PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

RICARDO HENRIQUE BARROZO VIANA KETTENHUBER

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal do Acre no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo – UFAC

Rio Branco, Acre.
Setembro de 2020

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MEDIO

RICARDO HENRIQUE BARROZO VIANA KETTENHUBER

Orientadora:

Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo - UFAC

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (nome dado na instituição) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

_____

Prof. Dr.

_____

Profa. Dra.

_____

Prof. Dr.

Rio Branco, Acre
Setembro de 2020

Dedico este trabalho aos meus pais, exemplos de perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha querida orientadora, Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernández Angulo, pela paciência, dedicação e disposição durante todo o processo de construção deste trabalho.

Á Profa. Dra. Bianca Martins Santos, Coordenadora do MNPEF, pela sempre cordial atenção e contribuição em todas as situações, meus sinceros agradecimentos.

A CAPES pelo incentivo e investimento na educação, contribuindo na formação e especialização de profissionais de diversas áreas.

Ao MNPEF e todos colaboradores pelo desenvolvimento do curso e por darem oportunidade não somente aos físicos de formação, mas também aos físicos de coração.

Ao meu amigo e mestre Ronilson da Silva Lima pelos conselhos e por compartilhar seus conhecimentos.

A todos os professores do programa de mestrado pelas aulas, preocupação com o nosso desempenho, cordialidade e disposição durante o curso do programa.

Aos meus colegas de sala que tornaram, com sua camaradagem e alegria contagiante, mais fácil esta jornada.

Em especial o meu reconhecimento à minha família, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos que mesmo na minha ausência incentivaram a participação neste programa.

Aos alunos que contribuíram direta e indiretamente neste trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Você será diferente.
As vezes, você se sentira rejeitado.
Mas nunca estará só.
Você farás da minha força a sua.
Você verá minha vida através dos seus olhos...
assim como a sua será vista através dos meus.”

Superman – O Retorno

RESUMO

Ricardo Henrique Barrozo Viana Kettenhuber

Orientadora:

Profa. Dra. Esperanza Lucila Hernandez Angulo - UFAC

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - polo 59/UFAC/Rio Branco no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O objetivo do trabalho foi contribuir com o processo de ensino aprendizagem de Física no ensino médio através de recursos didáticos utilizados no conteúdo de magnetismo. O trabalho apresenta discussão no referencial teórico os seguintes temas: teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a utilização de cenas de filmes em sala de aula, uso de mapas conceituais, desenvolvimento de projetos, experimentação e sequência didática. Realizou-se para este material uma revisão dos conteúdos físicos fundamentais relacionados com o tema tratado. A sequência didática sobre o magnetismo foi aplicada numa turma do terceiro ano de uma escola pública do Distrito de Extrema, Rondônia. Consideramos que o desenvolvimento da sequência despertou maior interesse e motivação por esses conteúdos, com melhoria no processo cognitivo dos alunos. A partir dos resultados obtidos na aplicação da sequência didática desenvolveu-se um produto educacional denominado "O Poder do Magnetismo" direcionado para os professores de ensino médio.

Palavras-chave: magnetismo, ensino médio, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The objective of the work was to contribute to the teaching and learning process of Physics in high school through didactic resources used in the magnetism content. The work presents discussion in the theoretical framework the following themes: David Ausubel's theory of significant learning, the use of film scenes in the classroom, use of concept maps, project development, experimentation and didactic sequence. It took place for this material, a review of the fundamental physical contents related to the treated topic was carried out. The didactic sequence on magnetism was applied to a third-year class at a public school in the District of Extrema, Rondônia. We consider that the development of the sequence aroused greater interest and motivation for these contents, with an improvement in the students' cognitive process. From the results obtained in the application of the didactic sequence, an educational product called “The Power of Magnetism” was developed, aimed at high school teachers.

KEYWORDS: Magnetismo, High School, Significant Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Energia térmica..... 20
Figura 2: Formação de novos conceitos..... 22
Figura 3: Mapa conceitual sobre eletrostática. 27
Figura 4: Primeira aparição do Magneto nas histórias em quadrinhos..... 31
Figura 5: Terrella de Gilbert – as setas são bussolas que simulam a ação do campo magnético terrestre. 35
Figura 6: Exemplo de mapa conceitual..... 42
Figura 7: Magneto parando e desviando mísseis. 44
Figura 8: A Magneto é alvejado por tiros B cria um campo magnético. 44
Figura 9: Magneto: A. Faz o guarda levitar. B. Retira o ferro. C. Faz uma arma de ferro. 45
Figura 10: A. Manipulação do campo magnético. B. Caminhões desmontados C. São arremessados. 46
Figura 11: Magneto movimenta uma moeda..... 46
Figura 12: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimenta no ar. 47
Figura 13: Imã atrai clipes..... 48
Figura 14: Imã retangular e clipes a distâncias diferentes..... 48
Figura 15: Atração dos clipes pelo imã..... 49
Figura 16: Magneto: A. O Magneto utiliza seus poderes. B. Destrói ponte. C Movimenta ponte. 49
Figura 17: Linhas de indução do campo magnético de um imã retangular..... 49
Figura 18: Imãs artificiais mais comuns. 50
Figura 19: Imã retangular..... 50
Figura 20: Inseparabilidade dos polos do imã. 51
Figura 21:Interação dos polos magnéticos..... 52
Figura 22: Magneto para mísseis em movimento 52
Figura 23: O Magneto flutuando no ar. 54
Figura 24: Linhas de indução do campo magnético..... 55
Figura 25: Magneto para mísseis em movimento. 56
Figura 26: Atração dos polos do imã 56
Figura 27: Materiais para a construção da bússola..... 57
Figura 28: A - Bússola fechada, B - Bússola aberta..... 58
Figura 29: Bússola digital. 58
Figura 30: Interação entre os polos dos imãs..... 59
Figura 31: Interação gravitacional..... 60
Figura 32: Campo gravitacional..... 61
Figura 33: Linhas de indução. 62
Figura 34: Regra da mão direita.....62
Figura 35: Corrente elétrica de um condutor retilíneo.....64
Figura 36: Corrente elétrica.....65
Figura 37: Regra da mão direita.....66
Figura 38: Voo do personagem.....67
Figura 39: Força magnética sobre uma partícula carregada dentro de um campo magnético. 67
Figura 40: Polos de um imã e um feixe de elétrons. 68
Figura 41: Tela de um osciloscópio.....68
Figura 42: Força magnética sobre um fio com corrente elétrica dento de um campo magnético.....69
Figura 43: Barra fina de cobre dentro de um campo magnético.....70

Figura 44: Condutores paralelos com intensidades da corrente em igual sentido.....71
Figura 45: Condutores paraleos. 71
Figura 46: Fluxo magnético.....72
Figura 47: Mapa conceitual diagnostico do aluno 1.....74
Figura 48: Intensidade da corrente induzida.....74
Figura 49: Posiçao da espira.....75
Figura 50: Mapa conceitual diagnóstico. 83
Figura 51: Mapa diagnóstico. 84
Figura 52: Mapa conceitual
final.....85

Figura 53: Mapa conceitual final do aluno 2. 86
Figura 54: Mapa diagnóstico do aluno 3.....87
Figura 55: Mapa conceitual final do aluno 3.....88
Figura 56:Comentário de aluno.....91
Figura 57: Comentário do aluno. 92
Figura 58: Critérios de aceitação das atividades.....92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Temas abordados na sequência didática..... 40
Tabela 2: Localização de cenas segundo o tempo..... 41
Tabela 3: Comparação dos mapas diagnostico e final confeccionados pelos alunos de forma individual..... 88
Tabela 4. Resultados dos exercícios resolvidos na sala de aula..... 90

LISTA DE ABREVIATURAS

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)

Sumário

INTRODUÇÃO.....14
CAPÍTULO 1: **Referencial Teórico** 18
1.1. A teoria da aprendizagem segundo a visão de David Ausubel..... 18
1.2. A utilização de cenas de filmes em sala de aula 22
1.3. O uso de Mapas Conceituais no ensino de Física 25
1.4. Os experimentos no ensino de Física 27
1.5. Utilização de Sequência Didática no ensino de Física 28
1.6. Conteúdos físicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa. 31
1.6.1 Origem do magnetismo..... 32
1.6.2. Propriedades magnéticas 34
1.6.3. Campo magnético..... 35
1.6.4 Força magnética 36
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA.....38
2.1. Grupo-alvo..... 39
2.3. Desenvolvimento da sequência didática 40
2.3.1. Aula 1: Elaboração de mapas conceituais..... 40
2.3.2. Aula 2: O magnetismo. Cenas de Filme *X – Men*..... 42
2.3.3. Aula 3: Características dos imãs, interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos**.**..... 48
2.3.4. Aula 4**:** Construção de uma bússola artesanal em sala de aula 55
2.3.5. Aula 5: O Campo magnético. Indução magnética. 58
2.3.6. Aula 6: Força magnética sobre uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético. 64
Aula 7: Força magnética em um condutor retilíneo..... 68
Aula 8: Lei de Faraday e Lei de Lenz 70
Aula 9: Avaliação 75
3. RESULTADOS 75
3.1. Primeira etapa. Elaboração da metodologia da pesquisa 75
3.2. Desenvolvimento da sequência didática 75
3.3. Análise da utilização dos recursos didáticos durante a aplicação da sequência didática. 75
3.3.1. O uso das cenas do filme *X-Men*..... 75
3.3.2. Realização de experimentos 78

3.3.3. Avaliação diagnóstica sobre o conceito de campo através de mapas conceituais iniciais e mapas conceituais finais 81
3.3.4. Exercícios realizados pelos alunos durante a aplicação da sequência didática 89
Conclusão 94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 96
PRODUTO EDUCACIONAL 104

INTRODUÇÃO

A disciplina de Física é um dos componentes das ciências da natureza, presente no cotidiano dos alunos. Seja em notícias de jornais, rede social, ou até mesmo em seriados, filmes, dentre outras diferentes mídias. Mesmo tendo toda essa bagagem cultural, é uma disciplina que os alunos apresentam certa dificuldade.

O ensino de Física no nível médio tem chamado atenção, devido aos baixos resultados no *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM), que apesar de haver um pequeno aumento em relação aos anos anteriores ainda os resultados são considerados inferiores com relação a outras áreas do conhecimento (SOUZA, 2014). Existe uma grande dificuldade por parte dos alunos nessa área do conhecimento (COSTA, 2015).

As matérias de física, matemática e química são vistas por muitos pré-vestibulandos como vilãs. Para eles, números, cálculos e fórmulas transformam as questões da área de exatas em verdadeiros desafios. E, de fato, são essas disciplinas que lideram a lista dos conteúdos com menor índice de acertados no Enem. A taxa de acertos foram as menores comparadas com outras disciplinas. Em física o índice de acerto foi de 26%. Foi o que constatou um levantamento do aplicativo App Prova, que analisou a quantidade de questões acertadas e erradas por todos os alunos que fizeram as provas entre 2009 e 2014. Os dados utilizados são do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep, 2016).

É muito comum durante aulas os alunos se deparem com termos científicos que muitas vezes não fazem sentido e cálculos intermináveis que carecem de objetividade. O vocabulário utilizado na disciplina é bem específico e caso não haja uma problematização antes de iniciar um novo conceito, este fica sem logicidade e as aulas tornam-se tediosas e cansativas, prejudicando o processo de ensino-aprendizagem.

Mas como defende Bizzo (2009), a terminologia científica não é uma forma pomposa por isso não deve ser abolida da sala de aula. Para aprender ciência é necessário saber alguns nomes, conhecer classificações, deter a estrutura e a lógica de certos conhecimentos, isso amplia a capacidade de compreender e dar sentido ao mundo, da forma como uma comunidade escolarizada o entende.

A grande dificuldade do ensino de Física está em associar o que está sendo estudado ao cotidiano. O aluno acha desestimulante aquilo que está fora da sua realidade ou de suas

preferências, então se pretende fazer uso de vários recursos didáticos como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e assim torne-se interessante.

Atualmente muitos filmes, séries, livros e quadrinhos exploram a ciência em seus roteiros, misturando teorias reais com ficção. Apesar das teorias físicas nesses filmes serem adaptadas para terem um apelo visual maior, estas cenas podem servir para induzir os alunos ao questionamento. É o caso do filme de "*X-Men*" que tem personagens como Magneto que controla o magnetismo terrestre, "Os Vingadores" envolvendo nanotecnologias e robótica, e até mesmo series como "Flash", onde são abordados vários temas como as Leis de Newton e a cinemática.

Nesse caso a imaginação e criatividade serão usadas constantemente como instrumento de aprendizagem. O conhecimento do aluno terá papel importante durante o processo. Desse modo o aluno poderá agregar as informações que já possui e remodelá-las de acordo com os novos conceitos, caracterizando uma aprendizagem significativa.

A questão está em aguçar a curiosidade do aluno através de questões como: o que está no filme pode ser real ou não passa de ficção? Até onde a cena de ação do filme pode acontecer na realidade? A partir desse questionamento o aluno pode ter interesse em pesquisar se o que ele assiste pode mesmo acontecer e caso não ocorra, qual o motivo e qual conceito físico envolvido. Por exemplo, até que ponto a tecnologia do Homem de Ferro é real? Existem várias pessoas com deficiência com próteses mecânicas que praticam esportes, dentre outras coisas. Tudo isso poderá ser trabalhado em sala de aula, a partir dos questionamentos dos alunos. Assim o aluno poderá distinguir aquilo que pode ocorrer ou que não passa de ficção, justificando isso.

As aulas de física muitas vezes tornam-se monótonas devido o curto espaço de tempo e a grade curricular extensa. Muitas vezes faltam laboratórios e materiais para propor aulas mais dinâmicas (PEREIRA, 2018). Por isso existe a necessidade de a disciplina ser abordada de forma diferente, para que haja um melhor aproveitamento e assim o educando possa relacionar fenômenos da natureza que o cercam com a teoria.

A partir desse ponto surge a ideia de abordar os conhecimentos físicos dos alunos adquiridos no dia a dia, com a necessidade de relacionar o que está sendo estudado na escola e o que está sendo consumido em outras mídias a fim de promover a motivação, potencializar o aprendizado e assim melhorar o desempenho escolar desses alunos.

Com a finalidade de colaborar com o processo de ensino aprendizagem de Física no ensino médio foi elaborado um material curricular dirigido para professores de física de ensino médio correlacionando cenas de filmes de ficção com o conteúdo eletromagnetismo do

terceiro ano, embasado nos preceitos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Para que haja aprendizagem significativa serão exploradas várias metodologias que serão usadas em sala de aula, como mapas conceituais, vídeos, experimentos e execução de projetos.

Objetivo

Contribuir com o processo de ensino aprendizagem em física através de um produto educacional formado por uma sequência didática utilizando como recursos cenas do filme *X-Men*, experimentos simples com materiais de fácil acesso, elaboração de projeto para o desenvolvimento de uma experimentos, exercícios de aplicação e mapas conceituais para abordagem do magnetismo no ensino médio.

Objetivos Específicos

1. Pesquisar a literatura necessária para o desenvolvimento do trabalho.

2. Elaborar uma sequência didática sobre os conteúdos de Magnetismo para o ensino médio.

3. Aplicar a sequência didática com alunos do terceiro ano de uma escola de ensino médio

3. Analisar os resultados da aplicação da sequência didática.

4. Elaborar um produto educacional para uso dos professores de Física de ensino médio.

Pesquisa e Delimitação

Para a construção da pesquisa tentamos responder as seguintes perguntas no tratamento dos conteúdos do magnetismo: (i) Como promover aprendizagem significativa nos alunos; (ii) De que modo pode-se motivar o estudo; Como abordar os temas de modo não tradicional; (iii) Qual a importância do uso de cenas de filmes nas aulas de Física; Como os experimentos podem contribuir para o ensino aprendizagem no conteúdo de magnetismo; De que forma podemos colaborar para o desenvolvimento de projetos; Como os mapas conceituais podem contribuir para a aprendizagem.

Foram utilizados mapas conceituais como avaliação e por meio de exercícios de aplicação para identificar se as metodologias propostas contribuíram para o ensino de física e se houve ou não aprendizagem significativa.

E para alcançar os objetivos foi desenvolvida uma sequência didática aplicada na turma do último ano do Ensino Médio de uma escola da zona rural no município de Extrema - Rondônia através da interação aluno professor para relacionar as cenas dos filmes da franquia *X-Men* com o dia a dia dos alunos.

Hipóteses:

- Um material curricular formado por uma sequência didática com utilização de vários recursos didáticos sobre os conteúdos de magnetismo contribuirá com o ensino de Física?
- Os alunos se sentirão estimulados a estudar física quando relacionamos os conteúdos com atividades mais próximas a seu dia a dia?

