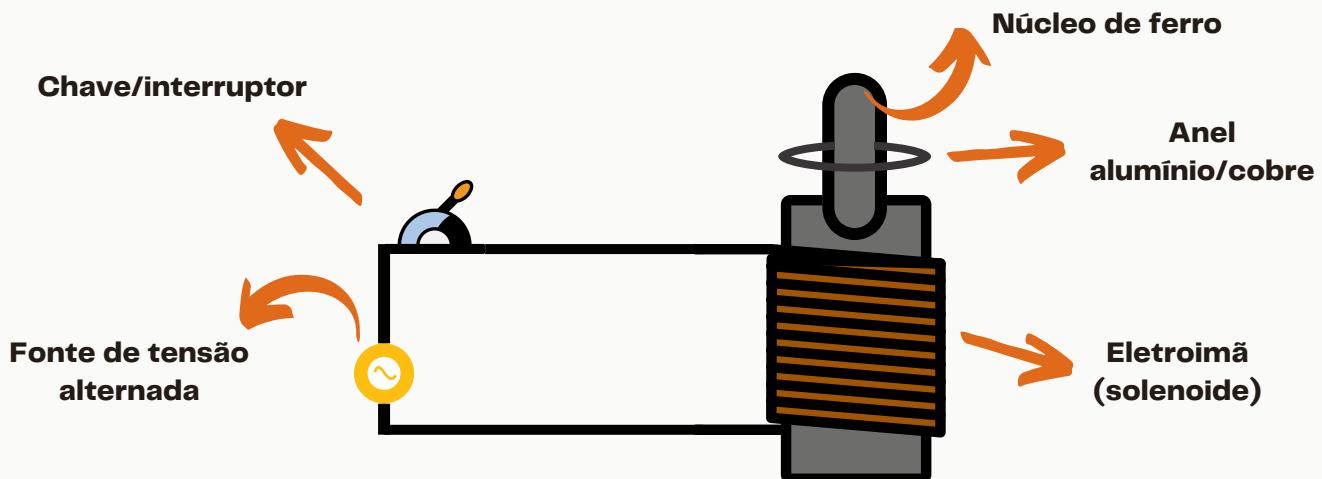
FIGURA 20 - Componentes utilizados para realização do experimento do anel de Thomson.



**IMPORTANTE:** O ideal seria usar um **regulador de tensão** e não conectar a bobina diretamente na tomada, uma vez que a resistência elétrica da bobina é muito baixa, e ligá-la a uma rede de 127 V resultaria em uma corrente elétrica muito alta. Caso o professor não tenha acesso a nenhuma forma de controlar a tensão, recomendo que o uso seja rápido e que o interruptor utilizado consiga suportar altas correntes. **NUNCA LIGUE NA TOMADA POR MUITO TEMPO SEM O AUXÍLIO DE UM INTERRUPTOR.**

O esquema de como deve ser a montagem do experimento está representado na Figura 21. Deixarei abaixo um artigo que faz uma explicação mais detalhada qualitativamente e de aspectos físicos do experimento, intitulado “**Explicação qualitativa do “anel de Thomson”. Como ocorre a “levitação magnética”?**”

FIGURA 21 - Esquema da montagem do experimento do anel de Thomson



SILVEIRA, Fernando Lang da; AXT, Rolando. **Explicação qualitativa do "anel de Thomson": como ocorre a "levitação magnética"?**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, p. 81-85, 2003.



## APLICAÇÃO DO EXPERIMENTO:

- 1) Comece relembrando aos alunos o que é um eletroímã, sem explicar o que irá acontecer no experimento (o elemento surpresa do anel pulando faz parte do 'show'). Antes de ligar o interruptor, mostre aos alunos o anel de alumínio e enfatize que o alumínio não está magnetizado e nem mesmo é um material ferromagnético (use um ímã para mostrar que o alumínio não é atraído por ele).
- 2) Coloque o anel de alumínio fechado no núcleo de ferro e aperte o interruptor. Os alunos serão surpreendidos pelo 'anel saltitante', como mostra a Figura 22:

FIGURA 22 - Experimento do anel de Thomson sendo realizado com as etapas do "salto" do anel.



