



Ricardo Henrique Barroso Viana Kettenhuber



PRODUTO EDUCACIONAL

O PODER DO MAGNETISMO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

Material do Professor

Ricardo Henrique Barrozo Viana Kettenhuber

Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo

Rio Branco. Acre
2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Magneto parando os mísseis.....	10
Figura 2: Magneto é alvejado por tiros.	12
Figura 3: Magneto faz o guarda flutuar.....	13
Figura 4: O personagem movimenta as mãos para criar e manipular o campo magnético.....	14
Figura 5: Magneto movimenta uma moeda.....	14
Figura 6: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimenta no ar.....	14
Figura 7: Magneto utilizando seus poderes.....	14
Figura 8: Ímã retangular e cliques a distâncias diferentes.	17
Figura 9: Atração dos cliques pelo ímã.	18
Figura 10: Ímã atrai cliques.....	18
Figura 11: Limalha de ferro atraídas pelo ímã.....	19
Figura 12: Campo magnético formado pela limalha de ferro.....	20
Figura 13: Materiais para a construção da bússola.....	21
Figura 14: A - Bússola fechada, B - Bússola aberta.....	21
Figura 15: Bússola digital.	21
Figura 16: Interação entre os polos dos ímãs.....	22

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1:</u> Localização de cenas segundo o tempo.....	9
<u>Tabela 2:</u> Temas abordados na sequência didática.....	9
<u>Tabela 3:</u> Tabela para os alunos completarem.....	15

Súmario

APRESENTAÇÃO.....	6
1. Metodologia.....	7
1.1.Utilização de cenas de filmes.....	7
1.2.Aula 1. Elaboração de mapas conceituais.....	10
1.3.Aula 2. O magnetismo.....	11
1.4.Aula 3. Características dos imãs, interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos.....	27
1.5.. Aula 4. Construção de uma bússola artesanal em sala de aula.....	30
1.6. Aula 5. O Campo magnético. Indução magnética.....	31
1.7.Aula 6. Força magnética sobre uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético.....	36
1.8.Aula 7. Força magnética em um condutor retilíneo.....	40
1.9.Aula 8: Lei de Faraday e Lei de Lenz.....	43
1.10. Avaliação.....	47
Conclusão.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

O presente caderno contém uma sequência didática referente ao Magnetismo para o ensino médio. A proposta de trabalho consiste na utilização de alguns materiais didáticos como vídeos, mapas conceituais e experimentos, que podem ser utilizados como complemento às aulas.

Este produto educacional foi desenvolvido a partir de uma pesquisa para a dissertação do mestrado profissional do ensino de Física aplicado numa escola de ensino médio localizada no Distrito de Extrema, Rondônia.

Todas as atividades presentes na sequência didática foram elaboradas pelo autor e realizada em sala de aula, tendo como propósito buscar evidências que comprovassem a eficácia da pesquisa. A descrição e análise destas atividades você encontra no texto da dissertação “Uma proposta de sequência didática no ensino médio sobre eletromagnetismo”.

A metodologia foi baseada na pesquisa realizada tendo em consideração a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, sendo desenvolvidas durante nove encontros. O tema magnetismo foi escolhido por ser um conteúdo bastante abstrato e que os alunos têm contato no ensino fundamental tornando-se difícil a ligação entre conceito e os fenômenos. Sendo assim, torna-se necessário a interação com algo próximo a sua realidade, nesse itinerário podendo ser utilizados recursos didáticos como projetos, exercícios de aplicação, experimentos, mapas conceituais e cenas dos filmes *X-Men*.

Além do vídeo, a metodologia utiliza experimentos de fácil aquisição e produção, tais como: bússola caseira, manipulação de ímãs, materiais ferromagnéticos, atividades problematizadoras e desenvolvimento de projetos. Como forma de avaliação foi utilizada a participação dos alunos no desenvolvimento dos experimentos, a realização das problematizações e as atividades de reforço, a produção de mapas conceituais sobre o tema.

A revisão bibliográfica dos conteúdos de físicas necessários para a aplicação do produto está no próprio desenvolvimento da sequência didática

Este caderno tem como objetivo apresentar uma ferramenta que possa ser utilizada por professores para chamar a atenção dos discentes em relação a disciplina de Física que muitas vezes por falta de recursos ou pela carga horária reduzida, acaba se transformando em algo monótono.

1. Metodologia

1.1 Utilização das cenas de filmes

O vídeo utilizado trata-se de uma sequência de cenas dos filmes da franquia *X-Men* que mostra o personagem Magneto manipulando materiais metálicos com seus poderes mutantes. Mas quem é Magneto e do que se tratam os filmes? Vamos fazer uma contextualização do personagem.

Os *X-men* são super heróis que surgiram originalmente nos quadrinhos da Marvel Comics. Originalmente formados por quatro adolescentes (Fera, Ciclope, Garota Marvel e Homem Gelo) com poderes oriundos de uma mutação que doa habilidades como telecine se (mover objetos sem toca-los), atravessar paredes, dominar o fogo, voar, dentre outras aptidões fantásticas e sobre humanas vivem ocultando seus poderes com medo do julgamento e preconceito da sociedade que teme os mutantes.

Os humanos (*Homo sapiens*) acreditam que os mutantes (*Homo Superior*) sejam uma ameaça à humanidade por apresentarem poderes extraordinários. Vistos como páreas, alguns mutantes e sofrendo ataques constantes dos humanos, alguns acabam realizando delitos, corroborando para a ideia de que todos mutantes são perigosos e ameaçadores.

O grupo dos *X-Men* lutam pela igualdade entre humanos e mutantes, fazendo uma clara alusão à luta das minorias sobre direitos iguais entre os povos. Este grupo de super-heróis é tutorado pelo sábio Professor X (Xavier), também mutante, com a habilidade de ler mentes e controlá-las. Servindo como um líder guia os heróis para que haja uma convivência pacífica entre mutantes e humanos em suas aventuras.

Como todo super-herói nos quadrinhos possui seu nêmesis, o grupo de mutantes não seria diferente. Já na primeira edição da história em quadrinho surge aquele que se tornará um dos vilões mais icônicos dos quadrinhos e da cultura pop de maneira geral. Magneto, mutante e orgulhoso, não acredita na convivência pacífica pregado por Xavier.

Magneto com suas ideias supremacistas, prega que os mutantes são superiores aos homens e devem tomar controle da humanidade.

Desde a sua primeira aparição Magneto tornou-se principal anti-herói guiando outros vilões com o mesmo objetivo: dominar a humanidade. Porém, Magneto torna-se tão popular que teve sua redenção, fazendo parte dos *X-Men* e até mesmo liderando-os nas histórias em quadrinho.

Os *X-Men* possuem diversas adaptações em diversas mídias, jogos, desenhos animados, livros, séries de televisão e os filmes. Desde o começo dos anos 2000, os mutantes possuem suas versões com atores reais, aumentando a popularidade da franquia. Foram produzidos até o ano de 2020 um total de 9 filmes sobre os heróis repelidos pela humanidade.

O poder mutante do Magneto é o controle do magnetismo. Podendo voar, manipular o campo magnético do planeta e dos átomos, criando barreiras que pode desviar disparos de armas diversas. Esse foi o motivo da utilização do personagem. As cenas do vídeo apresentam o anti-herói utilizando seus poderes em diversas situações.

Os alunos já viram alguns dos filmes, quadrinhos ou desenhos animados. Caso o aluno não esteja familiarizado com o personagem professor deve fazer uma contextualização.

O vídeo possui menos de 15 minutos, não consumindo muito tempo das aulas caso fosse exibido um filme completo precisaria mais de duas aulas, ficando inviável. O vídeo está disponível no instagram, no link: <https://www.instagram.com/p/B9kNm3VDICy/>.

Basta procurar pelo perfil Professor Nerd, o vídeo pode ser exibido para todos e individualmente no celular de cada um. Ficando a critério do professor.

O vídeo utilizado possui dez cenas do personagem Magneto encontrado nos seguintes filmes da Fox:

- *X - Men*: O Filme (2000);
- *X - Men 2* (2003);
- *X - Men 3: O Confronto Final* (2006);
- *X - Men: Primeira Classe* (2011);
- *X - Men: Dias de Um Futuro Esquecido* (2014).

Como introdução ao conteúdo de Magnetismo e a modo de problematização está propondo um vídeo contendo cenas dos filmes dos *X Men* de 14 minutos e 33 segundos.

Tabela 1: Localização de cenas segundo o tempo.

Cena	Temporizador de vídeo	Ação	Filme
01	00:09	Magneto para mísseis em movimento.	<i>X - Men: Primeira Classe</i> (2011)
02	00:41	Magneto desvia disparos de arma de fogo.	<i>X - Men: Primeira Classe</i> (2011)
03	01:38	Magneto manipula o ferro contido no corpo do guarda.	<i>X - Men: O Filme</i> (2000)
04	02:17	Levanta e destrói veículos.	<i>X - Men 2</i> (2003)
05	05:38	Desperta seus poderes destruindo o portão.	<i>X - Men: O Filme</i> (2000)
06	08:05	Manipula uma moeda transformando em projétil.	<i>X - Men: Primeira Classe</i> (2011)
07	09:26	Destrói e manipula um estádio e flutua no ar.	<i>X - Men: Dias de Um Futuro Esquecido</i> (2014)
08	13:25	Destrói uma ponte.	<i>X - Men 3: O Confronto Final</i> (2006)

Fonte: Próprio autor.

Este vídeo pode servir de problematização e pode ser visto durante as aulas para aguçar a curiosidade do aluno. Para cada cena pode ser feito pausas e feito perguntas para os alunos.

Desenvolvimento da sequência didática.

A sequência didática proposta no produto educacional é constituída por nove aulas de 50 minutos cada uma, como ilustrado na tabela.

Tabela 2: Temas abordados na sequência didática.

Atividades	Conteúdo	Tempo (min)
01	Elaboração de mapas conceituais	50
02	O magnetismo. Cenas do filme <i>X-Men</i>	50
03	Características dos ímãs interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos	50
04	Construção de uma bússola artesanal em sala de aula.	50
05	Interação eletromagnética entre os condutores. Campo magnético criado por uma corrente elétrica num fio retilíneo	50
06	Força sobre condutores percorridos por corrente elétrica	50
07	Lei de Faraday- Lei de Lenz	100
08	Mapa conceitual final	50
	Total	500

Fonte: Próprio autor.