CAPÍTULO 1: Referencial Teórico

1.1. A teoria da aprendizagem segundo a visão de David Ausubel.

A teoria da aprendizagem significativa foi introduzida no Brasil na década de 1960 pela Universidade Católica de São Paulo e desde então passou a ser base de estudos e pesquisas, servindo de contraponto com o Behaviorismo na época (RONCA, 1994). O pensamento corrente era que o meio influenciava o sujeito e o conhecimento que os estudantes sabiam não tinham importância no aprendizado. Ausubel desenvolveu sua teoria baseado nas suas experiências pessoais frustradas, em que seus conhecimentos prévios não eram levados em consideração por professores (SILVA, SCHIRLO, 2014).

David Ausubel (1980) defendia que quanto mais sabemos mais aprendemos. O sujeito para aprender significativamente amplia e reconfigura ideias já preexistentes na estrutura mental sendo capaz de relacionar e desenvolver novos conteúdos. Cabe ao professor propor situações que favoreçam o aprendizado.

> As situações de aprendizagem devem se desenvolver a partir das experiências significativas vividas anteriormente por eles na escola ou fora dela, pois elas os levam a construir, mais facilmente, ideias a respeito dos fenômenos. Além disso, por estarem baseadas em experiências cotidianas, essas ideias costumam ser sólidas e, muitas vezes, incompatíveis como conceitos científicos que o professor pretende-lhes apresentar. Por esse motivo, é necessário que se estabeleçam vínculos entre o que é apresentado ao aluno, e aqueles conhecimentos que já integram a sua estrutura cognitiva (PCN, 1999 p.52).

A aprendizagem significativa pode ocorrer de várias formas, por tentativa e erro, comparações, analogias, obtendo dados e elaborando conjecturas.

> Com isso, o aluno pode exercer sua cidadania de forma plena, participando com habilidades, atitudes e valores que somaram na sociedade. A família juntamente com a escola, priorizando o questionamento por parte da criança, favorecendo o crescimento de um perfil que possa lidar com diversas situações, favoráveis ou não (KLAUSEN, 2017, p. 4).

A aprendizagem significativa o processo de ensino necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, a informação deverá interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura do aluno (PELIZZARI, 2002). Os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento prévio que o aluno possui. Ausubel define este conhecimento prévio como “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”. Para Pelizzari (2012), os subsunçores são estruturas de conhecimento específico que podem ser

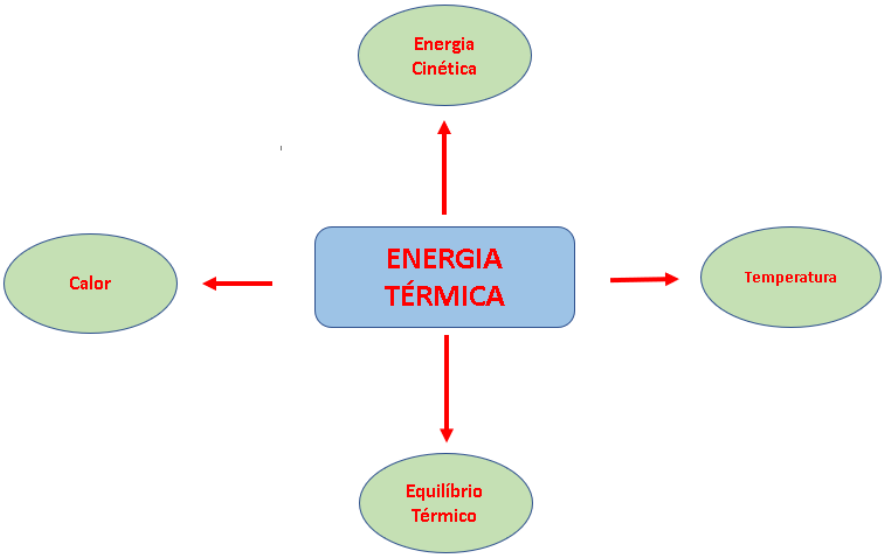
mais ou menos abrangentes de acordo com a frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunto com um dado subsunçor.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A partir de um conceito geral (já incorporado pelo aluno) o conhecimento pode ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido (AUSUBEL, 1982).

De acordo com o próprio autor a aprendizagem significativa acontece quando uma nova informação se ancora em conceitos relevantes (subsunçores) já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Além disso, ele define estruturas cognitivas como estruturas hierárquicas de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. Afim de que ocorra a aprendizagem significativa deve haver o crescimento e modificação do conceito subsunçor. A partir de um conceito geral, presente na estrutura cognitiva do aprendiz, o conhecimento pode ser construído ligando a novos conceitos facilitando a compreensão de novas informações, dando real significado ao conhecimento aprendido.

A teoria de Ausubel (1980) distancia-se de o tradicionalismo pelo fato do aprendiz não receber um conceito rígido, ele vai moldando esse conhecimento a partir de subsunçores presentes no indivíduo. Por exemplo, a partir do conceito de energia térmica o aluno pode fazer ligações com outros conceitos como temperatura, calor, equilíbrio térmico, calor específico (figura 1).

Figura 1: Energia térmica.



Fonte: O próprio autor.

Os subsunçores são essenciais para a ancoragem de novos conceitos para que ocorra aprendizagem significativa. Porém existem casos em que o conhecimento é completamente novo para o aprendiz, então se faz necessário formar estes subsunçores por meio de aprendizagem mecânica. Mesmo que pouco elaborados estes conceitos básicos servirão de base para novos conceitos que se formarão. Outra maneira possível de formação de conceitos ocorre com crianças pequenas, o qual envolve abstrações e generalizações de conceitos específicos (MOREIRA, 1999).

Ausubel (1980) recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de base para uma nova aprendizagem e que levem a formação de novos subsunçores, facilitando a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia que manipula a estrutura cognitiva com o objetivo de auxiliar a aprendizagem significativa.

Para que aconteça a aprendizagem significativa o material a ser aprendido deverá ser relevante para o aluno, de maneira não arbitrária e não literal, sendo esse material chamado de potencialmente significativo. Outra condição é que haja uma disposição do aprendiz para relacionar de maneira substantiva o novo material à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

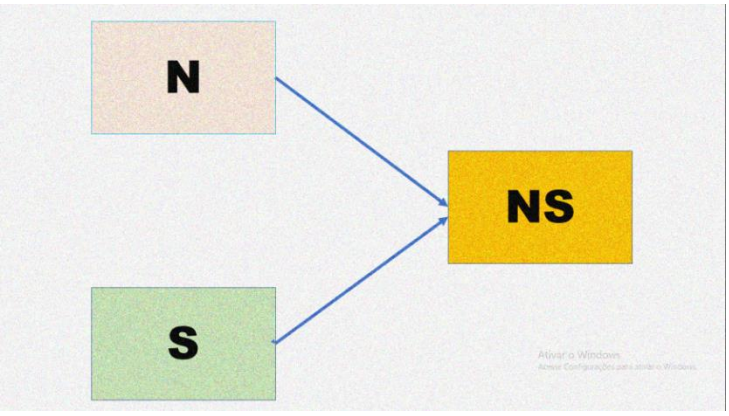
Para Ausubel (2003), existem três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem representacional é o necessário para que haja os outros dois. Trata-se de atribuir significados a determinados símbolos, ou seja, identificar os símbolos com seus referentes. Um exemplo é atribuição de sons as letras consideradas como símbolos.

A aprendizagem de conceitos é considerada um tipo de aprendizagem representacional, pois os conceitos são representados por símbolos únicos. São genéricos, apresentando abstrações dos atributos essenciais aos referentes, como o significado de uma palavra (AUSUBEL, 2003).

Na aprendizagem proposicional há o aprendizado de ideias em forma de proposição, ou seja, aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras que compõem a proposição. Como exemplo a compreensão da importância do magnetismo para o planeta (MOREIRA, 1999).

Segundo Ausubel (1983), a teoria da assimilação explica o processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, assim como para a retenção, podendo ser representado no esquema proposto da figura 2.

Figura 2: Formação de novos conceitos, onde N é a nova informação (potencialmente significativa), S o conceito subsunçor, já presente na estrutura cognitiva do aluno, e NS seria o resultado relacionado que modifica o subsunçor, a informação assimilada.



Fonte: Adaptada de Moreira, 1997.

Portanto, esse processo ocorre quando um novo conceito é assimilado ao conceito preexistente no indivíduo, se relacionando. Nessa interação o novo conceito é subsunçor modificado (TAVARES, 2008).

Segundo Ausubel (1980), quando a nova informação adquire significado por meio de interação com subsuçores, ela apresenta uma subordinação com a estrutura cognitiva preexistente, sendo chamada de aprendizagem subordinada. Quando a informação é ampla demais para ser assimilada por qualquer subsunçor existente, sendo mais complexo é chamada aprendizagem superordenada. Por exemplo, se o indivíduo possui os subsunçores para processos de eletrização por atrito, contato e induçõ, e depois aprende o sobre lei de Coulomb, este último sendo mais abrangente o indivíduo passa assimilar os outros três.

A aprendizagem combinatória ocorre quando uma nova informação é adquirida e é ampla demais para ser absorvida por outro subsunçor, ou o inverso, quando a nova informação não é abrangente suficientemente para ser absorvida por outro subsunçor (MOREIRA, 1999).

Quando uma nova proposição é aprendida por subordinação se ancorando em um subsunçor este se modifica. Esse processo é chamado diferenciação progressiva, sempre presente na aprendizagem significativa subordinada. Na aprendizagem superordenada, ou combinatória, novas informações são aprendidas e elementos presentes na estrutura cognitiva vão se reorganizadas e adquirindo novos significados. Sendo este o processo dito como reconciliação integrativa (NOVAK, 1996).

A diferenciação progressiva pode ser vista como base das matérias de ensino, onde ideias, proposições, conceitos mais gerais dos conteúdos são aprendidos e ao longo das aulas serão diferenciados. Sendo assim é mais fácil aprender conceitos básicos e a partir destes incluir aspectos mais específicos e detalhados. (ALMEIDA, 1996).

Já na reconciliação integrativa deve-se relacionar ideias, apontar similaridades, diferenças e adaptar situações. Estes princípios podem ser utilizados com auxílio de organizadores prévios adequados (ALVES, 1982).

Ausubel afirma que o fator mais importante que deve ser considerado é a estrutura cognitiva do aluno no início do processo. A partir deste ponto o professor irá definir os conceitos mais abrangentes a serem desenvolvidos durante as aulas. Porém a estrutura pode ser influenciada de duas maneiras: substantivamente, quando o professor lança ao aluno conceitos mais unificadores que poderão agregar outros conceitos; e programaticamente, quando métodos programáticos apresentam o conteúdo de forma sequencial da matéria em questão (ALMEIDA, 1996).

O professor deve identificar quais conceitos estão presentes na estrutura cognitiva do educando e a partir desses conceitos produzirem outros conceitos que irão se agregando e formando novos subsunçores (CACHAPUZ, 2000).

1.2. A utilização de cenas de filmes em sala de aula

O uso de mídias para auxiliar o professor durante as aulas é bastante comum, porém quando utilizada de maneira superficial tende a ser vista como algo para passar o tempo do que para o aprendizado efetivo. O uso de mídias como vídeos e filmes podem ser capaz de proporcionar mudanças significativas no processo de ensino-aprendizado. É uma opção que pode ser usada juntamente com as aulas expositivas. O uso dessa metodologia não deve ser algo aleatório. O uso deve ser pertinente ao conteúdo e aos objetivos que o educando busca alcançar (CHASSOT, 2002).

Os alunos possuem amplo acesso a filmes, seriados de tv, jogos. Filmes como *Star Wars*, Vingadores, Aquaman, *X - Men* e séries como Flash, *The Gifted*, *Arrow* utilizam conceitos científicos de forma descontraída. Nessas mídias a ciência é abordada de forma fantasiosa, porém gera questionamentos sobre a veracidade dos fatos ali apresentados. Muitas teorias e leis físicas são desrespeitadas para que uma cena de ação funcione. Por exemplo, como explicar a super velocidade do Flash ou o voo do Superman, e até mesmo o controle da eletricidade pelo Thor (CAMARGO, 2017).

Estes questionamentos podem ser usados para introduzir conceitos físicos, ou mesmo ser a base de uma aula. Analisando os poderes destes heróis e o que os alunos sabem sobre o assunto pode servir de base para o aprendizado de novos conceitos (PIETROCOLA, 2009).

O ensino fragmentado, onde não há contextualização com a realidade do aluno torna-se pouco eficaz. A contextualização pode ser feita por meio de filmes populares. O professor pode fazer relação entre essa mídia e os conteúdos trabalhados em sala de aula (CLEBSCH, 2004).

Segundo Silva (2012), a escola não deve ignorar fatores externos. Todos os sujeitos que constituem a comunidade escolar estão imersos na sociedade e participam dela, sofrendo influência da mídia e isso não deve ser considerado algo ruim e sim usado a favor do professor. O educador deve utilizar estratégias que possibilitem estabelecer conexões com os conteúdos escolares e o contexto da vida do aluno. Sendo filmes parte da realidade do aluno, seria justo utilizá-los no processo ensino aprendizagem. Nesse sentido:

> Trabalhar com o cinema em sala de aula é ajudar a escola a reencontrar a cultura no cotidiano, pois o cinema é campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte. Assim dos mais comerciais e descompromissados aos mais sofisticados e "difíceis", os filmes têm sempre possibilidades para o trabalho escolar (NAPOLITANO, 2005, p. 11.)

O uso de filmes em metodologias é uma alternativa para alterar a rotina em sala de aula, principalmente no ensino de física, onde muitas vezes são enfatizados os cálculos. Os filmes possuem uma linguagem mais comum e de fácil compreensão. Em livros didáticos existem indicações de filmes que os professores podem utilizar nos seus planejamentos (PASINI, 2016).

Como os alunos têm acesso a esses filmes, a utilização desse tipo de mídia tem como objetivo sair da rotina da aula expositiva, onde o professor explica o conteúdo e o aluno recebe de forma passiva. Essa metodologia possibilita o diálogo entre professor e aluno sobre o filme, ou cena e o professor pode redirecionar para o objetivo da aula (BERK, 2018).

A utilização de cenas de um filme é uma proposta pedagógica que visa aperfeiçoar o tempo e pode ser utilizado como problematização de um determinado conteúdo. Ao fazer uma análise conjunta da cena em questão o aluno adquire papel ativo no desenvolvimento do conhecimento, expondo sua experiência e seus sentimentos sobre o que ele presenciou durante o filme e o professor como mediador pontua e direciona o conhecimento (PASINI, 2016).

A utilização de cenas facilita o professor por ser tratar de momentos específicos do filme, podendo assim retornar com facilidade uma cena, e questionar o aluno sobre a cena em questão observando partes que podem ter passado despercebidos e fazendo o aluno refletir

sobre outros pontos de vista (Reis, 2018). Os filmes de super-heróis fazem parte da cultura desde os anos 2000, com filmes dos *X-Men* e Homem Aranha e desde então este ramo tem expandindo-se. No ano de 2018 foram lançados treze filmes sobre o tema. Estes filmes, por mais fantasiosos que sejam, despertam curiosidade e estimulam a discussão em sala de aula. Mesmo o pior filme de super-herói vai possuir conhecimentos físicos que muitas vezes o aluno desconhece (JUNIOR, 2013).

Segundo Lobo (2016), esses filmes não devem ser considerados como uma forma segura de obtenção de conhecimento, uma vez que apresentam vários erros conceituais. Porém, podem-se utilizar os equívocos científicos cometidos como recurso de ensino para demonstrar o que na teoria deveria realmente acontecer. Além disso, pelo fato de abrangerem um grande público, muitos adolescentes já se sentem familiarizados com essas películas, o que pode facilitar na abordagem dos conteúdos, pois essa proposta será mais bem aceita.

Uma das vantagens do uso de filmes na sala de aula é trabalhar de um determinado conteúdo de forma lúdica além de poder ser usado como produto visual. O filme possui essa facilidade, as imagens por si só podem ser utilizadas para desenvolver habilidades que não havia no aluno (BERK, 2018).

Para Xavier (2010) o uso de filmes como proposta didática motivadora é o fato de os alunos participarem ativamente das aulas, levantando questionamentos, estando atentos durante a aula e haver um aumento na presença de alunos que normalmente faltam. Ou seja, essa metodologia incentiva a participação do aluno, contrapondo assim as aulas expositivas tornando-as assim mais interessantes.

Os filmes dos *X-men* aborda as mudanças que ocorrem com os personagens durante adolescência em ambiente escolar, sendo possível que os alunos se identifiquem durante a exibição do filme. Por essas e outras razões acredita-se que discutir essas cenas com os alunos do Ensino Médio terá grande aceitação pelos mesmos. A análise dessas cenas junto com os alunos do Ensino Médio pode gerar resultados satisfatórios, onde a motivação, o grau de interesse e o nível de discussão dos estudantes são sempre muito elevados. Sendo assim, acreditamos que essa atividade é válida para a abordagem dos tópicos aqui apresentados (OLIVEIRA, 2006).