- 3) Após a realização do experimento, o professor deve iniciar uma discussão entre os alunos para permitir que eles elaborem hipóteses sobre o que aconteceu com o anel para que ele seja "expelido" do núcleo de ferro. Use as seguintes perguntas para auxiliar a discussão:

- Por que o anel fechado é expelido ao ligar a bobina?
- Qual força está causando o movimento do anel?

**Comentários:** O fenômeno da indução eletromagnética não é muito trivial de ser explicado. No entanto, essa demonstração procura verificar se os alunos conseguem associar alguns conceitos previamente discutidos nas aulas passadas com a ação presenciada por eles no experimento. Espera-se que os alunos consigam relacionar termos como **"Força Magnética,"** **"Corrente Elétrica,"** e **"Geração de Campo Magnético"** na tentativa de elaborar alguma explicação para o salto do anel.

4) Finalizada a discussão, o professor deve agora tentar repetir o experimento utilizando o anel "aberto". Após pressionar o interruptor, os alunos verão que o anel não apresentará nenhuma mudança no seu comportamento. Após essa constatação, o professor deve fazer a seguinte pergunta:

- Por que no anel aberto o mesmo fenômeno não acontece?

**Comentários:** Após a realização dessa etapa, os alunos mais atentos podem perceber que se, com o anel fechado, houve de alguma forma uma repulsão e no anel aberto não, isso pode estar relacionado com o fluxo de corrente elétrica sendo gerado em um dos anéis. Isso se deve ao fato de que, para haver fluxo de corrente, é necessário ter um **caminho fechado**.

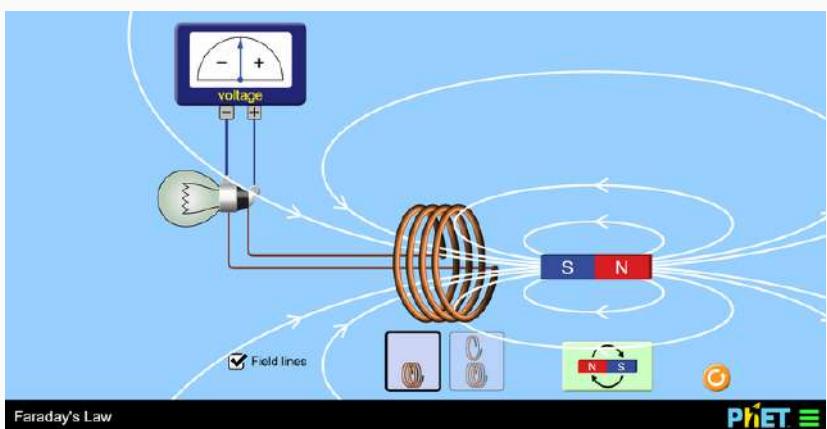
## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA VI

Após a realização do experimento, é fundamental realizar uma parte expositiva para explicar todos os conceitos necessários para que o aluno comprehenda o fenômeno observado durante a experimentação. Além disso, é importante introduzir a **lei de indução eletromagnética** aos alunos. Para isso, recomenda-se que o professor utilize uma apresentação de slides, abordando os seguintes tópicos:

- Fluxo do campo magnético;
- Indução Eletromagnética;
- Formas de variar o fluxo magnético (Variar o campo, variar a área, variar o ângulo);
- Lei de Faraday-Lenz.

Durante a explicação recomenda-se ao professor usar a **simulação do PhET** (Figura 23) para demonstrar a Lei de Faraday de forma mais visual para os alunos.

FIGURA 23 - Simulação da Lei de Faraday utilizando o simulador PhET da Universidade do Colorado.



Após finalizar as explicações, o professor deve enfatizar que agora possuímos todos os recursos e conhecimentos necessários para colocar em prática a proposta feita no primeiro dia de aula, que é a geração de energia elétrica. Mostre aos alunos a resolução desse problema pelos personagens da série. O episódio de referência é o episódio 09 da primeira temporada, intitulado 'Faça-se a luz da ciência', disponível na plataforma de streaming Crunchyroll ou em alguns vídeos no YouTube.