1.2. Aula 1. Elaboração de mapas conceituais.

Objetivo Geral: Explicar a forma de elaboração e as características dos mapas conceituais.

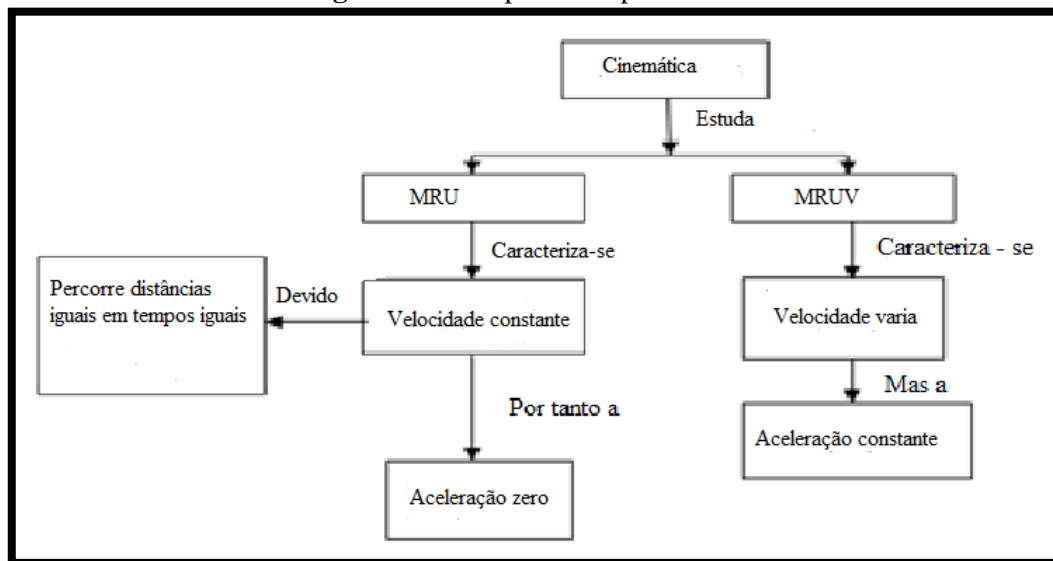
Objetivos específicos:

1. Elaborar um exemplo de mapa conceitual.
2. Explicar as características dos mapas conceituais e sua utilização.
3. Elaborar o mapa conceitual diagnóstico.

Para que a avaliação com mapas não se torne algo confuso e superficial para os alunos é necessário que estes já estejam familiarizados com este método, é por isto que a partir de conceitos já estudados o professor conjuntamente com os alunos elaborem mapa conceitual, explicando sua importância na formação do conhecimento. Sendo uma alternativa no estudo de do magnetismo enfatizando na utilização dos conhecimentos prévios. Para a confecção dos mapas conceituais podem ser utilizados desenhos e diagramas.

Com a finalidade de familiarizar os participantes na confecção de mapas conceituais. Selecionamos os conceitos de cinemática por ser um conteúdo bem trabalhado e estudado pelos alunos (figura 1). Destacando aspectos cognitivos; referências cognitivas, hierarquização, relação entre os conceitos e clareza durante a leitura.

Figura 1: Exemplo de mapa conceitual.



Fonte: O próprio autor

Em seguida é indicado aos alunos para construir seus mapas conceituais utilizando o conceito de campo. O subsunçor nesta temática foi o conceito de campo porque representa um meio para ancorar os novos conhecimentos. Como os alunos estão no último ano do ensino médio eles já tiveram contato com os conteúdos campo gravitacional, campo elétrico, força de contato.

Esse primeiro mapa elaborado pelos alunos foi denominado de mapa diagnóstico.

1.3. Aula 2. O magnetismo. Cenas de Filme X Men

Objetivo Geral: Relacionar aspectos abordados no magnetismo com as cenas do filme *X-Men*.

Objetivos específicos:

- Realizar uma introdução histórica da descoberta e uso dos ímãs.
- Relacionar experimentos com as cenas do filme *X-Men*.

Na Grécia antiga, duas substâncias chamavam a atenção por suas propriedades singulares: o âmbar e a magnetita. Em nosso estudo de eletrostática o âmbar (*eléktron*, em grego) quando atritado, por exemplo, no pelo de animais torna-se capaz de atrair corpos leves. Nesse processo, conhecido como eletrização, os corpos adquirem carga elétricas

Naquela época já se utilizavam certas pedras que tinham propriedade de atrair pedaços de ferro na orientação da rota de grandes viagens. O vocábulo magnetismo é devido a uma região chamada Magnésia, localizada na Turquia local em que essas pedras foram encontradas.

A modo de ampliar a cultura geral foi solicitado aos alunos procurar a localização geográfica de Turquia e situação econômica do país atualmente. Durante a problematização foram exibidas em sala de aula um vídeo contendo cenas dos filmes dos X Mende 14 minutos e 33 segundos, disponível no Instagram no link: <https://www.instagram.com/p/B9kNm3VDICy/>.

As cenas do filme formam um vídeo com poucos minutos e mostram o personagem Magneto manipulando materiais metálicos, flutuando no ar, desviando disparos de armas. Durante a exibição foram feitas pausas no vídeo fazendo questionamentos aos alunos por parte do professor. Por exemplo: É possível para uma pessoa controlar metais por meio do magnetismo? Todos os metais podem ser manipulados pelo personagem magneto? Qual a explicação para o personagem Magneto? Quais são os conteúdos sobre o Magnetismo que estão presentes no filme? Como explicariam as cenas do personagem utilizando poderes magnéticos?

A figura 2 representa partes das cenas e os questionamentos feitos aos alunos e as ações do professor durante o processo.

Para cada cena foram realizadas as seguintes perguntas:

As figuras que aparecem a continuação foram selecionadas das cenas do vídeo para facilitar a compreensão do trabalho.

Cena 1: Qual pode ser o material utilizado para produzir os mísseis?

∴

Figura 2: Magneto parando e desviando mísseis.



Fonte: Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men Primeira Classe* (2011).

As duas imagens 2 (A e B) retiradas do vídeo mostram o Magneto numa ilha sendo alvejado por mísseis vindos de jatos. Com seus poderes ele faz que os mísseis parem e mudem de direção, fazendo que explodam longe da ilha.

Deve ser questionado aos alunos de que material são feitos os mísseis. E se o Magneto consegue manipular qualquer tipo de material. Esse momento relacionou-se posteriormente quando foram abordados os materiais ferromagnéticos.

Cena 2: O que fez os projeteis desviarem? Existia algum tipo de barreira visível?

Figura 3: A Magneto é alvejado por tiros B cria um campo magnético.



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men Primeira Classe* (2011).

Nas cenas das figuras 3 (A e B) Magneto desvia disparos de revólver, como se criasse uma barreira fazendo com que as balas não o atinjam. Como os alunos já conhecem o conceito de campo e força de campo eles citaram o campo magnético fez com que os projeteis desviassem. Isso poderá ser comprovado com o experimento com imã e cliques de papel.

Cena 3: Quais metais presentes no corpo humano? Qual seria o metal retirado do corpo do guarda? Por que tinha que ser exatamente este metal?

Figura 4: Magneto: A. Faz o guarda levitar. B. Retira o ferro. C. Faz uma arma de ferro.



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men II* (2003).

A cena A o Magneto está preso isolado numa sala feita de plástico e um guarda vai entregar a refeição e Magneto faz o guarda levitar B e retira o que parece ser ferro e com este metal ela faz esferas que utiliza como arma para sair da prisão de plástico. O

que chamou atenção dos alunos foi a prisão feita de plástico e a quantidade de metal presente no corpo do homem. Eles questionaram sobre a quantidade real.

O professor pode sugerir que alunos pesquisem nos celulares quais metais tem no corpo humano e a quantidade. Eles poderão comprovar que as quantidades são mínimas e que não seria possível fazer esferas daquele tamanho.

Na pesquisa feita pelos alunos pode ser descoberto por eles que um homem adulto, de 70kg, apresenta em seu organismo cerca de 7kg de hidrogênio, 12,6kg de carbono, 2,1kg de nitrogênio, 45,5kg de oxigênio (este é o elemento químico mais abundante no nosso corpo), 700g de fósforo, 175g de enxofre, 105g de sódio, 140g de potássio, 1,0kg de cálcio, 35g de magnésio, 2,3g de zinco e 4,2g de ferro. Pertencendo aos metais: cálcio; sódio; potássio; magnésio; ferro; cobre; cobalto; zinco; manganês; cromo; molibdênio; níquel.

As quantidades dos metais eram muito baixas para o personagem criar com seu poder uma esfera e alguns alunos sugeriram que o guarda poderia ter algum implante metálico no corpo.

Algo que não faz tanto sentido do ponto de vista científico é a capacidade que Magneto tem de extrair o ferro presente no sangue de uma pessoa, como fez com guardas da prisão onde estava, na cena do filme *X-Men 2*. De fato, o ferro é um material que responde muito bem a campos magnéticos. Esse tipo de material, chamado de ferromagnético, é fortemente atraído por ímãs. No entanto, o ferro presente em nosso sangue não está na sua forma ferromagnética, ele está diluído e ligado às moléculas de hemoglobina. E, nesse estado, ele se comporta como um material paramagnético, ou seja, ele responde muito pouco a campos magnéticos e, por consequência, é fracamente atraído por ímãs.

Cena 4 e 5: É possível corpos levitarem com o magnetismo de alguns materiais? Existem exemplos desse feito pelo homem, utilizando a tecnologia?

Figura 5: A. Manipulação do campo magnético. B. Caminhões desmontados C. São arremessados.



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men II* (2003).

Nas cenas da figura 5 (A, B e C), vemos o personagem levantando viaturas de polícia e carretas que carregavam outros prisioneiros. Surge o questionamento sobre a

flutuação de materiais utilizando o magnetismo. Os discentes manipulando o imã podem tentar fazer objetos flutuarem e verificarem a possibilidade. Será possível com matérias de massa maior?

Cena 6: Quando aproximamos um clipe de metal de um imã ele adquire velocidade? A velocidade pode ser rápida como uma bala?

Figura 6: Magneto movimenta uma moeda.



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men Primeira Classe* (2011).

Na figura 6 em questão o personagem manipula uma moeda, fazendo com que ela atinja uma velocidade comparada a de um projétil de arma de fogo. Ele usa para eliminar seu inimigo fazendo com que a moeda atravesse a cabeça de seu adversário.