O discente ao ver no filme uma cena que seria impossível de ocorrer no mundo real, o professor pode conduzir para que eles pensassem em uma forma de tornar a cena plausível, por exemplo, o voo do personagem Magneto. Em que condições poderia haver essa possibilidade? Com esses questionamentos os alunos teceriam hipóteses que respeitassem as leis da física para que o voo do personagem ocorresse. Ao estabelecer uma relação entre o

conteúdo estudado e as cenas dos filmes possibilitará que o aluno visualize as teorias de forma diferente das aulas expositivas, dando assim sentido aos conteúdos trabalhados, visto que com isso o aluno participará mais ativamente da aula.

1.3. O uso de Mapas Conceituais no ensino de Física

Elaborado inicialmente por Novak em 1972, no qual ele buscou acompanhar e entender as mudanças na maneira como as crianças compreendiam a ciência (JUNIOR, 2013). O uso de mapas conceituais é uma estratégia que permite a utilização combinada de imagens e símbolos sobre um determinado tema, seu conceito e hierarquização. É organizador gráfico usado para representar o conhecimento.

Na estrutura dos mapas conceituais inclui conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos (SILVA, 2015).

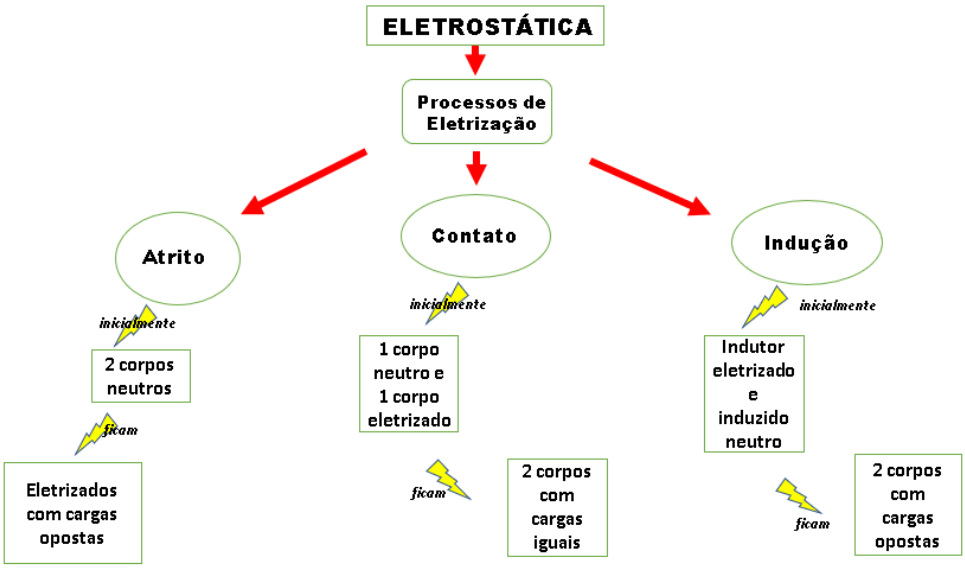
Os mapas conceituais são ferramentas que auxiliam o estudante a organizar os conteúdos estudados durante e após a aula, servindo também como forma de revisão. Os mapas conceituais consistem no uso de palavras chaves que podem ser colocadas em balões ou quadros representando os conceitos que podem estar interligados entre si, ligados por setas (JUNIOR, 2017).

Sendo um instrumento que possui estruturas esquemáticas que representam conjuntos de ideias e conceitos, de modo a apresentar mais claramente a exposição do conhecimento e organizá-lo segundo a compreensão cognitiva de quem o idealiza podendo ser utilizados para a facilitação, a ordenação e a sequenciação hierarquizada dos conteúdos a serem abordados, de modo a oferecer estímulos adequados à aprendizagem (BUZAN, 2005).

No ensino, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações hierárquicas entre concepções que estão sendo ensinadas em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em toda a matéria. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e procuram facilitar a aprendizagem significativa (em contraposição às aprendizagens mecânica, automática e memorística) dessas estruturas (MOREIRA, 1986).

A **c**onstrução de mapas conceituais (NOVAK, 1996) propõe que as temáticas sejam apresentadas de modo diferenciado, progressivo e integrado, indo dos conceitos mais globais aos menos inclusivos, conforme pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Mapa conceitual sobre eletrostática.



Fonte: Próprio autor.

O uso de mapas conceituais é interessante pelo fato de ter a liberdade de utilizar imagens, símbolos e cores diferentes é uma estratégia útil no aprendizado uma vez que trabalha partes do cérebro que só o texto ou explicação do professor não atinge (SOUZA, 2018).

Segundo o autor anterior os mapas conceituais são representações gráficas que oferecem estímulos para os educandos servindo também como instrumentos de transposição do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo no processo de ensino aprendizagem dando ênfase entre a aprendizagem verbal e as representações visuais, presentes no ambiente escolar.

Ainda se referindo aos mapas conceituais o autor explica que como ferramenta didática os mapas conceituais podem servir para tornar mais significativo a aprendizagem para os discentes permitindo-lhes estabelecer relações entre os conceitos apresentados com os conhecimentos anteriormente assimilados

A utilização do mapa conceitual como um método avaliativo, trata-se de uma técnica não tradicional e qualitativa, que busca observar como o aluno estrutura, organiza, hierarquiza, integra e relaciona conceitos de certa unidade de estudo, procurando obter evidências de aprendizagem significativa. Assim, os mapas de conceitos são bons instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aluno, observando além dos subsunçores já existentes, as mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva durante a instrução (MOREIRA, 1980).

Os mapas conceituais podem ser utilizados como forma de avaliação. O professor avalia os níveis de hierarquização contida no mapa feito pelo aluno, o número de conceitos e suas ramificações e exemplos. Pode-se empregar um mapa conceitual de um especialista para modo de comparação (TURNS, 2000).

Por se tratar de uma avaliação qualitativa não é correto classificá-los em certo ou errado os mapas conceituais produzidos pelos alunos. Sendo assim não existem mapas conceituais errados. Cada indivíduo faz seu mapa da maneira como as ideias estão organizadas em sua mente, sendo assim, torna-se muito subjetiva uma avaliação quantitativa (ARAÚJO, 2003).

A avaliação por meio dos mapas conceituais é desenvolvida durante as aulas. Então mesmo que um aluno no seu primeiro mapa conceitual tenha certas limitações, o próprio aluno pode rever este mapa corrigindo-o, e à medida que for produzindo mais mapas ele mesmo pode comparar com seus mapas antigos observando sua evolução.

1.4. Os experimentos no ensino de Física

A utilização de experimentos em sala de aula é um método em que o conteúdo ministrado de forma expositiva pode ser visualizado por uma ótica diferente. Aquele determinado conteúdo deixa de ser bidimensional e passa a ter outras camadas. No ensino de física mais ainda em razão de se tratar de uma disciplina em que existem vários cálculos convertendo-se em algo muito abstrato (CATELAN, 2018).

> O Ensino Médio deve garantir aos estudantes a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática. Para tanto, a escola que acolhe as juventudes, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, deve possibilitar aos estudantes compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas (BNCC, p. 467).

A experimentação no ensino de física é uma maneira de aplicação prática dos conteúdos estudados em sala de aula, sendo assim possível uma melhor visualização. Por meio de experimentos é possível desenvolver respostas para problemas tanto de cunho escolar, mas também problemas cotidianos, como mobilidade urbana, energia e seus recursos (PREUSSLER, 2017).

Existe uma grande variedade de tipologias experimentais que podem ser utilizadas em sala de aula, que dependem do objetivo do professor e do equipamento disponível como

laboratórios, equipamentos de medição, sendo estes importantes, mas sua ausência não impede que haja uma aula experimental (MALHEIRO, 2016).

Para Azevedo (2009), os experimentos podem ser classificados em:

- Experimentos demonstrativos com aparatos de montagem simples: consiste em atividades experimentais demonstrativos, propondo o uso de materiais de fácil acesso. Utilizado como forma de ilustrar conceitos e fenômenos estudados anteriormente.

-Experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples: São recomendadas atividades a partir de instrumentos que podem ser montados por professores do ensino médio. Experimentos que busquem realizar medições se enquadram nesta categoria, mesmo que as medições não sejam precisas.

- Experimentos quantitativos com aparatos sofisticados: Neste caso apresentam medições, porém utilizando equipamentos mais precisos, como os materiais presente em laboratórios.

- Experimentos problematizadores: São utilizados experimentos para uma proposta de ensino investigador fazendo ligação entre os conteúdos a serem ensinados e os conhecimentos que os alunos possuem. Pode incluir propostas lúdicas e inusitadas.

- Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos: Propões atividades a partir de reconstruções de experimentos históricos já realizados, podendo conter alterações, mas mantendo a fidelidade ao original.

- Experimentos para portadores de necessidades especiais: São propostas de experimentos direcionados a alunos com algum tipo de deficiência.

No desenvolvimento deste trabalho foram realizados experimentos com instrumentos de montagem simples, porém servirá de problematização dos conteúdos que serão trabalhados durante a metodologia. Como é o caso do experimento com ímã e clipes de papel, que será ilustrado na metodologia.

1.5. Utilização de Sequência Didática no ensino de Física

Sequência didática é um termo usado na educação para definir um conjunto de atividades encadeado de passos e etapas ligadas entre si para tornar mais eficiente o processo de aprendizado. Toda e qualquer sequência didática planejada deve ser desenvolvida para atingir um objetivo, mas não é qualquer objetivo. Esse objetivo deve atender as necessidades do aluno. Se for preciso ensinar algo ao aluno é necessário criar uma estratégia de passo a passo para que ele seja capaz de entender o conteúdo que e por isso é bastante importante

selecionar criar as sequências e ter uma didática adequada para usar em sala (PEREIRA, 2014).

As sequências didáticas são muito utilizadas porque auxiliam o professor a organizar o trabalho na sala de aula de forma gradual. Para isso é preciso saber em qual etapa os educandos estão e assim partir desses níveis de conhecimento visando chegar aos níveis que eles precisam dominar. Ao organizar uma sequência didática, o professor deve planejar etapas do trabalho de acordo com seus alunos (RESQUETTI, 2012).

As sequências permitem avaliar a pertinência ou não de cada uma das atividades, a necessidade de outras ou a ênfase que deve ser atribuída. Noguerol (1999) indica a seguinte sequência de ensino-aprendizagem para o ensino fundamental: nível apropriado; objetivos referenciais; conteúdos conceituais e atitudinais; conhecimentos prévios e atividades de ensino-aprendizagem. Como a pesquisa foi feita no ensino médio foi viável adaptá-la.

- Sequência de ensino/aprendizagem: corresponde à sequência didática.

- Objetivos referenciais: são denominados também de específicos por outros autores, como Libâneo (1999).

- Conteúdos: são tudo que se deve aprender para alcançar determinados objetivos que abrangem tanto as capacidades cognitivas como as demais capacidades: motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social (ZABALA, 1999).

- Conteúdo conceitual: Refere-se ao que se deve saber, são os conceitos propriamente dito. Como exemplo, o conceito de magnetismo e campo magnético.

- Conteúdo procedimental: Diz respeito ao que se deve saber fazer. Por exemplo, identificar que fórmula matemática se deve usar para determinar a força magnética.

- Conteúdo atitudinal: Remete a como se deve ser. Engloba valores, atitudes e normas. Por exemplo, em uma atividade experimental em grupo, respeitar os companheiros, usar a atenção, zelar pela clareza, ordem e seguir os procedimentos de segurança.

Só podemos afirmar que um conceito foi aprendido quando o aluno “sabe utilizá-lo para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação; quando é capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os inclui” (ZABALA, 1998). Por exemplo, sabemos que o aluno aprendeu o conceito de energia cinética, segundo a concepção de Bakhtin (2000), quando ele é capaz de reconhecer situações e fenômenos em que se aplica ou ocorre a produção de energia cinética e relaciona com outros conceitos de energia, como energia térmica.

Para ZABALA (1998), o uso de sequência didática possibilita o melhoramento da atuação docente como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que

intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos alunos. Para o professor propicia uma maior autonomia para escolher conteúdos/temas e atividades pertinentes ao ensino de científico e tecnológico – Ciências da Natureza (Vida, Fenômenos da Natureza e do Ambiente), por meio da elaboração de uma sequência de atividades condizentes com a realidade e as necessidades de aprendizado dos alunos.

Segundo o próprio autor para que o aluno tenha uma maior autonomia para a resolução das situações didáticas apresentadas pelo professor nas atividades propostas, garantindo momentos de estudos e reflexões acerca dos conteúdos e atividades relativos às Ciências da Natureza (Física), relacionando-os com seu cotidiano.

De acordo com Zabala (1998), para elaborar uma sequência didática devem conter alguns elementos: tema (geral); justificativa; objetivo(s); conteúdo(s); descrições de atividades didáticas sincronizadas e encadeadas para alcance dos objetivos pedagógicos (ensino e aprendizagem).

O autor coloca ainda que cada atividade deve conter as seguintes descrições: habilidades; metodologia (incluindo descrição dos recursos); critérios de avaliação (conceitos, procedimentos, atitudes); análise a priori e conclusão.

As atividades presentes na sequência didática permitem ao professor determinar os conhecimentos prévios dos alunos relativos aos conteúdos propostos, relacionar a significação e função dos conteúdos para os alunos, além da adequação ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, a criação de “desafios” que permitam o avanço cognitivo dos alunos. Estas atividades devem provocar conflitos cognitivos para estabelecimento de relação entre novos conhecimentos e os conhecimentos prévios e estimular a autoestima e auto conceito (BATISTA, 2016).

A atividade ou tarefa (um debate, um exercício, uma leitura...) representa uma das unidades mais elementares que compõe o processo de ensino e de aprendizagem e que possui todas as variáveis que o afetam. ZABALA define atividades ou tarefas

> Como uma unidade básica do processo de ensino/aprendizagem, cujas diversas variáveis apresentam estabilidade e diferenciação: determinadas relações interativas professor/alunos e alunos/alunos, uma organização grupal, determinados conteúdos de aprendizagem, certos recursos didáticos, uma distribuição do tempo e do espaço, um critério avaliador; tudo isso em torno de determinadas intenções educacionais, 29 mais ou menos explícitas (ZABALA, 1998, p.17).

A avaliação é parte essencial da sequência didática e deve ser coerente à concepção de conteúdos e aos objetivos propostos, a avaliação deve considerar o desenvolvimento das capacidades dos alunos com relação à aprendizagem de conceitos, de procedimentos e de atitudes.

Para o educador desenvolver uma educação emancipadora, que colabora com a formação de cidadãos, é indispensável que ele saiba onde deseja chegar (intencionalidade) ao realizar uma proposta de ensino e aprendizagem. De com acordo Zabala (1998) para compreender o valor educacional de uma sequência didática e as razões que a justificam, é necessário identificar suas fases, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem. A partir daí, podem-se introduzir mudanças ou atividades novas que a melhorem, tendo em vista atender às reais necessidades dos educandos (BATISTA, 2016).

Para Zabala (1998) as sequências didáticas são "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e uns fins conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos".

As sequências didáticas devem levar em consideração o contexto dos aprendizes, suas necessidades e conhecimentos sobre as várias dimensões do cotidiano e da vida. Além disso, problematização da realidade, levantamento de hipóteses, análise e interpretação de dados e sistematização de conhecimentos devem ser ações estimuladas entre os estudantes. Em outras palavras, acreditamos na pesquisa como princípio educacional e possibilidade real de aprendizagem significativa (OLIVEIRA, 2013).

Vale ressaltar que a aplicação bem sucedida da sequência didática em determinada turma, não significa que irá funcionar com outros alunos. O professor tendo conhecimento das variáveis (organização social, relações interativas, organização do conteúdo, distribuição do tempo, recursos didáticos) que podem surgir durante a aplicação da sequência didática permitirá o planejamento do processo educativo e controle dessas variáveis. O educador deve ter em mente as particularidades e adaptar sua sequência didática.

A aplicação da sequência didática permite que haja uma mudança no comportamento do aluno, permitido que possam praticar mais ativamente das aulas.

A sequência didática é um processo de essencial importância no ensino-aprendizagem de física, uma vez que permite uma interação entre vários elementos: professor – aluno – conceito físico. Tal interação possibilita a construção do conhecimento, bem como um novo olhar do aluno sobre seu papel no mundo.

1.6. Conteúdos físicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Por se tratar da última série do ensino médio um dos conteúdos selecionados para a pesquisa foi o eletromagnetismo. Os alunos tiveram contato com esse tema no último ano do ensino fundamental em ciências que é dividido em física e química. Será feito um pequeno

apanhado sobre os conceitos relacionados ao tema. Porém, para a dissertação a física será abordada quando for necessário.