FIGURA 23 - Episódio 09 - Faça-se a luz da ciência do anime Dr. Stone



E9 - Faça-se a luz da ciência, Crunchyroll. Disponível em: <<https://www.crunchyroll.com/pt-br/watch/GR4PKJ4VY/stone-road?modal=restricted>>. Acesso em 17 de outubro de 2023.



Use principalmente a parte final do episódio que mostra o personagem principal utilizando o gerador construído usando os recursos obtidos para poder ascender um filamento de bambu e gerar luz.

## Avaliação da aula

O professor deve reservar entre trinta e quarenta minutos no final da aula para uma **atividade em grupo**. O professor fornecerá aos alunos cenas do mangá de Dr. Stone com as falas apagadas (Figura 24) para que, em conjunto com os colegas, completem as falas com criatividade, tentando utilizar **conceitos e linguagens** relacionados à matéria. É recomendado que os grupos tenham no máximo 6 alunos, e cada grupo pode receber uma parte da história para completar.

*FIGURA 24 - Exemplo de cena do mangá de Dr. Stone para ser utilizado na atividade.*



INAGAKI, Riichiro; BOICHI. Dr. Stone V.3 – Barueri, SP : Panini Brasil, 2019.

Os capítulos do mangá recomendados para uso estão todos presentes no **volume 03**. O professor poderá escolher quais partes deseja que os alunos completem e apagar as falas dos personagens, seguindo o exemplo da Figura 24. Recomendo os seguintes capítulos:

### Capítulo Z = 20 - “Caminho de Pedra”

Esse capítulo contém a aparição de **ímãs** na série e uma parte que mostra o funcionamento de uma **bússola**. Se forem utilizadas as cenas desse capítulo no trabalho, espera-se que os alunos consigam utilizar termos como "Campo Magnético," "Ímãs," "Magnetismo Terrestre," "Polos Magnéticos," e "Bússola," por exemplo.

## Capítulo Z = 24 - “Eletricidade, Raio, Pedra e Fogo”

Nesse capítulo, os personagens, após obterem o ferro, buscam produzir um **ímã artificial** a partir de fios de cobre enrolados na barra de ferro (um ímã poderoso), usando a descarga elétrica de um raio. Se forem utilizadas cenas desse capítulo, espera-se que os alunos consigam completar os balões que faltam e utilizar termos como "Bobina," "Solenoide," "Geração de Campo Magnético," "Eletroímãs," "Poder das Pontas," "Lei de Ampère," "Corrente Elétrica," "Descarga Elétrica," etc."

## Capítulo Z = 25 - “A luz da ciências em minhas mãos”

Nesse capítulo, o personagem irá utilizar os imãs criados e os materiais coletados para construir um **gerador elétrico** para ascender um filamento de bambu. Esse é o principal capítulo a ser utilizado, pois é o desfecho da série. Espera-se que os alunos utilizem termos como: "Indução eletromagnética", "Campo magnético Induzido", "Lei de Faraday", "Eletroímãs", "Bobinas", "Rotação", "Fluxo magnético", etc.



### PARA CASA

Após a aula, o professor deve pedir aos alunos que assistam ao vídeo '**Entramos nas TURBINAS de ITAIPU!**' do canal **MANUAL DO MUNDO**, que mostra um pouco sobre a usina de Itaipu. Nessa visita, são apresentadas as turbinas e como ocorre a conversão de energia potencial gravitacional em energia elétrica, usando como base o princípio estudado na aula sobre a lei da indução eletromagnética. O vídeo é interessante para os alunos entenderem a importância desse fenômeno para a humanidade.