Ainda manipulando um imã e os cliques os alunos tentarão fazer com que os cliques se movimentem. Eles verificaram o alcance do campo magnético gerado pelo imã. Até que ponto o imã consegue atrair os cliques?

Cena 7: É possível algum objeto flutuar com o magnetismo? Dê exemplos.

Figura 7: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimentando no ar



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men Dias de Um futuro Esquecido* (2014).

Nas imagens 7 (A e B), retiradas do vídeo, vemos o personagem fazendo um estádio flutuar com seus poderes. Mas o que chama a atenção é o controle de voo do personagem. Se movimentando no ar com o controle do magnetismo.

Estas cenas serão assistidas na classe e discutidas. No primeiro momento a análise será sobre os poderes do personagem, e se é possível manipular campos magnéticos. Em seguida serão questionados quais são os conceitos físicos que estão presentes nas cenas? Estes conceitos serão anotados para comparação ao final da aula. E em podem ser revistas pelos alunos.

O professor pode orientar os alunos completarem a tabela 3 com as cenas relacionando com conceitos estudados.

Tabela 3: Tabela para os alunos completarem.

Cena	Temporizador de vídeo	Ação	Conceitos Físicos envolvidos
01	00:09	Magneto para mísseis em movimento.	_____
02	00:41	Magneto desvia disparos de revolver	_____
03	01:38	Magneto manipula o ferro contido no corpo do guarda	_____
04	02:17	Levanta e destrói veículos	_____
05	05:38	Desperta seus poderes destruindo o portão	_____
06	08:05	Manipula uma moeda transformando em projétil	_____
07	09:26	Destrói e manipula um estádio e flutua no ar	_____
08	13:25	Destrói uma ponte	_____

Fonte: Próprio autor.

Assim a modo de problematização pode ser realizada uma experiência simples com um ímã retangular, cliques de metal e diferentes matérias levados pelos alunos em que eles relacionem com as cenas do vídeo.

Experimento 1: PROPRIEDADES DOS IMÃS

Objetivos:

- Compreender as propriedades dos ímãs;
- Identificar materiais ferromagnéticos:

Materiais utilizados: Ímã, moedas, cliques metálicos e cliques plásticos.

Procedimentos:

- Dividir os alunos em grupos;
- Entregar os materiais aos grupos;
- Pedir aos alunos que manipulem os objetos aproximando e afastando do ímã;
- Tentar atrair o máximo de cliques;

- Respondam aos seguintes questionamentos:

1) Porque uns são atraídos e outros não?

2) O ímã atrai materiais metálicos como moedas e cliques independentes da distância?

3) Que propriedades os metais apresentam que podem ser atraídos por ímãs?

4) Todo metal apresenta propriedades magnéticas?

5) É possível um material que não seja um ímã possuir propriedades magnéticas?

6) Ímãs atraem ímãs? Em quais condições?

7) Ímãs repelem ímãs? Em quais condições?

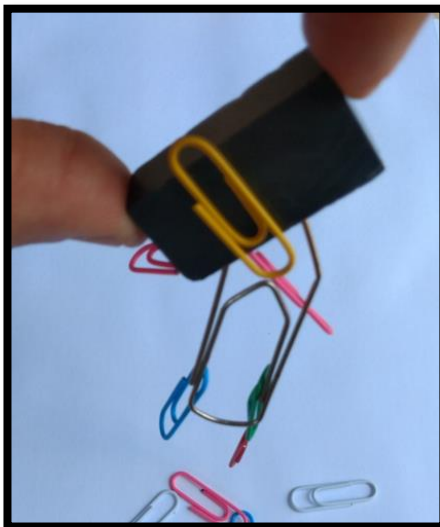
8) Existe alguma forma de impedir que um ímã atraia outro?

9) Um objeto pode se tornar um ímã?

10) Quantos cliques de metal podem ser pendurados num mesmo ímã?

A figura 8 mostra como deverá ocorrer a prática.

Figura 8: Imã atrai cliques.



Fonte: O próprio autor

Na mesma atividade experimental o educador, pode realizar outros questionamentos, tais como:

11) É possível movimentar um objeto com a utilização de imãs e fazê-lo flutuar? Tentem demonstrar essas ações.

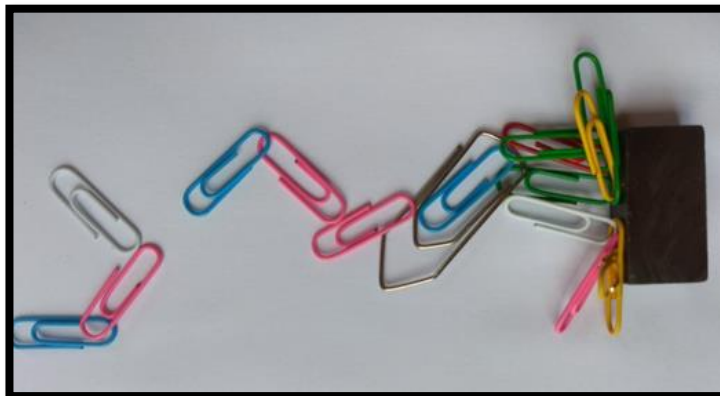
12) Por que não trouxeram nenhum material de plástico?

13) O imã atrai os materiais metálicos como moedas e cliques independentes da distância?

14) Na medida em que estamos mais perto do imã que acontece?

Sugere que o professor na elaboração da prática oriente que os estudantes observem um determinado momento da atividade (fig.9).

Figura 9: Atração dos cliques pelo imã.



Fonte: O próprio autor

Esta demonstração com imã serve para os alunos relacionarem as cenas do vídeo. O professor pode pedir para que os alunos relatem a experiência.

Cena 8: É possível um ser humano controlar o magnetismo?

Figura 10: Magneto: A. O Magneto utiliza seus poderes. B. Destrói ponte. C Movimenta ponte.



Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men O confronto final* (2006).

Com está cena na figura 10 (A, B e C), em que o personagem faz uso de seus poderes para destruir e movimentar uma ponte, ficará aberto aos comentários sobre o vídeo.

1.4. Aula 3. Características dos imãs, interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos.

Objetivo Geral: Estudar as características dos imãs a partir de um experimento demonstrativo.

Objetivos específicos.

- Realizar o experimento demonstrativo.
- Analisar os tipos de imãs
- Estudar a inseparabilidade dos polos magnéticos.

A aula inicia-se com um experimento de forma problematizadora. O experimento consiste em observar o espectro formado pela limalha de ferro gerado pelo

campo magnético do ímã. Foram disponibilizados os materiais necessários aos grupos para realizar o experimento.

Experimento 2: LINHAS DE FORÇA DO CAMPO MAGNÉTICO

Objetivos:

- Visualizar as linhas de força do campo magnético;
- Demonstrar as propriedades do campo magnético.

Materiais utilizados

- Limalha de ferro;
- Folha de papel;
- Ímã

Procedimentos

Com os materiais dispostos sobre uma mesa, o professor pode indagar aos alunos o que esperam que ocorra com a limalha de ferro dispostas sobre a folha quando aproximamos o ímã por baixo da folha. Os alunos já estudaram e manusearam ímãs antes, então é esperado que eles digam que a limalha seja atraída pelo ímã ficando com o formato do ímã.

Os alunos irão testar essas possibilidades.

1º momento: coloque uma quantidade grande de limalha e observe o que ocorre. Em seguida desenhar no caderno este formato, o formato provavelmente ficará igual o da figura 11.

Figura 11: Limalha de ferro atraída pelo ímã.



Fonte: Próprio autor.

2º momento: colocar pequenas quantidades de limalha sobre a folha e observar o formato. Deixar os alunos manipularem, tentando alterar o formato limalha. Ao concluírem o docente pode solicitar que os estudantes façam o desenho no caderno. A figura 12 retrata algumas das prováveis imagens que podem ser formadas.

Figura 12: Campo magnético formado pela limalha de ferro.



Fonte: Próprio autor.

3º Momento: comparar os formatos da limalha.

Fazer os seguintes questionamentos aos alunos:

1) Qual o formato obtido no segundo momento?

2) O que representa o desenho?

3) É possível identificar os polos norte e sul nas duas situações?

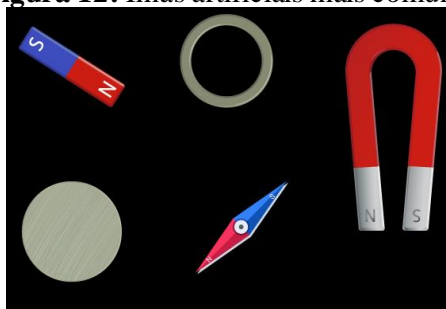
4) Por que o formato da limalha mudou no segundo momento?

Mostrar as figuras das linhas de força no livro didático(p) para que os alunos façam uma comparação.

Os ímãs são objetos que geram campo magnético ao seu redor. Podendo ser natural, quando formado por óxido de ferro, encontrado na natureza na forma mineral chamado magnetita, ou artificial, quando construído com ligas metálicas ou materiais cerâmicos que ao serem submetidos a fortes campos magnéticos adquirem propriedades magnéticas.

Só mais tarde descobriu-se a possibilidade de fabricar ímãs artificiais (figura 11). Os ímãs artificiais são realmente, barras de ferro ou aço as quais se transmite a propriedade magnética. Eles levam vantagem sobre os ímãs naturais por terem maior poder atrativo e também porque podem receber a forma mais conveniente ao seu uso.

Figura 12: Ímãs artificiais mais comuns.



Fonte: [google.com/search?q=ima+artificial&tbm=isch&ved=2ahUKEwjW_](https://www.google.com/search?q=ima+artificial&tbm=isch&ved=2ahUKEwjW_)

Geralmente em ímãs utilizados no ensino de Física a parte vermelha do ímã identifica-se como polo norte e a parte azul como polo sul (figura 12).

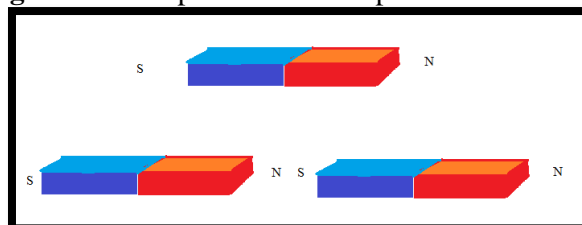
Figura 12: Imã retangular.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Ao quebrar um ímã ele perde suas propriedades magnéticas?