1.6.1 Origem do magnetismo

O desejo do saber científico relacionado ao eletromagnetismo está presente em diversos gêneros literários desde ficção cientifica a romances históricos sendo responsável pelos mais variados anseios e sensações. Como no caso da obra Cem Anos de Solidão em que o autor, Gabriel García Márquez, relata a história de José Arcadio Buendio, que na sua pequena cidade alimentava sua curiosidade cientificas estudando objetos trazidos por estrangeiros.

> "Primeiro trouxeram o imã. [...] Melquíades fez uma truculenta demonstração pública daquilo que ele mesmo chamava de a oitava maravilha dos sábios alquimistas da Macedônia. Foi de casa em casa arrastando dois lingotes metálicos, e todo mundo se espantou ao ver que os caldeirões, os tachos caíram do lugar..." (Márquez, 1994 p. 8.)

Nas histórias em quadrinhos não é diferente. O próprio personagem presente nos filmes que será utilizado na pesquisa possui superpoderes relacionados ao magnetismo, teve origem em gibis mensais. Sua primeira aparição em 1963, como mostra a figura 4.

Figura 4: Primeira aparição do Magneto nas histórias em quadrinhos.

Fonte: https://aprojectuncanny.files.wordpress.com/2011/11/xmen1magneto2.jpg

A palavra magnetismo tem sua origem na Grécia antiga, porque foi em Magnésia, que se observou um minério com propriedades de atrair objetos de ferro. O minério em questão

ficou conhecido como magnetita. Da mesma forma que os fenômenos elétricos resultantes da atração do âmbar, a atração exercida pela magnetita sobre o ferro foi explicada pela primeira vez no século VI A.C, por Tales de Mileto.

Durante os séculos que se seguiram as explicações foram semelhantes, a atração imposta pela magnética foi chamada de “alma”, comparado ao perfume que emanaria do ferro e da magnetita. A própria palavra ímã surgiria mais tarde do termo francês *aimant*, que significa amante.

Provavelmente os chineses conheciam o magnetismo há mais tempo que os gregos. E certamente, foram os primeiros a descobrir aplicações para esse fenômeno. No século VI, já tinham tecnologia avançada na construção de ímãs. O processo de imantação era utilizado por chineses na produção de bússolas, que eram utilizadas para fazer mágicas ou para orientar a posição que um edifício seria construído.

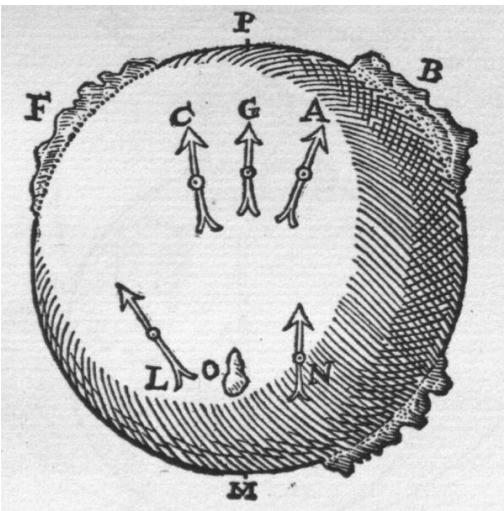
No século XIII começaram a surgir observações mais acuradas sobre o magnetismo e a eletricidade. A primeira e mais importante foi a compreensão de que eram fenômenos de natureza distinta, o que prevaleceu até o século XIX.

Em 1269, Pierre de Maricourt, engenheiro militar francês, numa carta, relata a maioria das experiências elementares sobre o magnetismo, que aparecem até hoje nos livros escolares de ciências. Foi ele que denominou polo norte e polo sul as extremidades de um imã, baseando-se na orientação natural da bússola. Maricourt fez outras descobertas importantes:

- se aproximarmos dois ímãs pelos seus polos de mesmo nome, eles se repelem;
- se ao aproximarmos pelos polos opostos eles se atraem;
- um ímã partido mantém a polaridade do ímã original;
- cada divisão de um imã dá origem a outros imãs.

Só em 1600 o trabalho de Maricourt foi retomado por Gilbert, que refez os experimentos e revisou as explicações de outros autores. Gilbert reuniu as conclusões no livro De Magnete. Descobriu a imantação por indução. Foi provavelmente o primeiro a sugerir que a Terra consistia em um grande imã. Para ilustrar a ideia, construiu um imã em forma de esfera, denominado Terrella (figura 5), que simulava a ação magnética da Terra. Colocando pequenas bússolas sobre essa esfera demonstrou e explicou a propriedade da bússola de apontar a o norte geográfico.

Figura 5: Terrella de Gilbert – as setas são bussolas que simulam a ação do campo magnético terrestre.



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/Gilbert_De_Magnete_Illo142.jpg

Depois da publicação do De Magnetite, pouco foi acrescentado ao estudo do magnetismo, até o início do século XIX. Havia indícios que, mesmo vistos como fenômenos diferentes, a eletricidade e o magnetismo se relacionavam de alguma forma. A descoberta dessa relação só foi ocorrer depois do aparecimento da pilha de Volta, que oferecia uma fonte mais duradoura de eletricidade, permitindo o aprofundamento de seu estudo.

1.6.2. Propriedades magnéticas

Em geral, os termos imantação ou magnetização são utilizados como forma de dizer que um corpo adquiriu propriedades, temporárias ou permanentes, de um imã. A maioria desses objetos tem ferro em sua composição.

O momento angular (orbital e de spin) dos elétrons, dos átomos que formam a matéria, dá origem a dipolos magnéticos microscópicos. Esses dipolos magnéticos permitem associar momentos magnéticos aos átomos. Assim, cada átomo pode ser pensado como se fosse um pequeno imã.

A magnetização de um material é definida como o momento magnético dos dipolos por unidade de volume. Dependendo da origem dos dipolos magnéticos e da natureza da interação entre eles, os materiais podem ser classificados em uma das seguintes categorias:

- Diamagnéticos: composto por materiais que, se colocados na presença de um campo magnético, têm seus imãs elementares orientados no sentido contrário ao sentido do campo magnético aplicado. Assim, estabelece-se um campo magnético na substância que possui

sentido contrário ao campo aplicado. São substâncias diamagnéticas: o chumbo, bismuto, cobre e prata.

- Paramagnéticos: são materiais que apresentam elétrons desemparelhados e que, na presença de um campo magnético, alinham-se fazendo surgir um imã que tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer. Esses materiais são fracamente atraídos por imãs. São materiais paramagnéticos: o alumínio, o magnésio e o sulfato de cobre.

- Ferromagnéticos: Esses materiais se imantam fortemente se colocados na presença de um campo magnético. É possível verificar, experimentalmente, que a presença de um material ferromagnético altera fortemente o valor da intensidade do campo magnético. São substâncias ferromagnéticas o ferro, o cobalto, o níquel e as ligas que são formadas por essas substâncias. Os materiais ferromagnéticos são muito utilizados quando se deseja obter campos magnéticos de altas intensidades.

O livro didático do ensino médio utilizado pelos alunos (Física em Contextos 3 – 1. Ed – Editora do Brasil) não apresenta essa classificação, sendo simplificada em materiais ferromagnéticos e materiais não ferromagnéticos. Durante as aulas serão abordados somente os materiais ferromagnéticos.

1.6.3. Campo magnético

O campo elétrico está associado às cargas elétricas já o campo magnético é produzido de duas formas. A primeira forma consiste em usar partículas eletricamente carregadas em movimento, como os elétrons responsáveis pela corrente elétrica em um fio, para fabricar um eletroímã. A corrente produz um campo magnético que pode ser usado, por exemplo, para fazer girar o disco rígido de um computador ou para transportar sucata de um lugar para outro.

A outra forma de produzir um campo magnético se baseia no fato de que muitas partículas elementares, entre elas o elétron, possuem um campo magnético intrínseco. O campo magnético é uma propriedade básica das partículas elementares, como a massa e a carga elétrica.

Em alguns materiais os campos magnéticos dos elétrons se somam para produzir um campo magnético no espaço que cerca o material. É por isso que um ímã permanente possui um campo magnético permanente. Na maioria dos materiais, porém, os campos magnéticos dos elétrons se cancelam e o campo magnético em torno do material é nulo. Essa é a razão pela qual não possuímos um campo magnético permanente em torno do nosso corpo.

Podemos definir o campo magnético baseado na força magnética exercida sobre uma partícula de prova carregada eletricamente e em movimento. Inicialmente, fazemos isso medindo a força $\vec{F}_B$ que age sobre a partícula quando ela passa, com várias velocidades e direções, pelo ponto no qual $\vec{B}$ está sendo medido. Depois de executar muitos experimentos desse tipo, constatamos que, quando a velocidade $\vec{v}$ da partícula tem certa direção, a força $\vec{F}_B$ é zero. Para todas as outras direções de $\vec{v}$, o módulo de $\vec{F}_B$ é proporcional a $\vec{v}$ sen ϕ, em que ϕ é o ângulo entre a direção em que a força é zero e a direção de $\vec{v}$. Além disso, a direção $\vec{F}_B$ é sempre perpendicular à direção de $\vec{v}$.

Podemos em seguida definir um campo magnético $\vec{B}$ como uma grandeza vetorial cuja direção coincide com aquela para a qual a força é zero. Depois de medir $\vec{F}_B$ para $\vec{v}$ perpendicular a $\vec{B}$, definimos o módulo de $\vec{B}$ em termos do módulo da força:

$$\vec{B} = \frac{\vec{F}_B}{|q|\vec{v}} \tag{1}$$

Em que:

B - o vetor indução magnética;

q - o módulo carga elétrica da partícula.;

v- a velocidade da partícula;

F_B - a força magnética.

Podemos expressar esses resultados usando a seguinte equação vetorial:

$$\vec{F}_B = q\vec{v} \ \mathrm{x}\, \vec{B} \tag{2}$$

A força que age sobre a partícula é igual à carga q multiplicada pelo produto vetorial da velocidade pelo vetor campo magnético (medidos no mesmo referencial). Usando a Eq. 1 para o produto vetorial, podemos escrever o módulo de na forma

$$\vec{F}_B = |q|\, \vec{v}\, \vec{B} \,\mathrm{sen}\, \phi \tag{3}$$

Em que ϕ é o ângulo entre as direções da velocidade $\vec{v}$ e do campo magnético $\vec{B}$.

1.6.4 Força magnética

De acordo com a equação 3, o módulo da força $\vec{F}_B$ que age sobre uma partícula na presença de um campo magnético é proporcional à carga q e à velocidade $\vec{v}$ da partícula. Assim, a força é zero se a carga é zero ou se a partícula estiver parada.

A equação 2 também fornece a orientação de $\vec{F}_B$. O produto vetorial $\vec{v}$ x $\vec{B}$ da equação 2 é um vetor perpendicular aos vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$. De acordo com a regra da mão direita, o polegar

da mão direita aponta na direção de $\vec{v}$ x $\vec{B}$ quando os outros dedos apontam de $\vec{v}$ para $\vec{B}$. De acordo com a equação 2, se a carga q é positiva, a força tem o mesmo sinal que $\vec{v}$ x $\vec{B}$; assim, para q positiva, aponta no mesmo sentido que o polegar, se q é negativa, a força $\vec{F}_B$ e o produto vetorial têm sinais contrários e, portanto, apontam em sentidos opostos. Assim, para q negativa, aponta no sentido oposto ao do polegar.

Seja qual for o sinal da carga a força que age sobre uma partícula carregada que se move com velocidade $\vec{v}$ na presença de um campo magnético $\vec{B}$ será sempre perpendicular a $\vec{v}$ x $\vec{B}$.

Assim, a componente de $\vec{F}_B$ na direção de $\vec{v}$ é sempre nula. Isso significa que $\vec{F}_B$ não pode mudar a velocidade (a velocidade é um vetor escalar $\vec{v}$ da partícula e, portanto, também não pode mudar a energia cinética da partícula). A força $\vec{F}_B$ pode mudar apenas a direção de $\vec{v}$ (ou seja, a trajetória da partícula); esse é o único tipo de aceleração que $\vec{F}_B$ pode imprimir à partícula. De acordo com as Eqs. 2 e 3, a unidade de $\vec{B}$ no é o newton por coulomb vezes metro por segundo e é chamada de tesla (T).

A Terra possui um campo magnético que é produzido, no interior do planeta, por um mecanismo até hoje pouco conhecido. Na superfície terrestre, podemos observar esse campo com o auxílio de uma bússola, constituída por um ímã fino em forma de barra montado em um eixo de baixo atrito. Esse ímã em forma de barra, ou agulha, aponta aproximadamente na direção norte-sul porque o polo norte do ímã é atraído para um ponto situado nas proximidades do polo geográfico norte. Isso significa que o polo sul do campo magnético da Terra está situado nas proximidades do polo geográfico norte. Assim, o correto seria chamarmos de polo magnético sul o polo magnético mais próximo do polo geográfico norte.

Medidas mais precisas revelam que, no hemisfério norte, as linhas do campo magnético da Terra apontam para baixo, na direção do polo geomagnético norte, enquanto no hemisfério sul aponta para cima, na direção oposta à do polo geomagnético sul, situado nas proximidades do polo geográfico sul.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

A pesquisa realizada é de natureza qualitativa, pois analisa as atividades sugeridas pelo professor imerso no processo ensino aprendizagem na utilização de vários recursos didáticos contidos numa sequência didática para o estudo de eletromagnetismo no ensino médio. A avaliação da pesquisa foi realizada durante cada aula sendo realizadas através das atividades experimentais, exercícios, relatórios e discussões com participação dos alunos, sempre com o intuito de conhecer os progressos cognitivos a partir da aplicação dos recursos didáticos. Foram coletadas as impressões sobre o comportamento da turma ante a metodologia aplicada fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel e sua incidência sobre o interesse e assimilação dos conteúdos estudados.

Os instrumentos utilizados para a coleta dos dados foram mapas conceituais diagnósticos para analisar os conhecimentos prévios e refeitos ao finalizar o estudo com o intuito de ponderar a evolução do conhecimento dos alunos. Além disso, foi realizada observação da participação de cada integrante das equipes durante o desenvolvimento dos experimentos. Com a realização do projeto treinamos os alunos como sugerido na Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Com as cenas de filmes e os questionários buscou-se realizar, nesse momento, um estudo exploratório, o qual possibilita ao "investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema" (BRASIL, 1999).

O desenvolvimento da sequência didática obedece aos critérios orientados em alguns livros de texto de Física, aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e ao programa da escola. O trabalho do professor foi de orientação, de interação através de perguntas dirigidas a partir das respostas dos próprios alunos e de observação do desenvolvimento diferenciado dos participantes em cada atividade realizada.

A sequência didática foi dividida em momentos, onde cada momento corresponde a uma aula de 50 minutos e inicia com uma problematização, buscando chamar a atenção dos alunos. A problematização é uma forma dos alunos tentarem buscar soluções ou respostas para uma determinada situação facilitando a abordagem do tema para a aula.

A sequência didática foi produzida pensando na participação ativa dos alunos durante a execução maximizando a interação professor - aluno. As indagações e comentários serão utilizados pelo professor como termômetro para medir o interesse e domínio do conteúdo.

Para executar as atividades a turma foi dividida em grupos de 3 ou 4 alunos, por afinidade, com o objetivo que não existisse constrangimento entre eles, os grupos foram distribuídos na sala de forma tal que possibilite o professor observar o trabalho individual,

distribuindo tarefas individuais e por grupos, a motivação e o interesse dos alunos na execução das tarefas, assim como a evolução das habilidades cognitivas em comparação com os conhecimentos prévios.

2.1. Grupo-alvo

A presente investigação teve lugar numa escola estadual de ensino fundamental e médio localizada do Distrito de Extrema, Porto Velho – Rondônia. A Escola é a única na região que possui ensino médio é frequentada por alunos da zona urbana e da zona rural. Participaram 38 alunos.

A sequência didática proposta como produto educacional foi aplicada no período normal de aulas segundo o cronograma disponibilizado pela a direção da escola, distribuída em oito horas de aulas de 50 minutos cada uma, como ilustrado na tabela 1.

Tabela 1: Temas abordados na sequência didática.

Aula	Conteúdo	Tempo (min)
01	Elaboração de mapas conceituais.	50
02	O magnetismo. Cenas do filme *X Men*	50
03	Características dos ímãs interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos.	50
04	Construção de uma bússola artesanal em sala de aula.	50
06	Força magnética sobre uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético.	50
07	Força sobre condutores percorridos por corrente elétrica.	50
08	Lei de Faraday- Lei de Lenz.	50
09	Mapa conceitual final.	50
	Total	450

Fonte: Próprio autor.