*Vídeo 04 - Entramos nas TURBINAS de ITAIPU!*



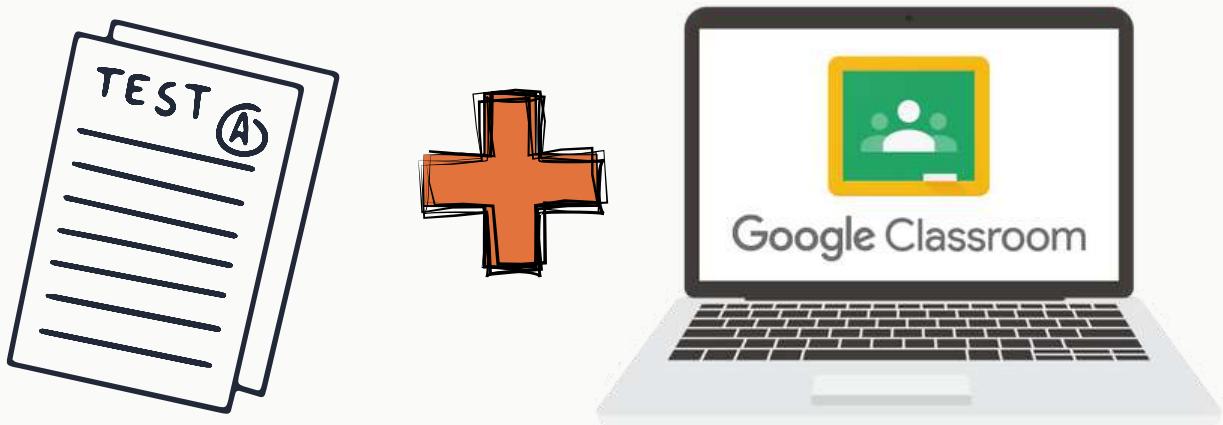
[Link do vídeo](#)

YouTube



No final do bloco 3, também deverá ser distribuído para os alunos uma **lista de exercícios** com questões de **vestibular** para treinar os conceitos trabalhados na aulas. Essa lista deverá ter um prazo de entrega para motivar os alunos a sua realização, sendo também pontuada dentro do planejamento do professor. A lista poderá ser entregue tanto fisicamente, quanto de forma remota, utilizando a plataforma de escolha do professor, recomendando a criação e utilização de um **Google Classroom** para isso. A terceira lista irá contemplar os conteúdos de **geração de campo magnético por fios e espiras** e a parte de **indução eletromagnética**.

*FIGURA 25 - Disponibilização das listas e respostas pelo Google Classroom*



O professor nesse ponto chegará ao fim das suas apresentações e tarefas em sala de aula, a próxima aula será a apresentação do projeto da **OFICINA DE CRIAÇÃO DO REINO DA CIÊNCIA**, que será explicada no próximo capítulo.

## Google Forms

O professor deverá enviar para casa também o mesmo questionário que foi utilizado no início da primeira aula para coletar os **conhecimentos prévios** dos alunos. É recomendado que o questionário seja enviado por meio de um formulário como o **Google Forms**. O objetivo desse questionário final (igual ao primeiro) é o professor avaliar a comparação das respostas dos alunos do início da aplicação com os aluno no final da aplicação.

# BLOCO 03

## ANEXOS



Nome: \_\_\_\_\_

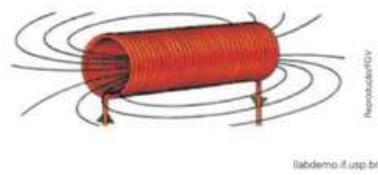
Data : \_\_\_\_\_



## Lista 03 - Geração de Campo Magnético e Indução Eletromagnética



- 1) As figuras representam dois exemplos de solenoides, dispositivos que consistem em um fio condutor enrolado. Tal enrolamento pode se dar em torno de um núcleo feito de algum material ou, simplesmente, no ar. Cada volta de fio é denominada espira.