Figura 13: Inseparabilidade dos polos do ímã.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

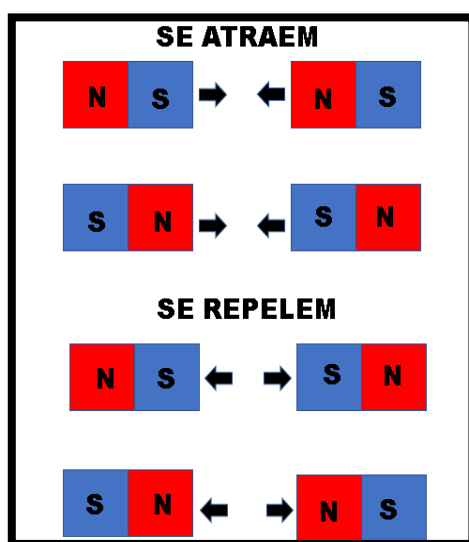
Na figura 13, observa-se que a parte correspondente ao polo norte aparece um novo polo sul; e na parte correspondente ao polo sul primitivo aparece um novo polo norte. Na natureza não existe um único polo magnético norte ou sul isolado: eles sempre existem aos pares, formando um ímã. O ímã quando quebra mantém seus

polos em cada parte, por menor que seja. Sendo uma propriedade dos ímãs, a inseparabilidade dos polos.

Neste caso dependendo do tipo de ferramenta de “corte” a qual deve ser muito específica pode ocorrer o aquecimento e com este o ímã pode sofrer desmagnetização, além disso, o tipo de material contido no interior da peça é inflamável. O fato de a peça apenas quebrar vai fazer com que a massa de ímã diminua e daí a sua capacidade de atração também.

Ao manusear dois ímãs percebemos claramente que existem duas formas de colocá-los para que estes sejam repelidos e duas formas para que sejam atraídos. Isto se deve ao fato de que polos com mesmo nome se repelem, mas polos com nomes diferentes se atraem, ou seja, assim como ocorre nos fenômenos eletrostáticos os opostos se atraem. No caso do magnetismo polos diferentes se atraem (figura 14).

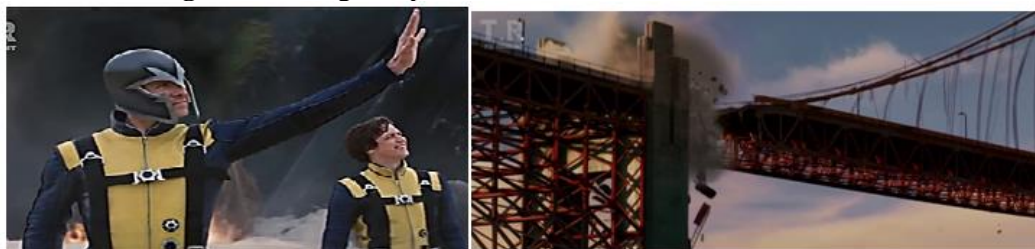
Figura 14: Interação dos polos magnéticos.



Fonte: O próprio autor.

Esta propriedade nos leva a concluir que os polos norte e sul geográficos não coincidem com os polos norte e sul magnéticos.

Foram explicados os fenômenos magnéticos de atração e repulsão, incluso as propriedades dos ímãs e imantação por meio de uma aula dialogada em que o professor fazia a contextualização entre o experimento e os temas. Como o magnetismo tem características em comum com os fenômenos elétricos foi feita essa comparação, fazendo que os alunos acessem conceitos já estudados como forma de revisão sirva de ancoragem com os novos conceitos almejados pelo docente.

Figura 15: Magneto para mísseis em movimento

Fonte: *Print Screen* do filme *X-Men O confronto final*(2006).

As cenas do Magneto para mísseis em movimento (figura 15) e destrói uma ponte poderão ser vistas novamente e será pedido aos alunos explicarem com os conceitos físicos abordados durante a aula os poderes do Magneto. Quais as similaridades e diferenças entre os ímãs e os poderes do personagem. Como um ímã o personagem pode atrair objetos metálicos, porém com certos limites, além do mesmo criar um campo magnético, manipulado ao seu critério para atrair ou repelir objetos metálicos.

Após os questionamentos e a manipulação do ímã pelos alunos foi exposto as propriedades magnéticas dos ímãs. Assim como acontece com as cargas elétricas, observa-se no comportamento dos ímãs que polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes contrários se atraem.

Os materiais ferromagnéticos são aqueles que respondem fortemente à presença de um campo magnético externo. O ferro, o níquel, o cobalto e as ligas que são formadas por esses elementos químicos formam o grupo dos materiais ferromagnéticos. A propriedade de serem facilmente imantados é aproveitada na obtenção de campos magnéticos de valores elevados como, por exemplo, no interior das bobinas é muito comum colocar um ferro com o intuito de aumentar a intensidade do campo magnético.

Materiais diamagnéticos são repelidos pelo campo magnético. São substâncias diamagnéticas: o bismuto, o cobre, a prata, o chumbo; os materiais paramagnéticos são levemente atraídos por campos magnéticos externos. Sódio, magnésio e cálcio.

Em seguida foi colocada a cena 7 em que o personagem flutua no ar (figura 16). Questionar os alunos como eles explicariam esse fenômeno utilizando os conceitos vistos até agora.

A levitação magnética em organismos vivos em ambientes a temperatura ambiente já é observada em experimentos com pequenos animais. É possível levitar magneticamente todos os materiais e todos os seres vivos da Terra. O magnetismo molecular está sempre presente, embora seja muito fraco e geralmente passe despercebido pode dar a impressão que materiais ao nosso redor não são magnéticos, mas isso não é

verdade. Eles são todos magnéticos. Nós os chamamos de 'diamagnéticos'. Com campos magnéticos altos o suficiente, você pode levitar todos os materiais diamagnéticos. Em laboratório, é possível desenvolver e construir ímãs com campos magnéticos muito altos. Sendo possível fazer um pequeno sapo flutuar.

Toda a matéria do universo consiste em pequenas partículas chamadas átomos. Cada átomo contém elétrons que circulam em torno do núcleo denominado núcleo. Se você colocar um átomo em um campo magnético (ou um grande pedaço de uma matéria contendo bilhões e bilhões de átomos), os elétrons fazendo seus círculos internos não gostam muito disso. Eles mudam seu movimento na direção oposta à influência externa. Eles criam seu próprio campo magnético. Os átomos se comportam como pequenas agulhas magnéticas apontando na direção oposta ao campo magnético. Existem alguns materiais (como o ferro) cujos átomos são um pouco malucos e adoram estar em um campo magnético.

Os ímãs se afastam se você tentar juntar seus pólos semelhantes, os dois pólos norte ou dois pólos sul. Da mesma forma, o pólo norte do campo externo tentará afastar os “pólos norte” dos átomos magnetizados. Os ímãs do experimento criam um campo magnético muito grande (cerca de 100 a 1000 vezes maior do que os ímãs domésticos). Nesse campo, todos os átomos dentro da rã agem como pequenos ímãs, criando um pequeno campo. Você pode dizer que o sapo agora é feito desses minúsculos ímãs, todos repelidos pelo grande ímã. A força, chamada de força diamagnética, que é direcionada para cima, parece ser forte o suficiente para compensar a força da gravidade (direcionada para baixo) que também atua em cada átomo da rã. Assim, os átomos da rã não sentem nenhuma força e a rã flutua como se estivesse em uma nave espacial. Com isso é possível responder aos questionamentos sobre a flutuação do personagem Magneto (figura 16).

Figura 16: O Magneto flutuando no ar.

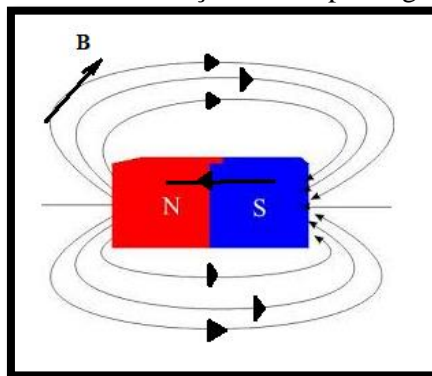


Fonte: *Print Scream* do filme *X - Men: Dias de Um Futuro Esquecido* (2014)

O professor será o mediador dessa discussão anotando as respostas dos alunos no quadro. É esperado que eles desenvolvam o conceito de força de campo para explicar o voo do personagem.

O campo gerado por um ímã é representado com segmentos de reta, chamadas de linhas de indução do campo magnético, sendo assim, uma grandeza vetorial.

Figura 17: Linhas de indução do campo magnético.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

O vetor campo magnético em cada ponto, é tangente às linhas do campo magnético que passa por esse ponto.

Na figura 17 mostramos as linhas de campo magnético, usadas como um artifício para facilitar a visualização do campo. Uma vez que o campo magnético é uma grandeza vetorial, cada um dos infinitos pontos do espaço localizados nos arredores de um ímã apresenta um módulo, uma direção e um sentido. Dessa forma, representá-lo seria uma tarefa muito difícil se não fosse o uso das linhas.

As linhas de campo magnético ou linhas de indução são representadas pela tangente ao vetor campo magnético naquela região do espaço. Vamos conferir as propriedades delas:

São sempre fechadas, uma vez que não existe monopolo magnético: Sempre emergem do polo norte magnético e sempre imergem no polo sul magnético, bem como o vetor de campo magnético sempre aponta no sentido do norte magnético; A densidade delas indica a intensidade do campo magnético naquela região, elas nunca se cruzam.

Existem diferentes fontes de campo magnético. Elas afetam a forma como o campo é distribuído no espaço, e, por isso, é importante conhecer algumas delas, bem como as fórmulas usadas para calculá-las.

Figura 18: Magneto para mísseis em movimento.

Fonte: *Print Scream* do filme *X-Men 3 O confronto final* (2006).

As cenas 1 em que Magneto para mísseis (figura 18 A) em movimento e cena 8 (figura 18 B) em que destrói uma ponte serão vistas novamente e será pedido aos alunos explicarem com os conceitos físicos abordados durante a aula os poderes do Magneto. Quais as similaridades e diferenças entre os ímãs e os poderes do personagem.

Para aprofundar nos conteúdos são indicados os seguintes exercícios.