O vídeo utilizado possui oito 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 introduções ao conteúdo de Magnetismo e a modo de problematização foram exibidas em sala de aulas um vídeo contendo cenas dos filmes dos *X - Men* de 14 minutos e 33 segundos.

Tabela 2: Localização de cenas segundo o tempo

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

Fonte: O próprio autor

As aulas foram desenvolvidas através de interações dialogadas para provocar reflexões em busca de respostas e gerando conflitos importantes para o desenvolvimento dos conteúdos abordados.

Com o intuito de conhecer os critérios dos alunos sobre a metodologia utilizada foi solicitado que escrevessem um pequeno texto tendo em consideração o que mais gostaram, o que não foi proveitoso e o acharam da metodologia utilizada. Não foi necessário se identificar nos textos para que os participantes não se houvesse inibição e constrangimento em exporem suas opiniões.

2.3. Desenvolvimento da sequência didática

2.3.1. Aula 1: Elaboração de mapas conceituais.

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

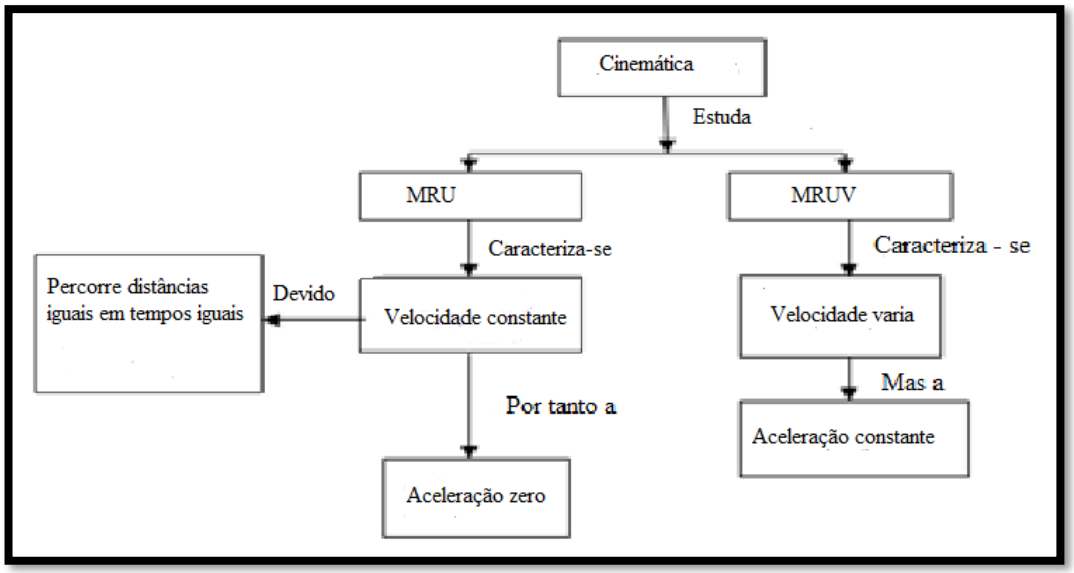
Objetivos específicos:

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 elaboraram um mapa conceitual, explicando sua importância na formação do conhecimento. Sendo uma alternativa no estudo de do magnetismo, utilizando os 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 foi selecionado os conceitos de cinemática por ser um conteúdo bem trabalhado e estudado pelos alunos (figura 6). Destacando aspectos cognitivos; referências cognitivas, hierarquização, relação entre os conceitos e clareza durante a leitura.

Figura 6: Exemplo de mapa conceitual.



Fonte: O próprio autor

Em seguida foi 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 diagnostico. Foi esclarecido para os alunos que essa atividade serviu de sondagem dos conhecimentos que eles possuem sobre o tema e que não seria considerada como avaliação somativa.

2.3.2. 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*.

Foi explicado que os fenômenos ligados ao magnetismo, assim como aqueles vinculados à eletricidade, são conhecidos há muito tempo. 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 - Men* de 14 minutos e 33 segundos, disponível no Instagram no link: https://www.instagram.com/p/B9kNm3VDlCy/.

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.

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

:.

Figura 7: Magneto desviando mísseis.

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

As duas imagens 7 (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.

Os alunos foram questionados sobre o tipo de material que os mísseis seriam feitos e se o Magneto conseguiria manipular qualquer tipo de material. Esse momento relacionou-se posteriormente quando foram abordados os materiais ferromagnéticos na aula 3.

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

Figura 8: Magneto é alvejado por tiros, cria um campo magnético.

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

Nas cenas das figuras 8 (A e B) Magneto desvia disparos de arma de fogo, como se criasse uma barreira fazendo com que as balas não o atinjam. Como os alunos já haviam estudado o conceito de campo e de força de campo eles afirmaram que o campo magnético fez com que os projeteis desviassem. Isso poderá ser comprovado com o experimento com ímã e clipes 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 9: 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 em que o Magneto está preso isolado numa sala feita de plástico um guarda vai entregar a refeição e Magneto faz o guarda levitar em B, 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. Foi permitido os alunos pesquisarem nos celulares quais metais tem no corpo humano e a quantidade. Eles viram que as quantidades eram mínimas e que não seria possível fazer esferas daquele tamanho.

Na pesquisa feita pelos alunos foi 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; crômio; 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 10: A. Manipulação do campo magnético. B. Caminhões desmontados C. São arremessados.

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

Nas cenas da figura 10 (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 ímã puderam 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 ímã ele adquire velocidade? A velocidade pode ser rápida como uma bala?

Figura 11: Magneto movimenta uma moeda.

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

Na figura 11 (A, B e C) 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 clipes os alunos tentarão fazer com que o ímã fizesse os clipes se movimentarem. Eles verificaram o alcance do campo magnético gerado pelo imã. Até que ponto o imã consegue atrair os clipes?

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

Figura 12: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimenta no ar.

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

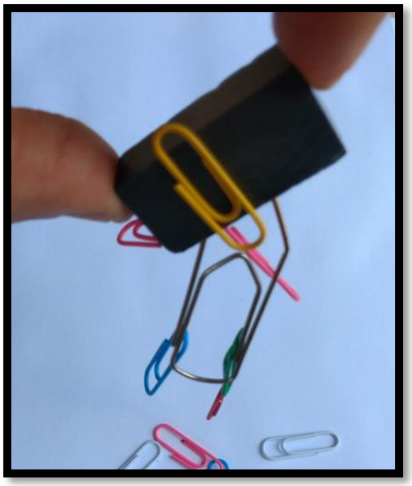
Nas imagens 12 (A e B), retiradas do vídeo, vemos o personagem fazendo um estádio flutuar com seus poderes. Mas o que chama a atenção é o controle de voo do personagem. Se movimentando no ar com o controle do magnetismo.

Após as cenas serem assistidas na classe em seguida foram discutidas. No primeiro momento a análise será sobre os poderes do personagem e se fosse 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.

Assim a modo de problematização foi realizada uma experiência simples com um imã retangular, clipes de metal e diferentes objetos levados pelos alunos. Durante a realização do experimento o professor indagava os alunos: Por que alguns objetos são atraídos e outros não? O imã atrai materiais metálicos como moedas e clipes independentes da distância? Quais são as propriedades presentes nos metais que podem ser atraídos por imãs? Todo metal apresenta propriedades magnéticas? É possível um material que não seja um imã possuir propriedades magnéticas? Imãs atraem imãs? Em quais condições? Imãs repelem imãs? Em quais condições? Existe alguma forma de impedir que um imã atraia outro? Um objeto pode se tornar um imã? Quantos clipes de metal podem ser pendurados num mesmo imã?

É possível movimentar um objeto com a utilização de imãs e fazê-lo flutuar? Tentem demonstrar essas ações. Por que não trouxeram nenhum material de plástico?

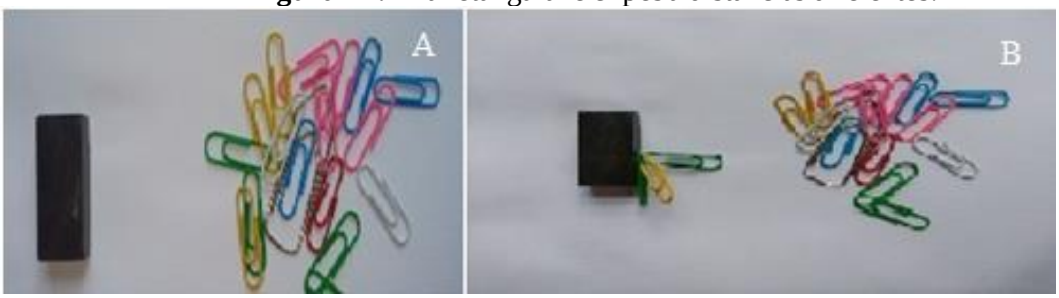
Figura 13: Imã atrai clipes.



Fonte: O próprio autor.

O imã atrai os materiais metálicos como moedas e clipes independentes da distância?

Figura 14: Imã retangular e clipes a distâncias diferentes.



Fonte O próprio autor

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

Figura 15: Atração dos clipes pelo imã.

Fonte: O próprio autor.

Como os imãs possuem características intrigantes para os discentes torna-se eficaz na problematização dos conceitos de imantação, propriedades dos imãs e materiais ferromagnéticos.

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

Figura 16: 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 final, Figura 16 (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.

Alguns alunos já tinham assistido aos filmes, outros conheciam o personagem pelo desenho animado. Os conceitos de força magnética, imãs e campo magnético foram relacionados com as cenas durante a aula. Em que os alunos teciam comentários sobre os poderes do magneto.

2.3.3. 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.

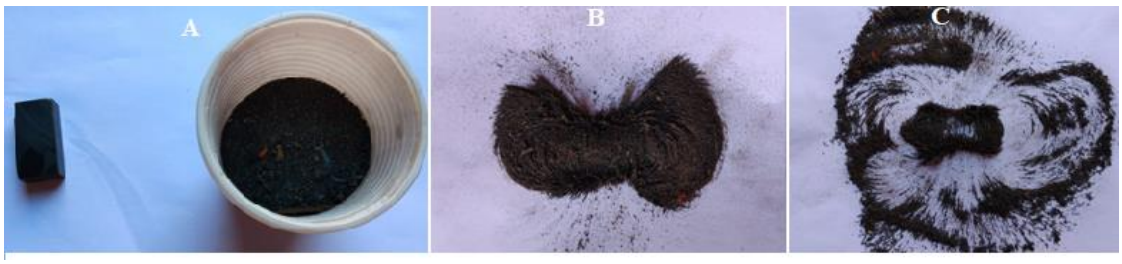
- Aplicar a atividade experimental.
- Analisar os tipos de ímãs.
- Estudar a inseparabilidade dos polos magnéticos.

Iniciou-se a aula com um experimento de forma problematizadora. O experimento consiste em observar o espectro formado pela limalha de ferro gerado pelo campo magnético do imã. Foram disponibilizados os materiais necessários aos grupos para realizar o experimento.

Foi sugerido observar:

1- A folha de papel com a limalha de ferro em cima.
2- Colocar um imã embaixo da folha com a limalha em cima.
3- Tocar levemente a folha de papel e observar o que acontece com a limalha de ferro.

Figura 17: Linhas de indução do campo magnético de um imã retangular



Fonte: O próprio autor.

Materiais utilizados: Limalha de ferro, folha de papel, ímã (Figura 17).

Com a realização dos experimentos foram feitos os seguintes questionamentos:

Qual o formato obtido no segundo momento?

O que representa o desenho?

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

Por que o formato da limalha mudou no segundo momento?

Observar as figuras das linhas de força no livro didático juntamente com os alunos, para que façam uma comparação.

Os imãs 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 magnéticos [coloque a referência].

Só mais tarde descobriu se a possibilidade de fabricar ímãs artificiais (figura 18). Os imãs artificiais são barras de ferro ou aço as quais se transmite a propriedade magnética. Eles levam vantagem sobre os imãs naturais por terem maior poder atrativo e devido poder receber a forma mais conveniente ao seu uso.

Figura 18: Imãs artificiais mais comuns.

Fonte: google.com/search?q=ima+artificial&tbm=isch&ved=2ahUKEwjW_

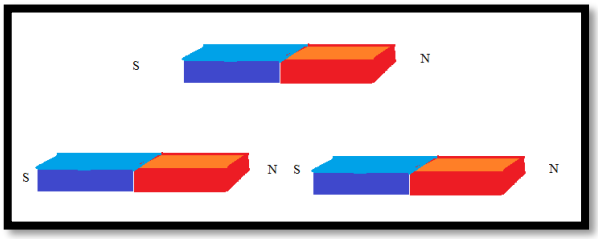
Geralmente em imãs utilizados no ensino de Física a parte vermelha pertence ao polo norte e a parte azul ao polo sul (figura 19).

Figura 19: Imã retangular.

Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Ao quebrar um imã ele perde suas propriedades magnéticas? Na figura 20, quando o ímã é partido ao meio 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. O imã quando quebra mantém seus polos em cada parte, por menor que seja. Sendo uma propriedade dos imãs, a inseparabilidade dos polos.

Figura 20: Inseparabilidade dos polos do imã.

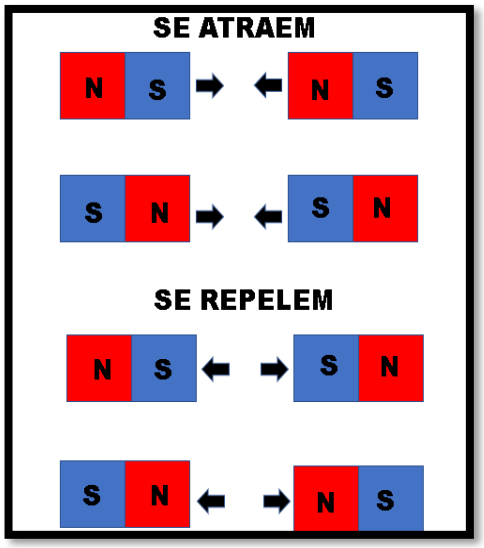


Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Neste caso dependendo do tipo de ferramenta de "corte" a qual deve ser muito específica pode ocorrer o aquecimento e o ímã sofrer desmagnetização, além disso, o tipo de material contido no interior da peça é inflamável, o pó produzido durante a usinagem dos ímãs de Neodímio 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 21).

Figura 21: 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 imãs 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 relembrassem conceitos já estudados como forma de revisão servindo de ancoragem com os novos conceitos almejados pelo docente.

Figura 22: Magneto para mísseis em movimento

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

Após os questionamentos e a manipulação dos ímãs pelos alunos foi exposto as propriedades magnéticas dos ímãs. Nos materiais magnéticos, como nos ímãs naturais, o campo magnético é resultado do alinhamento de um grande número de domínios magnéticos, que são regiões microscópicas no interior do ímã, dotadas de um campo magnético, como se fossem bússolas. A forma como os domínios magnéticos estão organizados define qual é o tipo de magnetismo presente no material.

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 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, como sódio, magnésio e cálcio.

Em seguida foi colocada a cena 7 em que o personagem flutua no ar (figura 23). Foi questionado aos 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 poissível 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 possivel responder aos questionamentos sobre a flutação do personagem Magneto (figura 23).

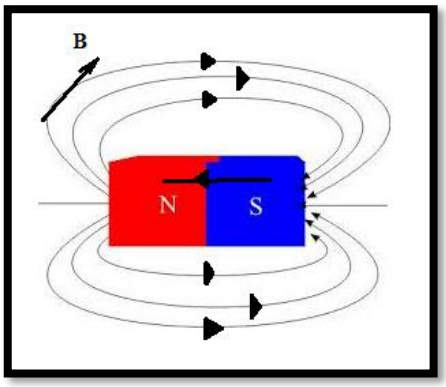
Figura 23: O Magneto flutuando no ar.

Fonte: *Print Screem* 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 imã é representado com segmentos de reta, chamadas de linhas de indução do campo magnético, sendo assim, uma grandeza vetorial.

Figura 24: 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 é demonstrado 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.

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. Foram explicados os fenômenos magnéticos de atração e repulsão, incluso a propriedades dos imãs e imantação por meio de uma aula dialogada em que o professor fazia a contextualização entre o experimento e os temas.

Figura 25: Magneto para mísseis em movimento.

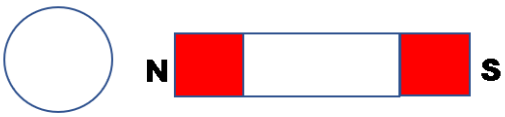
Fonte: *Print Screem* do filme *X-Men 3* O confronto final (2006).

Após as cena 1 em que Magneto para mísseis (figura 25 A) em movimento e cena 8 (figura 25 B) em que destrói uma ponte serem assistidas novamente, em seguida foi pedido a explicação dos conceitos físicos abordados durante a aula e os poderes do Magneto. Quais a similaridades e diferenças entre os imãs e os poderes do personagem.

Para aprofundar nos conteúdos foram resolvidos os seguintes exercícios.