A passagem de uma corrente elétrica através desse fio cria, no interior do solenoide, um campo magnético cuja intensidade

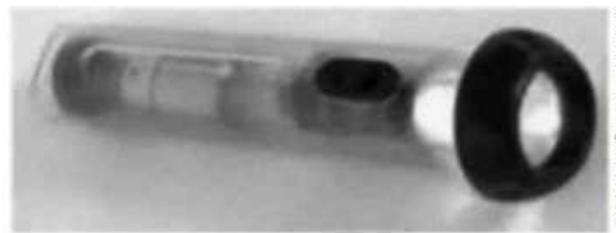
- a) é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade da corrente elétrica e ao comprimento do solenoide.
- b) é diretamente proporcional à densidade das espiras, ou seja, ao número de espiras por unidade de comprimento.
- c) é diretamente proporcional ao número total de espiras do solenoide e ao seu comprimento.
- d) independe da distância entre as espiras, mas depende do material de que é feito o núcleo.
- e) é a maior possível quando o material componente do núcleo é diamagnético ou paramagnético.

- 2) Uma espira circular de raio  $R = 20\text{ cm}$  é percorrida por uma corrente  $i = 40\text{ A}$ . Sabe-se que o meio onde a espira se encontra tem permeabilidade absoluta  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ T.m/A}$ .

- a) Calcule a intensidade do vetor indução magnética no centro O da espira.

- b) Considerando uma partícula eletrizada com carga  $q = 2\text{ }\mu\text{C}$  deslocando-se ao longo de um diâmetro da espira, calcule a intensidade da força magnética que atuará nessa partícula ao passar por O, sabendo que sua velocidade, nesse ponto, vale  $1000\text{ m/s}$ .

- 3) A foto mostra uma lanterna sem pilhas, recentemente lançada no mercado. Ela funciona transformando em energia elétrica a energia cinética que lhe é fornecida pelo usuário – para isso ele deve agitá-la fortemente na direção do seu comprimento. Como o interior dessa lanterna é visível, pode-se ver como funciona: ao agitá-la, o usuário faz um ímã cilíndrico atravessar uma bobina para frente e para trás. O movimento do ímã através da bobina faz aparecer nela uma corrente induzida que percorre e acende a lâmpada

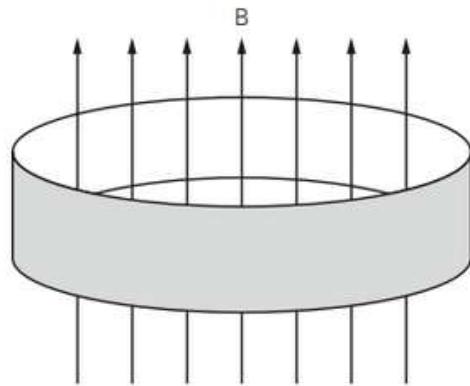


REPRODUÇÃO/INIFESP, 2007

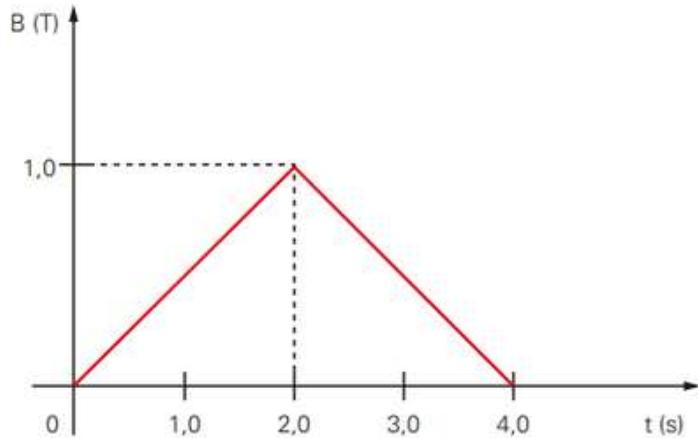
O princípio físico em que se baseia essa lanterna e a corrente induzida na bobina são, respectivamente:

- a) indução eletromagnética; corrente alternada.
- b) indução eletromagnética; corrente contínua.
- c) lei de Coulomb; corrente contínua.
- d) lei de Coulomb; corrente alternada.
- e) lei de Ampère; correntes alternada ou contínua podem ser induzidas