1. Aproximando-se um ímã de uma bolinha de aço, observa-se que a bolinha:

Figura 19: Atração dos polos do ímã

Fonte: Adaptado pelo autor.

- a) é repelido pelo polo sul e atraída pelo polo norte;
- b) é atraído pelo polo sul e repelidas pelo port o norte;
- c) é repelida pela região compreendida entre os polos;
- d) é atraída por qualquer dos polos;
- e) é repelida por qualquer dos polos.

Resposta D

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

Está(ão) correta(s):

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.

C) Apenas III.

D) Apenas I e II.

E) Apenas II e III.

Resposta: Apenas I e II.

Atividade extraclasse: Com o objetivo de construir uma bússola artesanal foi solicitado aos alunos os materiais seguintes: agulha de costura, isopor, um imã.

1.5. Aula 4. Construção de uma bússola artesanal em sala de aula

Objetivos

Objetivo geral

Fazer uma bússola artesanal identificando seus polos e relacionar com os polos do campo magnético terrestre

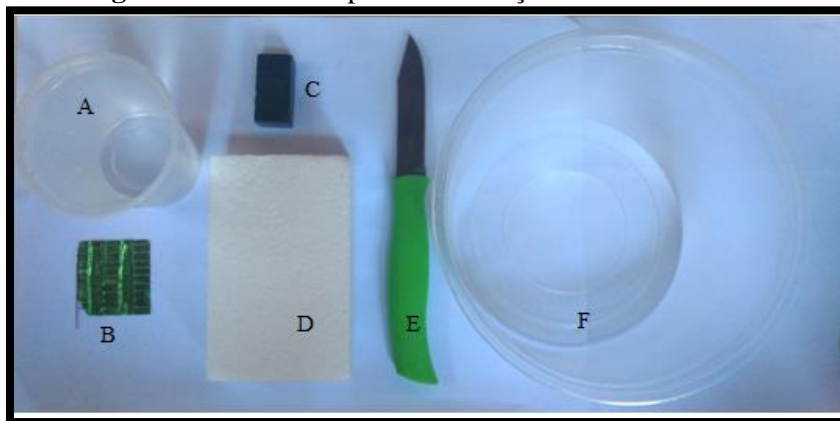
Objetivo específico

- Construir uma bússola utilizando uma agulha de costura;
- Relacionar o campo magnético e o uso da bússola;
- Aprender o funcionamento da bússola e sua aplicação;
- Relacionar os polos da bússola com os polos do campo magnético terrestre;
- Determinar os polos de uma bússola artesanal utilizando o aplicativo da bússola do celular.

Metodologia

Apresentação dos Materiais utilizados para a construção da bússola (figura 20):

Figura 20: Materiais para a construção da bússola.



Fonte: O próprio autor. A- Copo com Água; B-Agulha de costura; C- Imã; D-Pedaço de isopor; E - Faca pequena ou estilete; F- Recipiente para colocar a água.

A agulha possui características magnéticas? O professor deve instigar os alunos a aproximar a agulha a pequenas limalhas de ferro. Comprovando desse modo que a agulha não possui magnetismo natural.

Será que podemos transformar essa agulha em um ímã? Vamos tentar? Que podemos fazer? A agulha pode adquirir essas propriedades através da organização de seus átomos por meio do processo de imantação da agulha. Como imantar a agulha? Para imantar a agulha devemos atritar o ímã na agulha em um só sentido (imantação). Em seguida foi aproximada a agulha as limalhas comprovando que possui propriedades magnéticas.

Como construir a bússola?

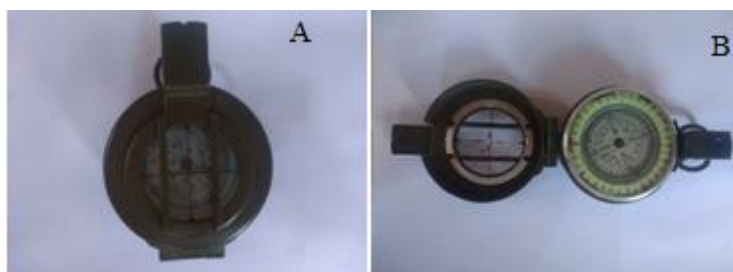
Em seguida é preciso:

- ✓ Cortar um pedaço de isopor o mais simétrico possível do tamanho da agulha de costurar.
- ✓ Colocar água suficiente no recipiente para o isopor flutuar
- ✓ Encher o recipiente com água suficiente para o isopor flutuar.
- ✓ Colocar o pedaço de isopor no centro do recipiente com água e após o isopor estiver estável posicionar a agulha já imantada no centro do isopor.

Observar se o isopor com agulha se se movimentará.

Apresentação da bússola, estudo da fundamentação do funcionamento da bússola (figura 21).

Figura 21: A - Bússola fechada, B - Bússola aberta.



Fonte. O próprio autor.

Com o interesse de utilizar o celular na sala de aulas, os alunos foram orientados a:

1. Procurar no telefone o aplicativo Play Store.
2. Buscar no Play Store do celular o aplicativo Bússola Digital Compass.

3. Orientação para baixar no telefone o aplicativo Bússola: Digital Compass (figura 29 A).

Figura 22: Bússola digital.



Fonte: Próprio autor.

Foram realizadas as atividades seguintes:

Comparar a orientação da agulha com as indicações do polo norte e polo sul das bussolas tanto a original apresentada pelo professor como a bussolado aplicativo do celular para verificar em qual direção fica o norte geográfico.

Os alunos mudarão a bussola de posição verificando o movimento feito pela agulha. Observar se a ponta da agulha irá apontar para a mesma direção do aplicativo. Manipular um ímã próximo as duas bussolas e ver o que ocorre.

Os grupos formados pelos alunos da sala realizaram um relatório respondendo as seguintes questões:

- 1) Quais os materiais usados para a produção da bússola?

- 2) Qual o passo a passo da construção dessas bussola?

- 3) Como é feito o processo de imantação?

- 4) Qual a diferença entre magnetismo natural e magnetismo adquirido?

5) A agulha de costura irá sempre apresentar esse magnetismo?

6) Qual a diferença entre polos magnéticos terrestres e polos geográficos?

7) Como fica a organização dos átomos da agulha de costura após o atrito com o imã?

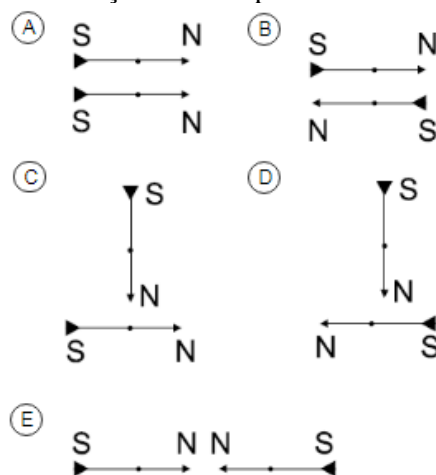
8) Um imã pode perder seu magnetismo natural?

9) Qual a relação entre as características da bússola e o campo magnético?

10) Fazendo relação entre o experimento com as cenas do filme, será que o personagem funciona como um imã? Ele poderia alterar a direção da bússola?

11) (UFSCar-SP) - Duas bússolas são colocadas bem próximas entre si, sobre uma mesa, imersas no campo magnético de suas próprias agulhas. Suponha que, na região onde as bússolas são colocadas, todos os demais campos magnéticos são desprezíveis em relação ao campo magnético das próprias agulhas.

Assinale qual dos esquemas representa uma configuração de repouso estável, possível, das agulhas dessas bússolas (figura 30).

Figura 23: Interação entre os polos dos ímãs.

Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Resposta B

1.6. Aula 5. O Campo magnético. Indução magnética.

Objetivo Geral: Compreender o fenômeno da indução magnética.

Objetivos específicos.

- Realizar breve introdução sobre o início do eletromagnetismo.
- Aprofundar nos conhecimentos prévios necessários para o entendimento do campo magnético.

Foi realizada breve introdução sobre campo eletromagnético. Como o magnetismo tem características em comum com os fenômenos elétricos foi feita essa comparação, fazendo que os alunos acessem conceitos já estudados como forma de revisão que sirvam de ancoragem com os novos conceitos almejados pelo docente.

Para desenvolver o conteúdo desta aula devemos começar por lembrar os conhecimentos adquiridos pelos alunos que vamos denominar conhecimentos necessários.

- Grandezas escalares e vetoriais
- Lembrar campo gravitacional
- Lembrar força gravitacional

$$\vec{F} = G \frac{M_1 M_2}{d^2} \hat{\mu} \quad (1)$$

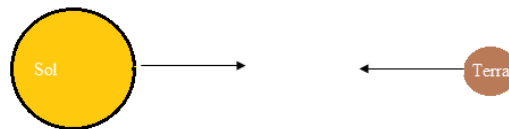
$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ Kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ (Constante de Gravitação Universal)

$$\text{Kg}^{-1} \text{ s}^{-2} = \frac{\text{Nm}^2}{\text{Kg}^2}$$

Analisar a proporcionalidade entre as massas dos corpos e o quadrado da distância que os separa com o valor da força gravitacional. Lembrar que em torno da Terra há uma região denominada campo gravitacional onde todos os corpos lá colocados sofrem sua influência que se apresenta em forma de uma força (BONJORNNO, 1943).

Dois corpos atraem se com forças proporcionais a suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre seus centros (figura 24).

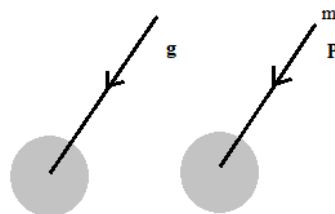
Figura 24: Interação gravitacional.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Dentro desse campo os corpos são atraídos para a terra sofrendo variações de velocidade em virtude da aceleração da gravidade denominada de g (figura 25).

Figura 25: Campo gravitacional.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m} \quad (2)$$

g - vetor campo gravitacional

$$\mu = \frac{\mu}{\mu} \quad (3)$$

μ - vetor unitário

Os vetores unitários são vetores de módulo 1 (um). Um vetor unitário dividido por um número resulta num vetor de mesma direção e sentido do vetor unitário e módulo igual ao número. Se o número vier acompanhado de uma unidade, esta será também a unidade do módulo do vetor. Assim, se μ é um vetor unitário, o vetor a μ é um vetor que tem a direção e o sentido de μ (mi) e de módulo igual a, conforme a segunda propriedade dos vetores.