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

Figura 26: Atração dos polos do imã



.

Fonte: Adaptado pelo autor.

a) é repelido pelo polo sul e atraída pelo polo norte;

b) é atraído pelo polo sul e repelidas pelo porto 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 bussola artesanal foi solicitado aos alunos os materiais seguintes: agulha de costura, isopor e um ímã.

2.3.4. Aula 4: Construção de uma bússola artesanal em sala de aula

Objetivos

- ✓ Objetivo geral

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

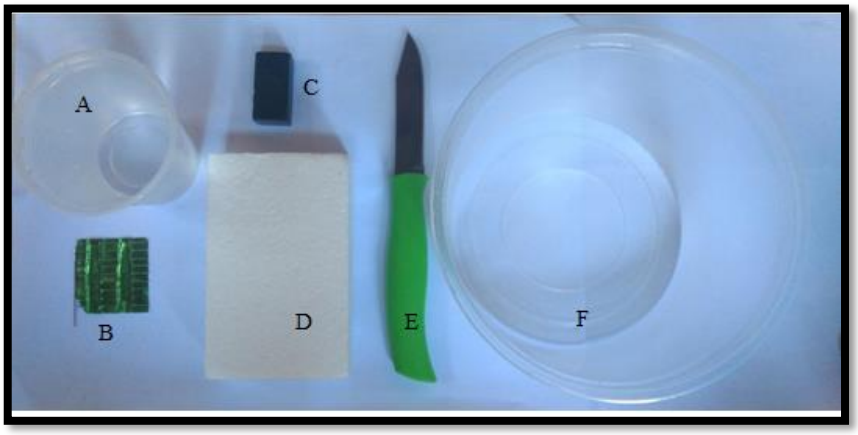
- ✓ Objetivo específico

1. Construir uma bussola utilizando uma agulha de costura
2. Relacionar o campo magnético e o uso da bússola.
3. Aprender o funcionamento da bússola e sua aplicação.
4. Relacionar os polos da bússola com os polos do campo magnético terrestre.
5. Determinar os polos de uma bussola artesanal utilizando o aplicativo de bússola para celulares.

Metodologia

Apresentação dos Materiais utilizados para a construção da Bússola (figura 27):

Figura 27: 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? Os alunos foram instigados 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 imã? 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 imã 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 foi preciso:

Cortamos um pedaço de isopor o mais simétrico possível do tamanho da agulha de costura.

Colocarmos água suficiente no recipiente para o isopor flutuar

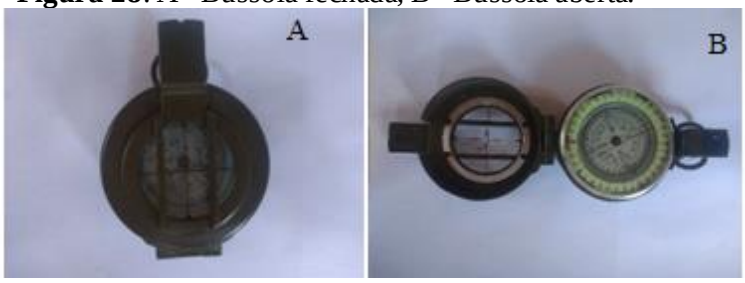
Encher o recipiente com água suficiente para o isopor flutuar.

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.

Foi observado se o isopor com agulha vai se movimentava.

Apresentação da bússola, estudo da fundamentação do funcionamento da bússola (figura 28).

Figura 28: 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 29: 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, da bússola física apresentada pelo professor como a bússola do 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 imã 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 bússolas?

3. Como é feito o processo de imantação?
4. Qual a diferença entre magnetismo natural e magnetismo adquirido?
5. A agulha 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?

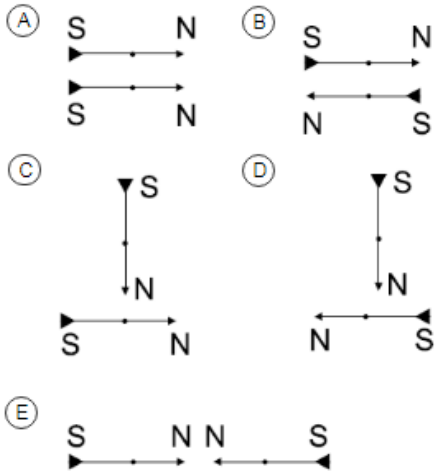
Foi questionada a os alunos qual a relação entre as características da bússola e o campo magnético. Foi relacionado o experimento com as cenas do filme, será que o personagem funciona como um imã? Ele poderia alterar a direção da bússola?

Em seguida os seguintes exercícios foram resolvidos pelos alunos.

1) (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 30: Interação entre os polos dos imãs.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Resposta B

2.3.5. 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
- Campo e força gravitacionais.

$$\vec{F} = G\frac{M_1 M_2}{d^2}\hat{\mu} \tag{4}$$

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

$$Kg^{-1}s^{-2} = \frac{Nm^2}{Kg^2} \tag{5}$$

$$\hat{\mu} = \frac{\vec{\mu}}{\mu} \tag{6}$$

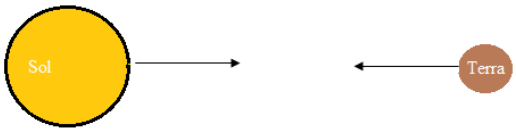
$\hat{\mu}$ - Vetor unitário ou vetor.

Os vetores unitários são vetores de módulo 1 (um). Um vetor dividido pelo seu módulo resulta num versor, de mesma direção e sentido do vetor e módulo unitário.

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 sofrem sua influência que se apresenta em forma de uma força (BONJORNO, 1943)

Dois corpos são atraídos com forças proporcionais a suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre seus centros (figura 31).

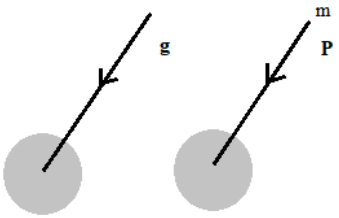
Figura 31: Interação gravitacional.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Dentro desse campo os corpos são atraídos para o centro da Terra sofrendo variações de velocidade em virtude da aceleração da gravidade denominada de g (figura 32).

Figura 32: Campo gravitacional.



Fonte: Adaptado pelo próprio autor

$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m} \tag{5}$$

$\vec{g}$ - vetor campo gravitacional

É importante rever a Lei de Coulomb para poder lembrar campo elétrico.

$$\vec{F} = \frac{K\,Q_1 Q_2}{d^2}\,\mu \tag{7}$$

K = Constante Elétrica do vácuo.

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

Analisando a proporcionalidade da força de interação elétrica com o módulo das cargas e com o quadrado da distância.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \tag{8}$$

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

$$\vec{E} = \frac{K\,Q}{d^2} \tag{9}$$

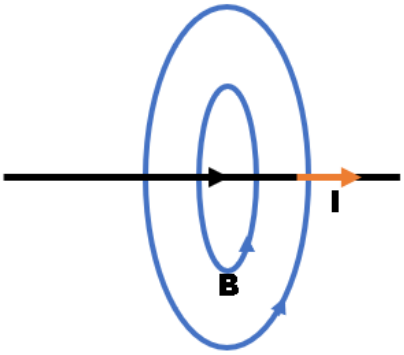
O campo elétrico criado pela carga Q em torno de si é uma propriedade dessa carga, não dependendo da carga q de prova para a sua existência. Existe uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q, nela colocada, estará sob ação de uma força de origem elétrica, a essa região chamamos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

Foi analisada as semelhanças e diferenças entre a força gravitacional e a força elétrica e seus respectivos campos.

- Campo magnético gerado por uma corrente elétrica

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.

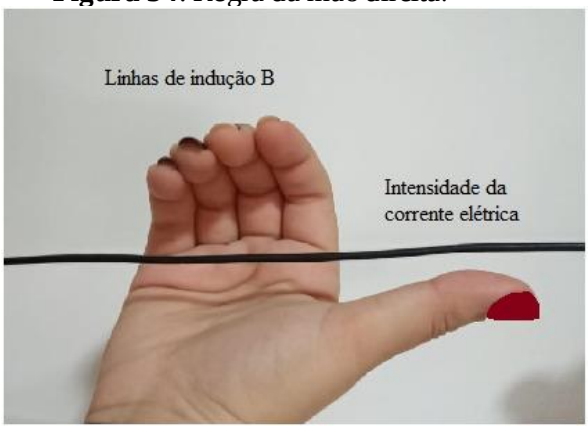
Figura 33: Linhas de indução associadas a um condutor retilíneo com corrente elétrica.



Fonte: O próprio autor.

O seu sentido é determinado pela regra da mão direita (figura 34), apontando o polegar no sentido da corrente elétrica, os demais dedos da mão fecham-se no sentido do campo magnético.

Figura 34: 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:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \tag{10}$$

$\vec{B}$ – O campo magnético (T)

μ_0 – A permeabilidade magnética do vácuo ($4\pi.10^{-7}$ 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 é calculado pela fórmula:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R} \tag{11}$$

Campo magnético de uma bobina

Um solenoide é um condutor enrolado em forma de espiral. O campo magnético dentro de um solenoide é aproximadamente uniforme. Bobinas, também conhecidas como solenoides**,** são formadas por um longo fio condutor enrolado diversas vezes, tratando-se, portanto, da combinação de um grande número de espiras sendo determinado pela equação:

$$\vec{B} = \frac{N\mu_0 i}{L} \tag{12}$$

N – Número de voltas do solenoide.

L – Comprimento do solenoide.

O quadro 1 apresenta as principais grandezas físicas e suas unidades no Sistema Internacional de Medidas.

Quadro 1: Grandezas e unidades no Sistema Internacional

Grandeza	Representação	Unidades no sistema Internacional (SI)	
Força	F	Newton	N
Comprimento	L	Metro	M
Massa	M	Quilograma	Kg
Carga elétrica	Q	Coulomb	C
Campo Gravitacional	G	-	$m^3 Kg^{-1} s^{-2}$
Campo elétrico	E	Newton por Coulomb	N/C
Campo magnético	B	Tesla	T

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

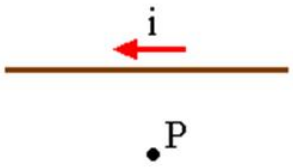
de que os dois fenômenos estavam relacionados. Coulomb formulou a lei do magnetismo equivalente à sua lei para a eletricidade em que o conceito de massa substituía o de cargas elétricas (Halliday, 2009).

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 (Halliday, 2009).

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 35.

Figura 35: Corrente elétrica de um condutor retilíneo.



Fonte: Adaptado pelo autor.

a)

b)

c)

d)

e)

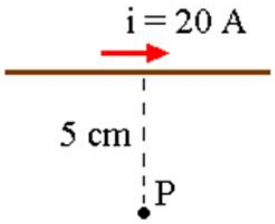
Resposta: Alternativa B.

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 $\mu = 4\pi.10^{-7}$ T.m/A.

a) B = 2 . 10^{-5} T
b) B = 5 . 10^{-7} T
c) B = 3 . 10^{-7} T
d) B = 5 .10^{-5} T
e) B = 2,5 .10^{-5} T

3) Para a figura abaixo, determine o valor do vetor indução magnética B situado no ponto P e marque a alternativa correta. Adote $\mu = 4\pi.10^{-7}$ T.m/A, para a permeabilidade magnética (figura 36).

Figura 36: Corrente elétrica.



Fonte: Adaptado pelo autor.

a) B = 4 .10^{-5} T
b) B = 8 .10^{-5} T
c) B = 4 . 10^{-7} T
d) B = 5 .10^{-5} T
e) B = 8 .10^{-7} T

Resposta: B

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

Objetivo Geral: Determinar a força magnética de uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético.

Objetivo Específico:

- Compreender os preceitos da força magnética
- 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 se movimenta em uma região onde atua um campo magnético que não seja paralelo a velocidade.

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

$$\vec{F}_{mag} = Q\vec{V}\vec{B}\text{sen} \propto \tag{13}$$

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

$\vec{F}_{mag}$- A força magnética

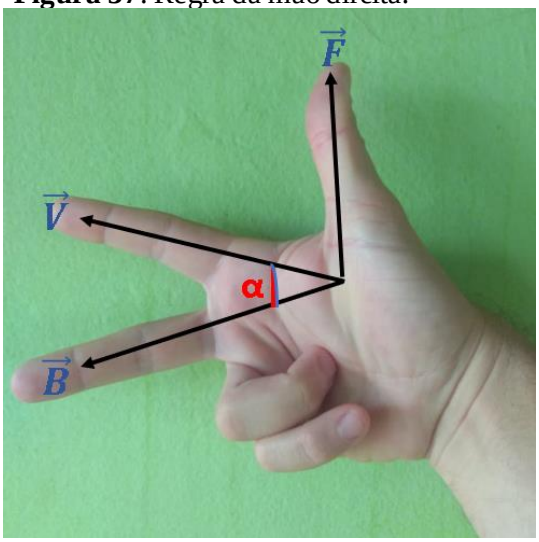
q - Carga elétrica

$\vec{V}$ - 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 $\vec{V}$ e $\vec{F}$, e o sentido é dado pela regra da mão direita (figura 37).

Figura 37: 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. 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 α = 0º ou α = 180 º. A equação que utilizamos para calcular a força é zero, pois sen 0º = sen 180º = 0.

A cena 7 em que o personagem flutua no ar (figura 38) foi colocada par os alunos observassem. Foi questionado aos alunos como eles explicariam esse fenômeno utilizando 2014os conceitos vistos até agora.

Figura 38: Voo do personagem.

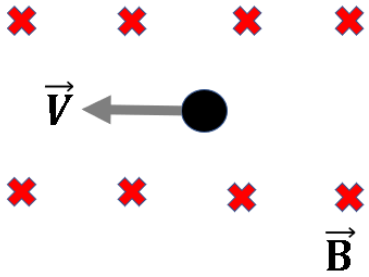
Fonte: *Print Screen* do filme *X-men* Dias de um Futuro Esquecido (2014).

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 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 39).

Figura 39: Força magnética sobre uma partícula carregada dentro de um campo magnético.



Fonte: Adaptado pelo autor.

2. Suponha que uma carga elétrica de 4 μC seja lançada em um campo magnético uniforme de 8 T. Sendo de 60º 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 x 10^3 m/s.

a) F_{mag}=0,0014.10^{-1}N

b) F_{mag}=1,4.10^{-3}N

c) $F_{mag=1,}$2.10^{-1}N

d) $F_{mag=}$1,4.$^{10-1N}$

e) F_{mag}=0,14.$^{10-1}$N

Resposta: Alternativa D.

3. Imagine que 0,12 N seja a força que atua sobre uma carga elétrica com carga de 6 μC 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 30º. Dados sen30º = 0,5.

a) v = 8 m/s

b) v = 800 m/s

c) V=8000m/s

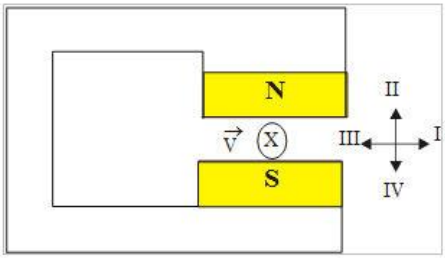
d) v = 0,8 m/s

e) v = 0,08 m/s

Resposta: Alternativa 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 40).

Figura 40: Polos de um imã 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:

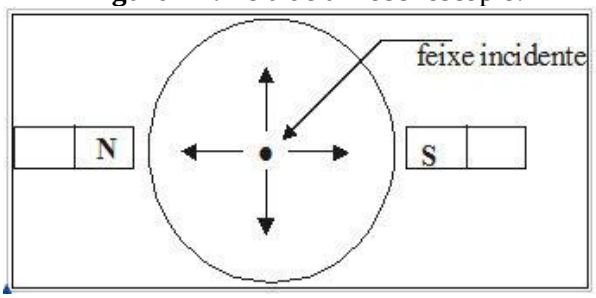
a) I b) II c) III d) IV e) nenhuma destas

Resposta: Alternativa 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 41):

Figura 41: 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: Alternativa b.

Aula 7: Força magnética em um condutor retilíneo.

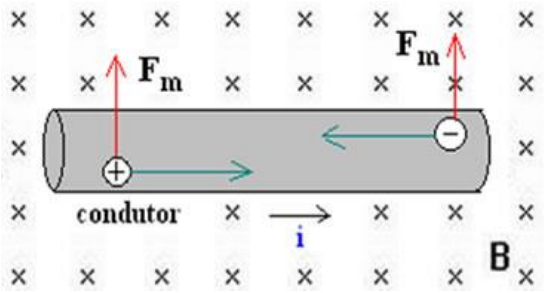
Objetivo Geral: Determinar a força magnética gerada por um condutor retilíneo.