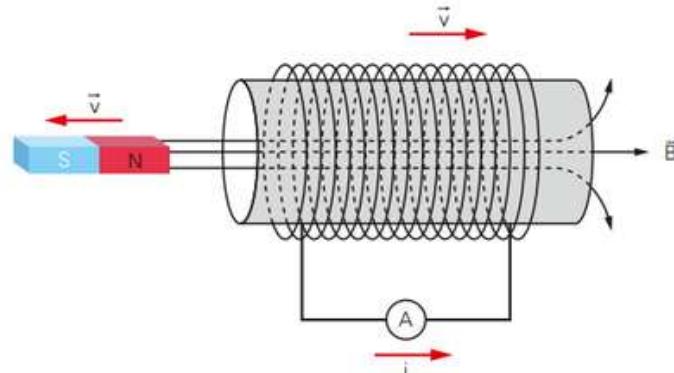
- 4) O fluxo magnético através do anel da figura é  $37 \times 10^{-3}$  Wb. Quando a corrente que produz este fluxo é interrompida, o fluxo cai a zero no intervalo de tempo de 1,0 ms. Determine a intensidade da **força eletromotriz média** induzida no anel, em volts.



- 5) O gráfico mostra a dependência com o tempo de um campo magnético espacialmente uniforme que atravessa uma espira quadrada de 10 cm de lado. Sabe-se que a resistência elétrica do fio, do qual é formada a espira, é 0,2 ohm. Calcule a **corrente elétrica induzida na espira**, em mA, entre os instantes  $t = 0$  e  $t = 2,0$  s. .



- 6) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a  $v$ , induzindo uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- a) esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- b) direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- c) esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- d) direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- e) esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

**Gabarito:**

- 1) B
- 2.a)  $B = 4\pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- 2.b)  $F_m = 8\pi \cdot 10^{-8} \text{ N}$
- 3) A
- 4) 37 Volts
- 5) 25 mA
- 6) A



# GABARITO COMENTADO EM VÍDEO - LISTA 03

Diagram illustrating a physics problem. A horizontal bar of mass  $M$  and length  $L$  is suspended by two springs, each with stiffness  $k$ , from a fixed ceiling. A horizontal wire, labeled 'Fio condutor', passes below the bar. The bar is in equilibrium. The question asks for the tension in the wire.

Desenho ilustrativo - fora de escala

Options:

- $\frac{Mg + 2k}{BiL}$
- $\frac{BiL}{Mg + 2k}$
- $\frac{k}{2(Mg + BiL)}$
- $\frac{Mg + BiL}{2k}$
- $\frac{2k + BiL}{Mg}$

Link do vídeo:



Link: <https://drive.google.com/drive/folders/12GmTbqbjMneH227sAptGKKMtAzpAY8O?usp=sharing>



## APRESENTAÇÃO DE SLIDES - BLOCO 03

@professormoll



BLOCO 03: INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA E  
GERAÇÃO DE ENERGIA

## ELETROMAGNETISMO

Prof. Pedro Moll - Física



Link da apresentação em CANVA:



# OFICINA



DE CRIAÇÃO  
DO REINO  
DA CIÊNCIA

# AULA 05: Botando a mão na massa. A oficina de criação do Reino da ciência.

## Objetivos da aula

- Elucidar todos os conceitos trabalhados por meio de um processo de interação social e troca de informações e ideias pelos alunos;
- Esquematizar as ideias dos alunos dos processos que levam a produção de energia elétrica.
- Elaborar um manual e um experimento com o objetivo de acender um LED.

## Conteúdos Abordados

- Magnetismo
- Geração de campo magnético;
- Indução Eletromagnética.

## Recursos Didáticos

- Computador;
- Televisão ou projetor multimídia;
- Caneta e quadro;
- Materiais experimentais relacionados.