A Lei de Coulomb resulta importante para poder lembrar campo elétrico

$$\vec{F} = \frac{K Q_1 Q_2}{d^2} \mu \quad (4)$$

K = Constante Elétrica no vácuo.

$$K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

Analisando a proporcionalidade da Força de interação elétrica com o modulo das cargas e como quadrado da distância.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (5)$$

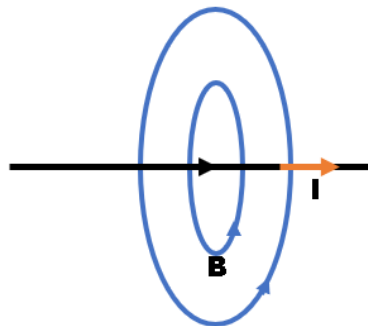
Substituindo a F pela força elétrica o vetor campo elétrico pode ser definido também

$$\vec{E} = \frac{KQ}{d^2} \quad (6)$$

O campo elétrico criado pela carga Q em torno de si é uma propriedade dessa carga, não dependendo da carga q de prova para a sua existência. Existe uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q , nela colocada, estará sob ação de uma força de origem elétrica. A essa região chamamos campo elétrico.

Quando uma corrente elétrica percorre um fio condutor retilíneo (figura 33), um campo magnético circular forma-se ao longo de toda a sua extensão. As linhas de indução desse campo são concêntricas em relação ao fio.

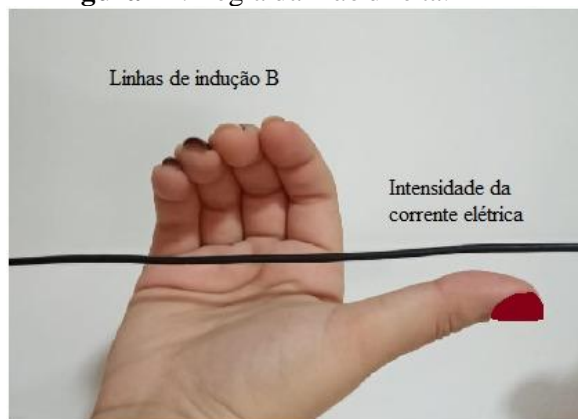
Figura 26: Linhas de indução associadas a um condutor retilíneo com corrente elétrica.



Fonte: O próprio autor.

O seu sentido é determinado pela regra da mão direita (figura 27), de acordo com ela, quando apontamos o polegar no sentido da corrente elétrica, os demais dedos da mão fecham-se no sentido do campo magnético.

Figura 27: Regra da mão direita.



Fonte: Próprio autor.

As linhas de indução sempre são tangentes em cada ponto. Essa regra foi explicada aos alunos, pois além do cálculo da intensidade do campo magnético é necessário verificar sua direção e sentido por ser uma grandeza vetorial.

O campo magnético produzido por uma corrente elétrica, denotado pelo símbolo B , pode ser calculado pela fórmula a seguir:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \quad (7)$$

B – O campo magnético (T)

μ_0 – A permeabilidade magnética do vácuo ($4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A)

i – A intensidade da corrente elétrica (A)

R – A distância ao fio (m)

Uma espira é um fio condutor fechado, em formato circular. O campo magnético produzido na região central dela pode ser calculado pela fórmula seguinte, confira:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R} \quad (8)$$

Campo magnético de uma bobina (solenóide)

Um solenóide é um condutor enrolado em forma de espiral. O campo magnético dentro de um solenóide é aproximadamente uniforme. Bobinas, também conhecidas como solenóides, são formadas por um longo fio condutor enrolado diversas vezes,

tratando-se, portanto, da combinação de um grande número de espiras pode se determinar pela seguinte equação.

$$\vec{B} = \frac{N\mu_0 i}{L} \quad (9)$$

N – número de voltas do solenóide

L – comprimento do solenóide

Até o final do século XVI não se distinguia muito bem os fenômenos elétricos dos magnéticos. Gilbert em seu livro, De Magnete, tornou clara essa distinção. Mas havia indícios de que os dois fenômenos estavam relacionados. Coulomb formulou a lei do magnetismo equivalente à sua lei para a eletricidade. Onde o conceito de massa substituiu o de cargas elétricas.

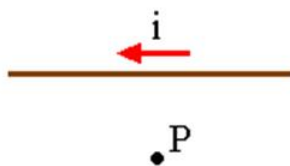
Mas somente com a invenção da pilha e da corrente elétrica duradouras foi que o físico Hans Christian Oersted descobriu a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Seu experimento mostrou que um condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor.

O campo magnético e o campo elétrico são grandezas vetoriais, necessitando de sua direção e sentido para poder defini-los.

Em seguida foram feitos exercícios sobre o tema da aula.

- 1) Marque a alternativa que melhor representa o vetor indução magnética B no ponto P, gerado pela corrente elétrica que percorre o condutor retilíneo da figura 28.


Figura 28: Corrente elétrica de um condutor retilíneo.





Fonte: Adaptado pelo autor.

a)  \vec{B}

b)  \vec{B}

c) 

d) 

e) 

Resposta: B

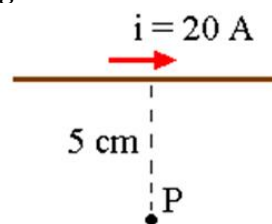
2) Vamos supor que uma corrente elétrica de intensidade igual a 5 A esteja percorrendo um fio condutor retilíneo. Calcule a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 2 cm do fio. Adote $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$.

- a) $B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- b) $B = 5 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- c) $B = 3 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d) $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- e) $B = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

Resposta: D

3) Para a figura abaixo, determine o valor do vetor indução magnética B situado no ponto P e marque a alternativa correta. Adote $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$, para a permeabilidade magnética (figura 29).

Figura 29: Corrente elétrica.



Fonte: Adaptado pelo autor.

- a) $B = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- b) $B = 8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- c) $B = 4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$
- d) $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- e) $B = 8 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

Resposta: B.

1.7. Aula 6. Força magnética sobre uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético.

Objetivo Geral: Compreender os preceitos da força magnética.

Objetivo Específico:

Determinar a força magnética de uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético;

Identificar os vetores força magnética e campo magnético com a regra da mão direita.

Força magnética sobre uma partícula carregada dentro de um campo magnético.

A força magnética, ou força de Lorentz, é resultado da interação entre dois corpos dotados de propriedades magnéticas, como ímãs ou cargas elétricas em movimento. No caso das cargas elétricas, a força magnética passa a existir quando uma partícula eletricamente carregada movimentar-se em uma região onde atua um campo magnético.

Considerando que uma carga pontual Q , com velocidade v , é lançada em uma região onde existe um campo magnético uniforme B , passa a atuar sobre ela uma força magnética com intensidade dada pela seguinte equação:

$$\vec{F}_{\text{mag}} = Q\vec{v}B\text{sen } \alpha \quad (10)$$

α - O ângulo entre os vetores da velocidade v e do campo magnético B .

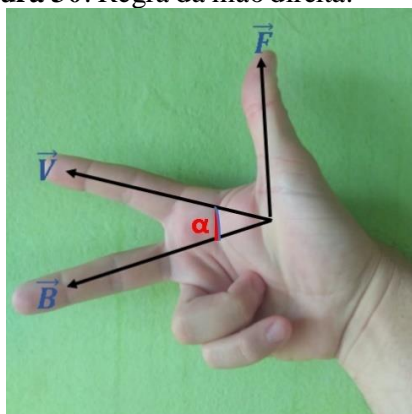
\vec{F}_{mag} - A força magnética

q - Carga elétrica

\vec{v} - A velocidade da partícula carregada dentro do campo magnético,

\vec{B} - O campo magnético

A direção do campo magnético é perpendicular ao plano que contém os vetores v e F , e o sentido é dado pela regra da mão direita (figura 30).

Figura 30: Regra da mão direita.

Fonte: Próprio autor

Na regra da mão direita o dedo indicador mostra a direção e o sentido da velocidade, o do meio a direção e o sentido do campo e o dedo polegar indica a direção e o sentido da força magnética. Veja que o dedo médio aponta na direção do campo magnético B , o indicador indica a direção da velocidade V com que a carga se movimenta e o polegar aponta no sentido da Força magnética F . O movimento adquirido pela carga elétrica ao entrar em contato com o campo magnético depende do ângulo em que ela foi lançada. Quando a partícula lançada possui velocidade paralela às linhas de indução do campo magnético, a força magnética é nula.

Observe que, nesse caso, para o ângulo $\alpha = 0^\circ$ ou $\alpha = 180^\circ$. A equação que utilizamos para calcular a força é zero. E o $\sin 0^\circ = \sin 180^\circ = 0$.

A cena 7 em que o personagem flutua no ar (figura 31) foi colocada para os alunos observarem. Foi questionado aos alunos como eles explicariam esse fenômeno utilizando os conceitos vistos até agora.

Figura 31: Voo do personagem.

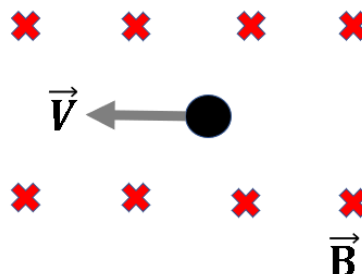
Fonte: *Print Screen* do filme *X-men Dias de um Futuro Esquecido* (2014).

O professor foi o intermediário da análise anotando as respostas dos alunos no quadro. É esperado que eles desenvolvam o conceito de força de campo para explicar como ocorre o voo do personagem.

Como aplicações foram realizados os seguintes exercícios.

1) Determinar a direção e sentido da força magnética sobre uma partícula positiva que se movimenta a uma velocidade V dentro do campo magnético uniforme B (figura 32).

Figura 32: Força magnética sobre uma partícula carregada dentro de um campo magnético.



Fonte: Adaptado pelo autor.

2) Suponha que uma carga elétrica de $4 \mu\text{C}$ seja lançada em um campo magnético uniforme de 8 T . Sendo de 60° o ângulo formado entre v e B , determine a força magnética que atua sobre a carga supondo que a mesma foi lançada com velocidade igual a $5 \times 10^3 \text{ m/s}$.