Objetivos específicos:

- 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. É observado que ele sofre a ação de uma força, que chamamos de força magnética, representada pela letra F (figura 42).

Figura 42: Força magnética sobre um fio com corrente elétrica dento de um campo magnético.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Para determinara 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 quatros dedos o campo magnético, o dedo polegar indica o sentido da força magnética.

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

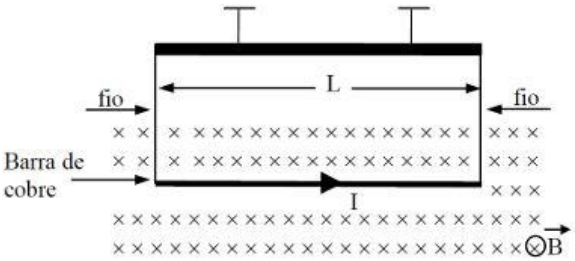
Foi esclarecido para os alunos quando utilizamos o sentido da corrente nos referimos ao sentido do movimento dos portadores de carga, embora a intensidade da corrente elétrica é uma grandeza escalar.

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 43). Represente o vetor da força magnética.

Resposta: ↑ Para cima.

1.

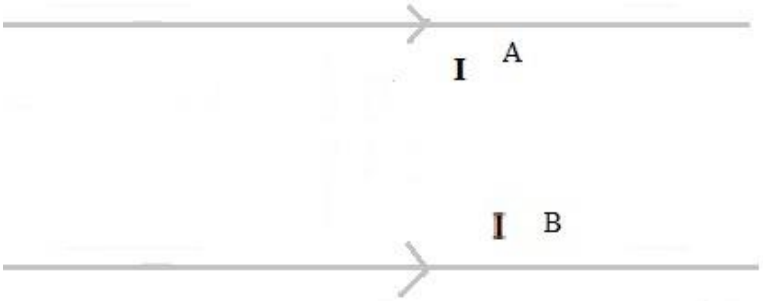
Figura 43: Barra fina de cobre dentro de um campo magnético.



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 44).

Figura 44. Condutores paralelos com intensidade da corrente.

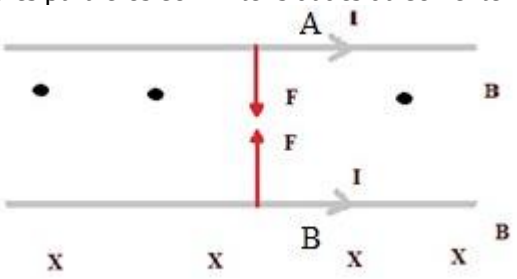


Fonte. O próprio autor

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 45: Condutores paralelos com intensidades da corrente no mesmo sentido.



Fonte: Próprio autor.

Aula 8: Lei de Faraday e Lei de Lenz

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

Objetivos específicos.

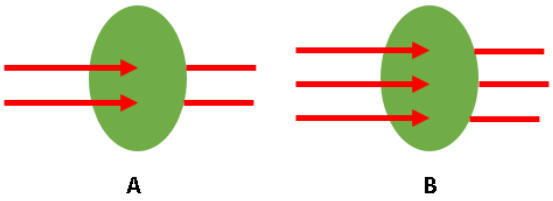
- Relacionar as leis de Faraday e lei de Lenz
- Identificar a aplicação das leis de Faraday e lei de Lenz

A aula foi iniciada com um debate 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 46 A. O fluxo do campo magnético na figura 46 B é maior devido maiores quantidades de linhas de indução estão atravessando a superfície

Figura 46: Fluxo do campo magnético.



Fonte: Adaptado pelo autor.

A equação do fluxo do campo magnético é a seguinte:

$$\emptyset = \vec{B}A\cos\theta \tag{14}$$

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

$\vec{B}$ - 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, dado que θ = 90º e cos 90º = 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:

$$\in_i = -\frac{\Delta \emptyset}{\Delta t} \qquad (15)$$

$\in_i$- A força eletromotriz (fem) na espira;

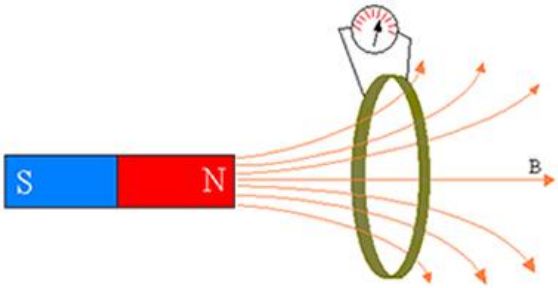
$\Delta\Phi$- A variação do fluxo das linhas de campo através da espira;

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.

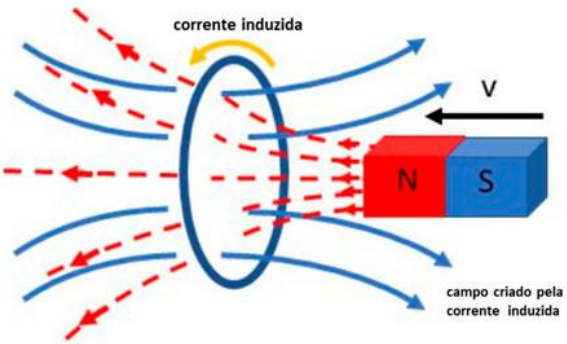
Figura 47: Fluxo magnético.



Fonte: https://s3.static.brasilescola.uol.com.br/be/conteudo/images/7f93fe54812dd3aa384fc8e5ca5439f6.jpg

Como mostra a figura 47, 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 48.

Figura 48: Intensidade da corrente induzida pelo campo magnético.



Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

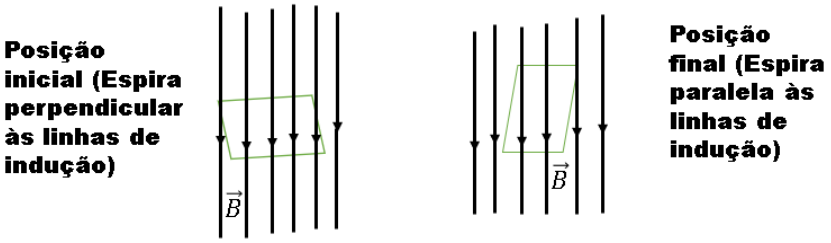
Além dos cálculos foi visto a aplicação da indução eletromagnética, como geradores de corrente alternada, transformadores, motores elétricos e produção de energia elétrica nas usinas. Foram aplicados exercícios.

As indagações dos alunos sobre a demonstração foram respondidas por alguns alunos e pelo professor.

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 Wb/m^2) e perpendicular às linhas de indução. Gira-se essa espira até que ela fique paralela às linhas de campo (figura 49).

Figura 49: Posição da espira em relação as 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.

Aula 9: Avaliação

Objetivo Geral: Realizar um mapa conceitual final sobre magnetismo.

Objetivos Específicos:

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

Os alunos foram orientados a realizar um mapa conceitual envolvendo os conceitos adquiridos sobre campo magnético.

3. RESULTADOS

3.1. Primeira etapa. Elaboração da metodologia da pesquisa

3.2. Desenvolvimento da sequência didática

O desenvolvimento deste trabalho tinha como objetivo criar uma ferramenta pedagógica que pudesse chamar a atenção do aluno, fazendo que, segundo Fernandes et al (2018), haja uma mudança gradual durante toda sua fase de formação, o qual o aluno se vê como um agente passivo, receptor dos conceitos e conteúdos a ele aplicado e o aluno possa se tornar mais participativo.

Utilizando preceitos da aprendizagem significativa de Ausubel durante a aplicação da sequência didática, é pretendido que os alunos saibam utilizar os conhecimentos científicos como instrumentos que ofereçam novos significados e percepções sobre o mundo criando outras possibilidades de interação com a realidade e que esta aprendizagem seja significativa (TIRONI, ET ALL, 2013).

3.3. Análise da utilização dos recursos didáticos durante a aplicação da sequência didática.

3.3.1. O uso das cenas do filme *X-Men*

O vídeo das cenas dos filmes do *X-Men* serviu para introduzir as aulas sobre magnetismo e chamou a atenção dos alunos. A maioria já conhecia os filmes, ou o personagem de desenhos animados. Isso foi importante, pois criou uma ligação com o cotidiano do aluno, sendo mais atrativo.

Era pretendido chamar a atenção dos alunos para que participassem mais ativamente durante as aulas. Principalmente os alunos que comumente não participam, por não entenderem, ou por qualquer outro motivo. A exibição das cenas de ação dos filmes chamou atenção destes alunos para as aulas de física. Muitos ficaram curiosos e pensavam que seria passado na sala de aula o filme completo e que isso não configura aula propriamente dita.

Ao exibir as cenas os alunos que normalmente não participam apresentaram interesse e fizeram questionamentos durante a exibição. Alguns alunos questionaram o que o filme tinha a ver com a física, afirmando não ter ligação com a disciplina.

Pelo fato de o filme apresentar super heróis, alguns alunos indicaram outros filmes do mesmo tema que tinham conceitos físicos, como vingadores, Hulk... e segundo Ausubel, aquilo que aluno já sabe é o que mais influencia a aprendizagem de novos conceitos.

Para Ausubel et al (1980), a aprendizagem significativa implica na aquisição de novos conceitos, ou ainda, é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Se apropriando de um tema de interesse dos alunos foi possível desenvolver os conceitos de magnetismo. Durante a aplicação os alunos lembravam-se das cenas do Magneto relacionado com os conceitos físicos estudados.

Outro ponto que chamou a atenção dos alunos foi a forma que as cenas dos filmes foram apresentadas. Não se tratava do filme propriamente dito, com aproximadamente duas horas de duração. As cenas foram escolhidas por demonstrar o personagem interagindo com outros personagens eram de fácil compreensão por ser tratar de cenas de ação, com poucos diálogos. O vídeo foi exibido no projetor em sala de aula, porém os alunos podiam acessar o vídeo a qualquer momento na rede social *instagram*, tornando mais instigante, uma vez que os alunos com celulares possuem esse aplicativo para compartilhar fotos e vídeos. Mesmo os alunos que não estavam presentes no dia que foi exibido puderam acessar em outro contexto.

Um elemento que nos chamou atenção durante a exibição das cenas dos filmes foi a diversidade de tópicos que os educandos trouxeram para a discussão, tais como mutação, tecnologia, energia, preconceito e segregação. Este amplo leque de temas, de áreas diferentes, mas que se comunicam, mostra a importância da interdisciplinaridade e como está se torna indispensável no processo educacional, desenvolvendo a capacidade do aluno fazer relação ao que está sendo estudado em outras disciplinas de forma crítica.

Verificou-se então que as cenas do filme pode ser um recurso didático de extrema importância para a aprendizagem, chamativo desde que seja usado com planejamento e parcimônia, sendo um recurso educacional que apresenta um vasto potencial de uso na educação. Questões como a facilidade de acesso e a proximidade do cotidiano podem

transformar uma aula tradicional em um espaço no qual a construção do conhecimento é realizada de forma coletiva. Na formação de professores, em especial, o uso do cinema pode melhorar a atuação pedagógica, uma vez que não apenas implantam novas linguagens que promovem o processo de ensino aprendizagem, como também modificam os papéis dos atores sociais envolvidos.

As cenas dos filmes dos *X-Men* estão ligadas diretamente à cultura e ao cotidiano de todos, aproximou e aprofundou discussões que tinham como base a ciência e a sua influência social. Por fim, enfatizamos que é necessária uma apropriação de todo o universo cultural, com destaque para o cinema, já que todo esse aparato é desenvolvido com base em questões sociais e nos mostra uma visão mais humana da ciência. Ainda que incentivar a busca de conhecimento em outros espaços é necessário para uma visão integral do conhecimento (CASSTILHO ET AL, 2017)

É possível observar que o uso das cenas do filme *X-Men* apresentou um vasto potencial de uso no desenvolvimento das aulas de física para o ensino médio especialmente no tema sobre o magnetismo, o fato de colocar as cenas no *Instagram* facilitou o acesso e relacionou os conceitos do magnetismo com as cenas do filme. A imagem fica na memória e ajuda a ter melhor aprendizado o acesso, a proximidade do cotidiano e a interdisciplinaridade podem transformar uma aula tradicional em um espaço no qual a construção do conhecimento é realizada de forma coletiva.

A seleção de cenas dos filmes da franquia *X-men* teve muita importância para direcionar o olhar do estudante para os conceitos de magnetismo presentes nas cenas assim como as orientações necessárias para a observação e análise sobre o personagem. Resultaram de importância as orientações realizadas pelo professor, antes da exibição das cenas e a análise posterior às cenas relacionando com as características dos imãs e o campo magnético.

Por outro lado, com as cenas selecionadas os estudantes desenvolveram habilidades de análise sobre o campo magnético, a percepção e compreensão sobre os conceitos sobre o magnetismo que estavam vendo e ouvindo. A experiência do professor foi muito importante por saber selecionar o material audiovisual, analisar e discutir com seus alunos os conceitos relacionados nas cenas sobre o magnetismo contribuindo com o efeito educacional e/ou cognitivo.

Um exercício de análise tende a ser desenvolvido no aluno, essa análise é proporcional a condução dada pelo professor e pode desenvolver a capacidade perceptiva dos estudantes sobre diferentes aspectos como: visões de ciências e tecnologia, percepções de

ciências e cientista, problemas ambientais, aspectos sociais, culturais, históricos, dentre outros.

3.3.2. Realização de experimentos

A experimentação na forma de problematização teve um papel importante na aprendizagem, fazendo que os alunos visualizem a teoria e consigam aplicá-la, além de poder comprovar os fenômenos estudados, no caso deste trabalho o magnetismo dos imãs e suas propriedades.

Com as três atividades experimentais realizadas os alunos puderam sair do mundo dos conceitos, relacionando está mundo da linguagem com o conhecimento adquirido durante a prática.

Durante a realização dos experimentos foi possível a integração e participação de todos os alunos em seus grupos respectivos, observando, manipulando e realizando conclusões. Os materiais utilizados foram materiais alternativos, procurados e trazidos pelos próprios alunos para a sala de aula com a orientação do professor, desta forma foi possível aproximar ainda mais os conceitos estudados a realidade dos alunos tanto da zona rural como da zona urbana.

Os conhecimentos adquiridos pelos alunos nos três experimentos foram: a compreensão das características magnéticas do imã a atração e repulsão dos polos a inseparabilidade destes polos e a atração de materiais ferromagnéticos. Outro aspecto interessante para eles foi a observação do espectro formado pelas limalhas de ferro e a comparação com as linhas de indução do campo magnético das figuras mostradas no livro didático.

Com o desenvolvimento das atividades experimentais o aluno passou a ter um papel mais ativo, pelo fato de estarem divididos em pequenos grupos e cada um teve sua contribuição no desenvolvimento do experimento. Tanto nas discussões em grupos quanto na experimentação foi observado um maior interesse e participação dos alunos. Para Moreira (2010) uma maneira de sabermos se o sujeito aprende é observar se este se dispõe a relacionar o que foi aprendido com a estrutura cognitiva presente. Isso é percebido em diversas vezes ao longo das aulas nas discussões sobre o funcionamento dos aparelhos (bússola e imãs) que estão ao seu redor, compreendendo a aplicação em seu dia a dia.

Explorando técnicas e métodos eles debateram sobre maneiras de realizar o experimento, adquirindo noções de pesquisa.

A partir da observação da participação dos alunos em seus grupos comprovou que houve uma dedicação por parte destes no desenvolvimento dos experimentos. Foi possível visualizar discussões sobre as questões problematizadoras e os procedimentos e formas de aplicar estes procedimentos.

As dúvidas que surgiam ao longo do desenvolvimento dos experimentos eram esclarecidas pelo professor ou entre os grupos pelos próprios alunos. Houve notável interação entre os grupos, interessados por alcançar os objetivos.

Os grupos tentaram responder e comprovar os poderes do personagem Magneto utilizando os imãs. Os grupos relacionaram a atividade experimental com as cenas dos filmes.

As respostas apresentam avanços significados em relação às questões iniciais, verificando-se que os alunos utilizam procedimento adequado para a configuração das linhas de campo magnético através do uso de limalha de ferro. Percebe-se que nessa questão os alunos realizaram o procedimento esperado e sugeriu-se que olhassem o local onde “a limalha projetou a forma do ímã”, para que percebessem as linhas de campo que estavam representadas e verificassem semelhança com as figuras mostradas nos livros didáticos utilizados.

Para a demonstração do campo magnético em ímãs a maior parte dos alunos utilizou a limalha de ferro e um dos grupos demonstrou utilizando uma bússola. Constatou-se, pelos procedimentos realizados e pelas respostas, que houve assimilação dos conceitos relacionados.