## Tempo de aula previsto: 1 hora e 40 minutos (2 Aulas)

Durante as aulas do bimestre, os alunos foram desenvolvendo os subsídios necessários para a culminância do problema inicial, que era: 'Se estivéssemos em um mundo de pedra, sem acesso a nenhuma tecnologia, só podendo contar com nossos conhecimentos e com os recursos que a natureza nos proporciona, como faríamos para produzir energia elétrica?' Ao longo do bimestre, a cada bloco finalizado, o professor pode adicionar 'materiais adquiridos' a um kit experimental que será distribuído para os alunos no final do bloco 03, como mostra a Figura 26:

FIGURA 26 - Kit experimental com os materiais para serem entregues aos alunos.



O professor poderá reunir os alunos em grupos e entregar o kit experimental, destacando o seguinte objetivo:

## OBJETIVO:

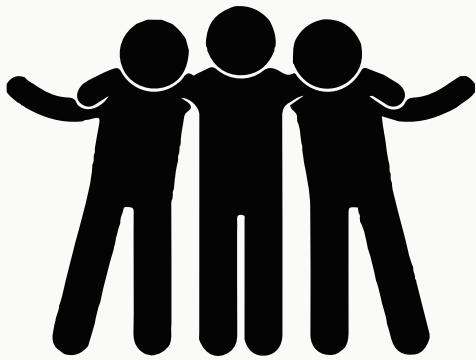
Com os materiais coletados, façam um planejamento com pesquisas, discussões e debates para confeccionar um dispositivo capaz de **ascender um LED**.

FIGURA 27 - *Objetivo da oficina de criação.*



Na aula, sintetize com os grupos a função de cada membro do grupo (Figura 28). Deixe claro para os alunos que este é um momento de criatividade e pesquisa, e que a organização deles contribuirá para o sucesso do projeto.

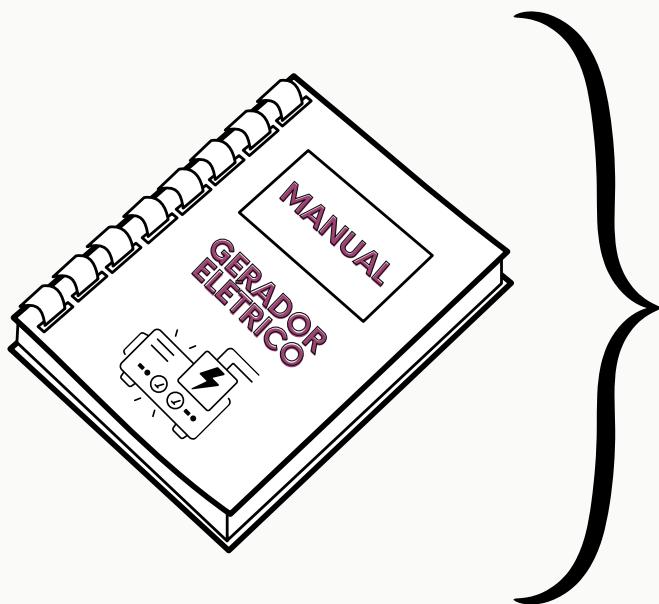
FIGURA 28 - *Divisão dos grupos*



- Realizar uma **pesquisa** para ver as possibilidades de como irão **construir** o gerador;
- Fazer uma **lista dos materiais** extras que vão precisar e um **esboço** de como será o gerador;
- **Dividir** as tarefas para cada integrante do grupo.

Além do aparato experimental, é de extrema importância o professor solicitar que os alunos criem um **Manual de Montagem do Gerador Elétrico** (Figura 29). Esse manual servirá como uma avaliação para o professor, especialmente para verificar se os alunos conseguiram aplicar as terminologias ensinadas durante o bimestre e compreenderam o processo de geração de energia elétrica

FIGURA 29 - Tópicos para a elaboração do manual do gerador elétrico.



- Instruções sobre o procedimento de **montagem experimental**;
- Instruções de como **utilizar o gerador** para acender o led;
- **Explicações técnicas** da física por trás do funcionamento do gerador.

Chegamos ao fim da nossa sequência de ensino investigativa. Marque com os alunos a apresentação dos resultados e avalie os manuais que eles entregaram, focando na utilização adequada de terminologias que se relacionem com os conceitos científicos trabalhados ao longo da sequência