- a) $F_{\text{mag}} = 0,0014 \cdot 10^{-1} \text{ N}$
- b) $F_{\text{mag}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- c) $F_{\text{mag}} = 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ N}$
- d) $F_{\text{mag}} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ N}$
- e) $F_{\text{mag}} = 0,14 \cdot 10^{-1} \text{ N}$

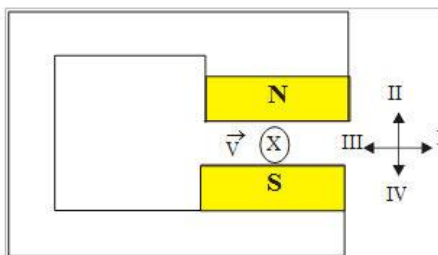
Resposta: D.

3) Imagine que $0,12 \text{ N}$ seja a força que atua sobre uma carga elétrica com carga de $6 \mu\text{C}$ e lançada em uma região de campo magnético igual a 5 T . Determine a velocidade dessa carga supondo que o ângulo formado entre v e B seja de 30° . Dados $\sin 30^\circ = 0,5$.

- a) $v = 8 \text{ m/s}$
- b) $v = 800 \text{ m/s}$
- c) $v = 8000 \text{ m/s}$
- d) $v = 0,8 \text{ m/s}$
- e) $v = 0,08 \text{ m/s}$

Resposta: C.

4) A figura representa os polos de um ímã e um feixe de elétrons penetrando no campo magnético deste ímã com velocidade V , perpendicularmente ao plano do papel (figura 33).

Figura 33: Polos de um ímã e um feixe de elétrons.

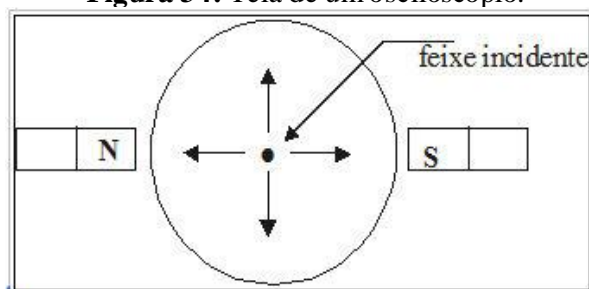
Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

O feixe de elétrons deslocar-se-á segundo a orientação dada pela seta:

- a) I b) II c) III d) IV e) nenhuma destas

Resposta: A.

5) A figura mostra a tela de um osciloscópio onde um feixe de elétrons, que provém perpendicularmente da página para seus olhos, incide no centro da tela. Aproximando-se lateralmente da tela dois ímãs iguais com seus respectivos polos mostrados, verificar-se-á que o feixe (figura 34):

Figura 34: Tela de um osciloscópio.

Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

- a) Será desviado para cima ↑.
 b) Será desviado para baixo ↓.
 c) Será desviado para a esquerda ←.
 d) Será desviado para a direita →.
 e) Não será desviado.

Resposta: B.

1.8 Aula 7. Força magnética em um condutor retilíneo.

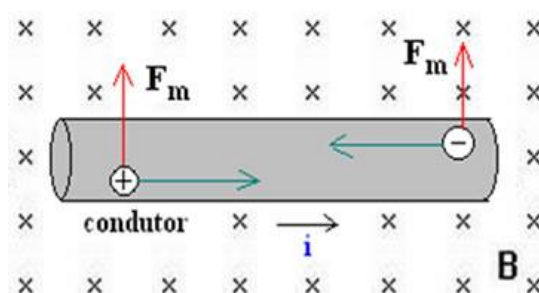
Objetivo Geral: Determinar a força magnética gerada por um condutor retilíneo.

Objetivos específicos: não é virgula

- Identificar o vetor campo magnético gerado por um fio.
- Identificar o vetor força elétrica.

Através da figura foi analisado quando colocarmos um determinado fio percorrido por uma corrente elétrica dentro de um campo magnético verifica-se que ele sofre a ação de uma força, que chamamos de força magnética, representada pela letra F (figura 35).

Figura 35: Força magnética sobre um fio com corrente elétrica dentro de um campo magnético.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Para determinar a direção e sentido da força magnética exercida sobre o condutor utilizamos a regra da mão direita. Colocamos os quatro dedos da mão direita no sentido da intensidade da corrente elétrica, procurando com os quatro dedos pelo ângulo menor o campo magnético, o dedo polegar indica o sentido da força magnética.

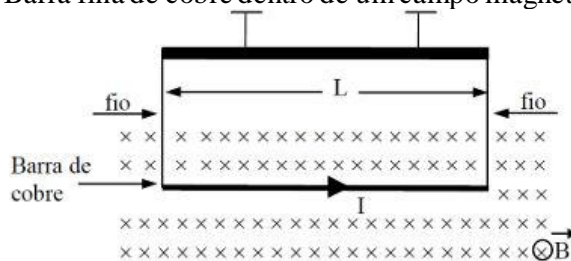
Quando aplicarmos a regra da mão direita para uma partícula negativa colocamos a mão direita de igual forma, só que o sentido da força magnética será o sentido oposto ao indicado pelo dedo polegar.

Foi esclarecido para os alunos quando utilizamos sentido da corrente nos referimos ao sentido do movimento dos portadores de carga, embora a intensidade da corrente elétrica é uma grandeza escalar.

Exercício de Aprendizagem

1. Uma barra fina de cobre está inicialmente suspensa por dois fios de massa desprezível. A barra está imersa em campo magnético uniforme, cuja orientação é perpendicular e entrando no plano da folha (figura 36). Represente o vetor da força magnética.

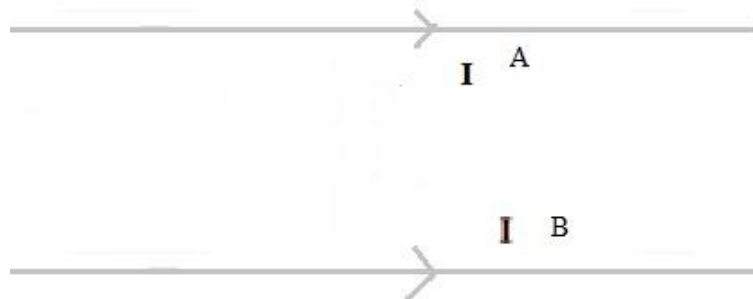
Figura 36: Barra fina de cobre dentro de um campo magnético.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Tarefa complementar. Utilizando a regra da mão direita, determinar a direção e o sentido da força magnética sobre dois condutores paralelos percorridos por intensidades da corrente elétrica opostas entre si (figura 37).

Figura 37. Condutores paralelos com intensidade da corrente.

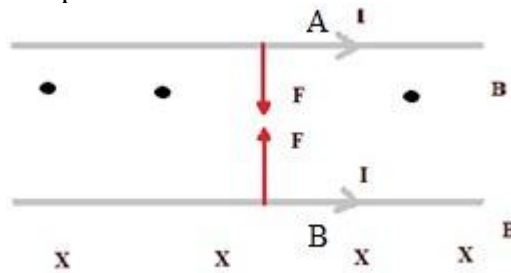


Fonte. O próprio autor

Resposta da tarefa complementar: Foi analisado com os alunos a direção e o sentido do campo magnético associado a cada condutor com a utilização da regra da mão direita.

Para determinar a direção e o sentido da força magnética no condutor B devido à presença do condutor A. Primeiramente determinamos a direção e o sentido do vetor indução magnético associado ao condutor A, então o condutor B encontra-se em um campo magnético cujas linhas de indução estão entrando na folha do papel. Colocando os quatro dedos da mão direita no sentido da intensidade e procurando ainda com os quatro dedos pelo ângulo menor o campo magnético B. o dedo polegar indica a direção e o sentido da força magnética. De igual forma analisamos a o condutor A.

Figura 38: Condutores paralelos com intensidades da corrente em igual sentido.



Fonte: Próprio autor.

1.9 Aula 8: Lei de Faraday e Lei de Lenz

Objetivo Geral: Compreender os preceitos das Leis de Faraday e Lei de Lenz

Objetivos específicos:

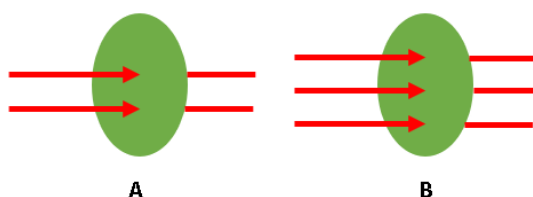
- Relacionar as leis de Faraday e lei de Lenz
- Identificar a aplicação das leis de Faraday e lei de Lenz

A aula pode ser iniciada com uma conversa sobre o eletromagnetismo e o nome da teoria que explica a relação entre a eletricidade e o magnetismo. Desenvolvido por James Maxwell, esse conceito baseia-se no conceito de campo eletromagnético. As chamadas equações de Maxwell demonstravam que os campos elétricos e magnéticos eram manifestações de um só campo eletromagnético e descreviam a natureza ondulatória da luz, mostrando-a como uma onda eletromagnética.

A partir disso, surgiu o fluxo de indução ou fluxo magnético, que funciona da seguinte forma: imagine as linhas de campo magnético atravessando a área A de uma superfície. Quando aumenta o número de linhas de indução do campo magnético que atravessam essa superfície, aumenta o fluxo magnético. Da mesma forma, ao diminuirmos o número de linhas, também diminui o fluxo de indução.

Considerando iguais as áreas da figura 39 A. O fluxo do campo magnético na figura 39 B é maior por que maiores quantidades de linhas de indução estão atravessando a superfície

Figura 39: Fluxo do campo magnético.



Fonte: Adaptado pelo autor.

A representação magnética do fluxo do campo magnético é a seguinte:

$$\Phi = \vec{B}A \cos \theta \quad (14)$$

Φ - O fluxo das linhas de campo magnético através de uma superfície;

B - A intensidade do campo magnético;

A - A área da superfície atravessada pelas linhas de campo magnético;

θ - O ângulo formado entre a normal à superfície atravessada e as linhas de campo.

O fluxo do campo magnético é uma grandeza escalar relacionada com o número de linhas de indução. A unidade de Fluxo magnético no Sistema Internacional de Unidades é $T \times m^2 = W$.

T- Tesla; W – Weber

Assim, quando as linhas de campo forem paralelas à espira, o fluxo será nulo quando o ângulo $\theta = 90^\circ$ e quando $\cos 90^\circ = 0$.

O inglês Michel Faraday descobriu que a variação de um campo magnético está associada a uma corrente elétrica. Para obtê-la, basta mudar a posição do material condutor ou alterar a posição do material que está associado ao campo magnético.

Ao estudar a lei de Faraday, o físico russo Heinrich Friedrich Lenz enunciou a lei que determina o sentido da corrente elétrica induzida numa espira. Ela afirma que a corrente elétrica induzida tem um sentido que se opõe (por seus efeitos) à variação do fluxo das linhas de campo associadas a ela. Quando o condutor é um circuito fechado, como no caso de uma espira que se movimenta no interior de um campo magnético, teremos o surgimento de uma corrente elétrica nesse condutor, que se chama corrente induzida.

Por meio dessa lei, Lenz diz que a força eletromotriz é igual ao negativo da variação do fluxo magnético no interior da espira, ou seja, essa lei especifica o sentido da força eletromotriz induzida. Nesse caso, o sentido da corrente elétrica é anti-horário para quando o norte do ímã se aproxima da espira ou conjunto de espiras.

Em 1845, Franz Ernest Neumann escreveu matematicamente a Lei de Faraday estabelecendo uma relação entre a força motriz e o fluxo magnético num determinado intervalo de tempo:

$$\epsilon_i = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad (12)$$

ϵ_i - A força eletromotriz (fem) na espira;

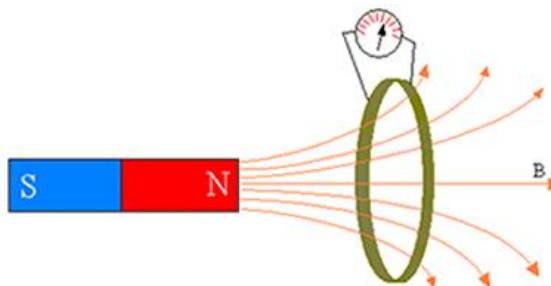
$\Delta\Phi$ - A variação do fluxo das linhas de campo através da espira;

Δt - A variação de tempo.

Definida a condição para que exista a corrente induzida, falta ainda explicar como obter o sentido dessa corrente. Quem elaborou a explicação mais simples para isso foi o físico Heinrich Friedrich Lenz. Segundo ele:

O sentido da corrente induzida é tal que o campo magnético por ela produzido se opõe à mudança de fluxo que se originou.

Figura 40: Fluxo magnético.



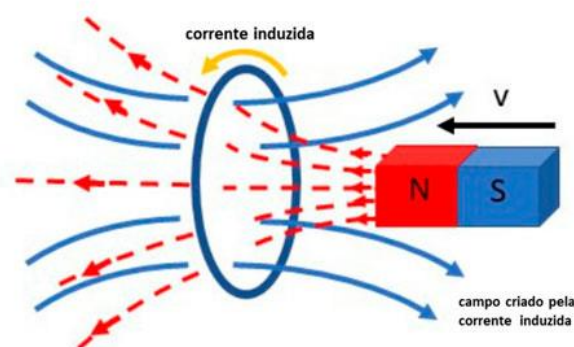
Fonte:

<https://s3.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/7f93fe54812dd3aa384fc8e5ca5439f6.jpg>

Como mostra a figura 40, o campo magnético \vec{B} criado pelo ímã se aproxima da espira, de modo que o fluxo magnético no seu interior também aumenta. Segundo a Lei proposta por Lenz, a corrente induzida se opõe ao aumento de fluxo magnético. Para que tal fato aconteça, a corrente induzida na espira deve criar um campo magnético \vec{B}' de modo que o fluxo de (\vec{B}') através da espira tenha valor contrário ao do fluxo \vec{B} . Em consequência disso, deduzimos que \vec{B}' deve ter sentido oposto ao de \vec{B} , como mostra a

figura 49. Se aplicarmos a regra da mão direita obtemos que a corrente induzida possui o sentido indicado na figura 41.

Figura 41: Intensidade da corrente induzida pelo campo magnético.

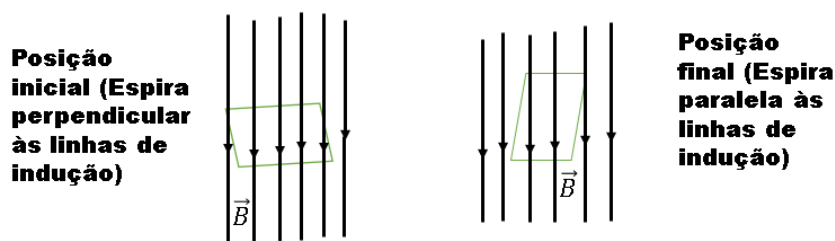


Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

Além dos cálculos foi visto a aplicação da indução eletromagnética pelo homem, como geradores de corrente alternada, transformadores, motores elétricos e produção de energia elétrica nas usinas. Aplicados exercícios de aprendizagem.

1) (**Acafe-SC**) A principal aplicação da Indução Magnética, ou eletromagnética, é a sua utilização na obtenção de energia. Podem-se produzir pequenas f.e.m. com um experimento bem simples. Considere uma espira quadrada com 0,4 m de lado que está totalmente imersa num campo magnético uniforme (intensidade $B = 5,0 \text{ Wb/m}^2$) e perpendicular às linhas de indução. Gira-se essa espira até que ela fique paralela às linhas de campo (figura 42).

Figura 42: Posição da espira em relação às linhas de indução.



Fonte: Adaptado pelo autor.

Sabendo-se que a espira acima levou 0,2 segundos para ir da posição inicial para a final, a alternativa correta que apresenta o valor em módulo da f.e.m. induzida na espira, em volts, é:

- a) 1,6
- b) 8
- c) 4
- d) 0,16

Resposta: B

2) Marque a alternativa correta a respeito da Lei de Lenz:

- a) A Lei de Lenz determina a relação entre a variação do fluxo magnético e a variação do tempo.
- b) Pela Lei de Lenz, pode-se determinar a força eletromotriz induzida em um circuito.
- c) A Lei de Lenz diz que a corrente elétrica induzida em um circuito é tal que sempre gera um campo magnético no mesmo sentido do campo externo.
- d) A Lei de Lenz diz que a corrente elétrica induzida em uma espira sempre gera um campo magnético oposto ao campo magnético variável que lhe deu origem.
- e) A Lei de Lenz é o motivo do sinal positivo da Lei de Faraday.

Resposta: D.

1.10 Aula 9. Avaliação

Objetivo Geral: Realizar um mapa conceitual final contemplando todos os conceitos estudados sobre magnetismo.

Objetivos Específicos:

- Relacionar os conceitos magnéticos;
- Organizar hierarquicamente os conceitos no mapa conceitual

Os alunos serão orientados a realizar um mapa conceitual envolvendo os conceitos adquiridos sobre campo magnético sem consulta no livro, em sala de aula

Conclusão

Sabendo que não há receita ou metodologia definitiva quando se trata de situações de ensino. Este produto educacional pode ser utilizado como alternativa por professores de física. Podendo ser aplicado seguindo as instruções da sequência didática ou utilizando as metodologias que mais se adequam as aulas dos professores.

O produto educacional foi aplicado em uma turma de terceiro ano, onde houve uma boa aceitação por parte dos alunos. Foi possível desenvolver aulas dinâmicas em que a maioria dos alunos participaram. Nesta turma foi comprovada o desenvolvimento da aprendizagem significativa nos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 2001, p. 1-13.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** v. 1. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão.** Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CAMARGO, S. C.; Silva, A. C. R. **Historias em quadrinhos no ensino de ciências: Um olhar sobre o que foi produzido nos últimos doze anos no ENEQ e ENPEC.** IN: **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p 133-150, Curitiba 2017. NAPOLITANO, M. Como usar o cinema na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2005.

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. **Atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos.** Experiências em Ensino de Ciências v.13, n.1, 2018.

CLEBSCH, A. B. **Realidade ou ficção? A análise de desenhos animados e filmes motivando a física na sala de aula.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

DE SOUZA, G. F.; PINHEIRO, N. A. S. M.; MIQUELIN, A. F. **Mapas conceituais no ensino de ciências: uma proposta para a aprendizagem significativa de conceitos científicos nos anos iniciais Me.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná Revista Educere Et Educare, v. 13, n. 30, 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física.** 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, v.4. 2009.

LIMA, M. C. **Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação.** Editora Científica. DOI: 10.13058/raep. v.16, n. 4.p. 385, 2015.

NUSSENZWEIG, M. **Física Básica**, v. 3, Editora Edgard Bluche, 2ª edição. 2015.

PASINI, M.; SANTOS, E. G.; ANJOS, C. S. **O Uso de Filmes Comerciais no Ensino de Ciências: Uma Breve análise do evento ENPEC**. Salão do Conhecimento. Rio Grande do Sul, 2016.

PEREIRA, D. R. de O; AGUIAR, O. **Ensino de Física no nível Médio: Tópicos de Física Moderna e Experimentação**. Revista Ponto de Vista, Viçosa, v.03, p.65-81, 2006.

PIASSI, L. P; PIETROCOLA, M. **Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de “encontrar erros em filmes”**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 525-540, 2009.

PIETROCOLA, M.; POGGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T, R. **Física em Contextos 3 – 1**. Ed – Editora do Brasil. São Paulo, 2016.

REIS, C. L.; STEFFANI, M. H. **Pequenos projetos de física no ensino não formal**. Textos de apoio ao professor de física, IF-UFRGS, v. 25, n. 6, 2014.

SÉRÉ, M. G.; NUNES, S. M. C. A. D. **O papel da experimentação no ensino da física**. Cad.Bras.Ens.Fís., v.20, n.1: 30-42, 2003.

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C.; COELHO, A. A. **O Uso do Cinema no Ensino de Física no Ensino Médio. Experiências Em Ensino de Ciências – v. 5**, p 93-106, 2010.

BÚSSOLA de copo d'água. Unesp. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele13.htm#:~:text=Coloque%20um%20ímã%20sobre%20ou,o%20papel%20ao%20mesmo%20tempo.>> Acesso em: 21 de jul. de 2019.

ELETROMAGNETISMO. Fismática Sistema didático. Disponível em: <http://www.fismatica.com.br/Fisica/Fisica_03/Eletromagnetismo/Magnetismo/Eletromagnetismo_Aula_01_Magnetismo_Campo_Magnetico_9473642845.html> Acesso em: 21 de março de 2020.

EXERCÍCIOS de física. Mundo educação. uol. Disponível
<<https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica>>. Acesso em: 17 de
abr. de 2020.