Como os experimentos foram relacionados com as cenas de filmes, sendo avaliado como positivo a realização dos experimentos. Os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos serviram como base para a formação de novos conceitos adquiridos durante a prática. Como exemplo temos o conceito de força que os alunos já tinham e relacionaram com os novos conceitos de campo magnético e força magnética. Manuseando os imãs e observando suas interações com outros objetos.

No segundo experimento sobre campo magnético os alunos já tinham mais conceitos e definições sobre magnetismo em sua estrutura cognitiva, sendo assim mais fácil relacionar o experimento com os conceitos.

A participação dos grupos foi maior que no segundo experimento, pois eles conseguiram maior utilização e praticidade. Quando se fala em força de campo eles conseguiam ver a ação do campo magnético do imã atraindo clipes de metal no primeiro experimento e testaram a amplitude desse campo. Com o segundo experimento puderam visualizar algo que até então era ilustrado com imagens.

Dentre os comentários dos alunos teve “esse formato da limalha é o mesmo do campo que cobre o planeta Terra”. Mesmo eles desfazendo a estrutura formada no papel ela se mantinha quando o imã era colocado abaixo.

Outro aspecto positivo a se destacar, foi a maior atenção aos alunos durante as aulas e uma assiduidade dos alunos que são considerados muito faltosos, aliados a vontade de participação das atividades experimentais. A aprendizagem significativa de Ausubel trabalha essencialmente com estratégias que busquem o que o aluno já sabe potencializar o que já é sabido e desenvolver constantemente sempre retomando o que já foi assimilado.

Antes dos experimentos os alunos não conseguiam relacionar os conceitos magnéticos corretamente, confundindo alguns conceitos e termos. Após as atividades experimentais houve uma melhora no domínio desses conceitos, sendo perceptível na própria linguagem utilizada durante as aulas. Eles se apropriaram do vocabulário específico e conseguiram explicar aos seus grupos os fenômenos que verificaram durante os experimentos.

A diferença com uma aula tradicional as aulas experimentais transformam a sala de aula num espaço no qual a construção do conhecimento é realizada de forma coletiva.

- Projeto de laboratório

Com a nova BNCC, o ensino médio possui a parte diversificada, que inclui a disciplina Projeto de Vida em que os alunos podem visualizar e planejar tanto seus estudos, vida cotidiana, e pensar no futuro profissional. Ou seja, os alunos já estão familiarizados com projetos. O projeto de vida traz a possibilidade de arquitetar, conceber o que está por vir. O ser humano tanto pode idealizar uma bomba, quanto a cura de uma doença.

O uso de metodologia com projetos permitiu que os alunos expandissem os conceitos sobre magnetismo, pois com este método os alunos puderam trocar ideais entre os grupos buscando respostas às questões problematizadores presente no desenvolvimento do projeto.

Quando se falou em projeto experimental os alunos questionaram sobre de forma fariam sem um laboratório. E com o desenvolvimento eles perceberam que mesmo com a ausência de laboratório na escola é possível realizar projetos com a temática.

Na sala de aula foram criadas situações de trabalho mais colaborativas, que se organizem com base nos interesses dos estudantes e favoreçam seu protagonismo.

Poucos alunos não tinham celulares. Mas como o trabalho foi desenvolvido em grupos não houve dificuldade nessa parte. A utilização do aplicativo do celular foi um aspecto de grande interesse para os alunos, devido ao fato que geralmente são proibidos de utilizar o

celular durante as aulas. Aliás, eles acabam utilizando escondido para outras funções que atrapalham o desenvolvimento da aula.

Os alunos se mostraram interessados e ativos em relação ao desenvolvimento do projeto, pois tiveram que pesquisar como montar a bússola e ser responsáveis por trazer os materiais para a montagem, exigindo uma responsabilidade maior.

Durante o desenvolvimento do projeto os alunos fizeram relação entre os experimentos realizados anteriormente e os vídeos dos filmes do *X-Men*. Eles conseguiram diferenciar os polos magnéticos e polos geográficos. Essa parte do conteúdo fica bem abstrata, porém com a construção e utilização da bussola ficou mais fácil visualizar essa diferença. Isso foi observado pelos próprios alunos que não tinham compreendido como funciona o campo magnético terrestre.

O fato de produzirem algo concreto com materiais simples que tinham em casa foi bastante significativo, pois puderam trabalhar outras áreas do conhecimento. Inclusive os alunos que possuem dificuldades na parte da física que envolve cálculos. Estes foram os mais participativos. Durante a realização eles adquiriram habilidades que antes eles não possuíam. Foi possível visualizar um amadurecimento dos alunos em relação a responsabilidades e atitudes em sala de aula.

3.3.3. Avaliação diagnóstica sobre o conceito de campo através de mapas conceituais iniciais e mapas conceituais finais

Como já foi dito anteriormente, mapas conceituais, ao serem utilizados como instrumentos de avaliação, possibilitam o desenvolvimento de uma avaliação conceitual, qualitativa e formativa (MOREIRA, 2012). Neste trabalho foi executado a análise dos mapas desenvolvidos durante as etapas de avaliação da aprendizagem.

Os mapas conceituais foram analisados qualitativamente de forma descritiva comparando o primeiro e o último mapa conceitual. Foi analisado um total de 76 mapas conceituais (dois por aluno), sendo 38 mapas iniciais e 38 mapas finais. O uso de mapas conceituais constitui uma visão não tradicional de avaliação que é essencialmente qualitativa, mas que pode ser muito valiosa para o professor no sentido de guiar sua prática pedagógica.

Poucos alunos estavam familiarizados com a utilização dos mapas conceituais. Os alunos que já tinham feito mapas alguma vez utilizaram em disciplinas como história, geografia e biologia, sendo a primeira vez a serem utilizados em física. Os aspectos analisados nos mapas conceituais foram os seguintes: aspectos cognitivos; referências cognitivas, hierarquização, relação entre os conceitos e clareza durante a leitura.

➢ Análise dos resultados obtidos com os mapas diagnósticos

Os mapas diagnósticos foram confeccionados após uma explicação de sua finalidade e de suas características, sendo realizado conjuntamente com os alunos um exemplo sobre os conteúdos. Para a realização dos mapas diagnósticos foi utilizado o conceito de camp sendo um subsunçor.

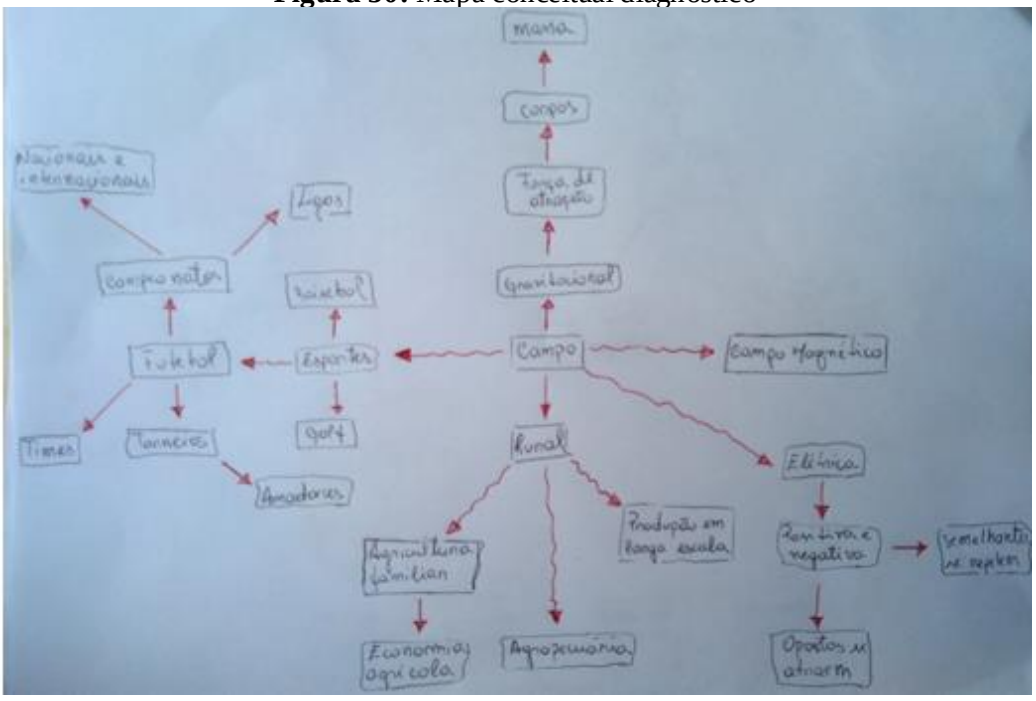
É importante salientar que por se tratar de uma avaliação qualitativa os mapas produzidos pelos alunos não serão classificados como certo ou errados. Esta avaliação é continua levando em consideração a progressão feita pelo aluno entre o mapa inicial e mapa final.

Tendo em vista que os mapas apresentaram poucas diferenças e colocar todos os mapas seria redundante e repetitivo foram selecionados aleatoriamente mapas diagnósticos de três alunos, identificados como aluno 1, aluno 2 e aluno 3 e faremos a análise da evolução da construção dos conceitos sobre magnetismo, levando em consideração a aprendizagem significativa.

Para realizar as análises foram caracterizados os mapas diagnósticos e a continuação o mapa final. Esse método nos permitiu conhecer quanto o aluno conseguiu evoluir nos conceitos utilizados.

- Apresentação e análise do mapa diagnostico e final do aluno 1

Figura 50: Mapa conceitual diagnóstico

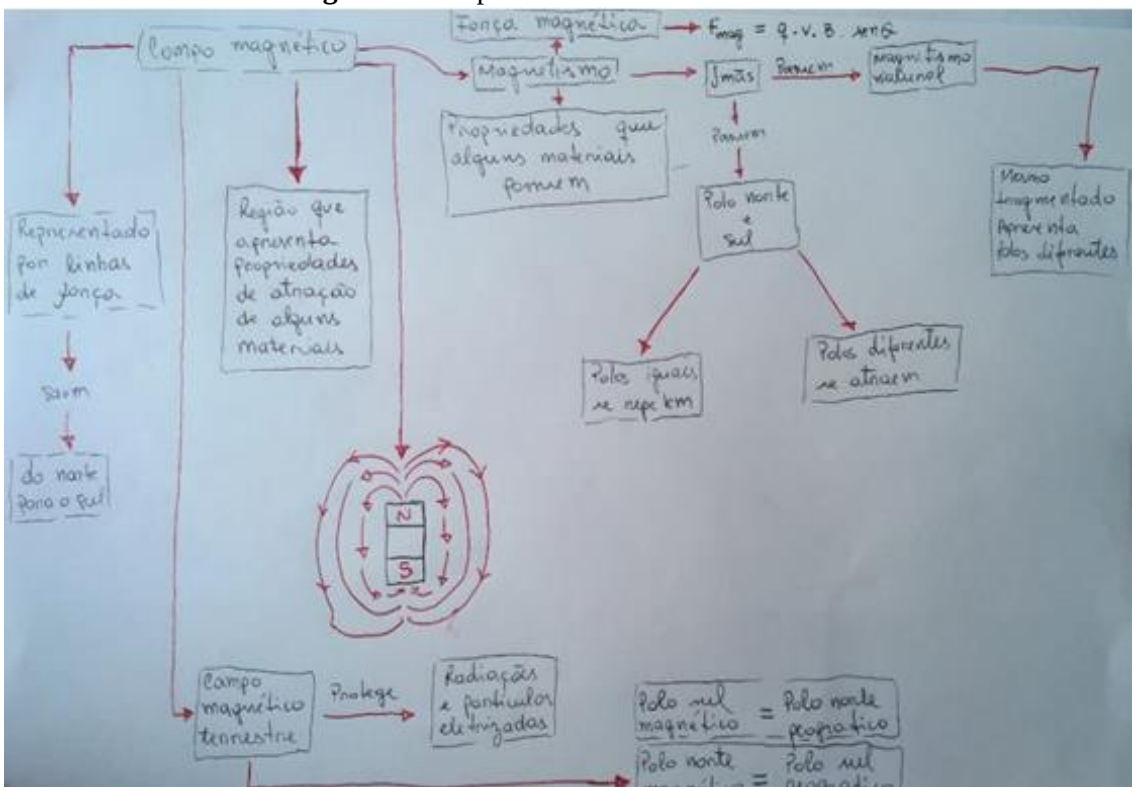


Fonte: Aluno 1.

Na figura 50, o aluno 1, em seu mapa diagnóstico fez relação ao conceito campo de esportes, campo de futebol e sobre campo rural na agricultura. Em relação aos conceitos físicos foi possível ver campo gravitacional e campo elétrico. Esses conceitos já haviam sido estudados pelos alunos e servirão como conhecimento previos para o desenvolvimento de novos conceitos. O aluno 1 citou o campo magnético, porém não houve hierarquização.

Ao final da aplicação da sequência didática o aluno 1 fez um mapa conceitual (figura 51). Nesse mapa é visível a evolução, tanto na estrutura do mapa, como nos conceitos. É notável o aumento das hierarquizações, o aprofundamento nos conteúdos, as ligações realizadas, as proposições utilizadas e a presença no mapa do conceito campo magnético foi somente citado, sendo no mapa final uma das hieraquizações do conceito de magnetismo.

Figura 51: Mapa conceitual final



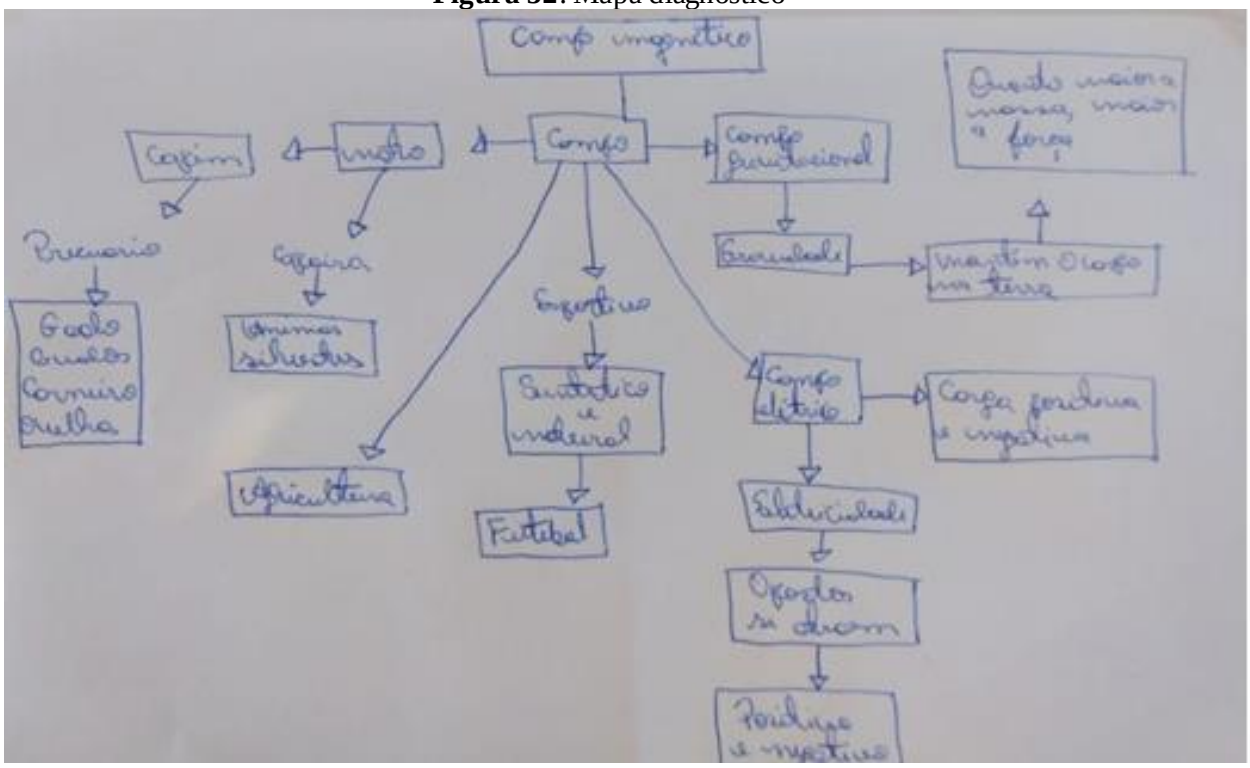
Fonte: Aluno1.

Ainda sobre o conceito de campo o aluno 1 conseguiu agregar mais ramificações, definindo-o, e por meio de desenho representou o campo magnético de um imã. Ele soube identificar os polos geográficos e polos magnéticos terrenstres. Apesar de não apronfundar muito, falou sobre força magnético e a fórmula matemática.

- Apresentação e análise do mapa diagnostico e final do aluno 2

O mapa conceitual diagnóstico do aluno 2 foi possível identificar conceitos do cotidiano não relacionados à disciplina de física, como visto em outros mapas. Ficaram definidos os conceitos de campo elétrico e campo gravitacional.

Figura 52: Mapa diagnóstico

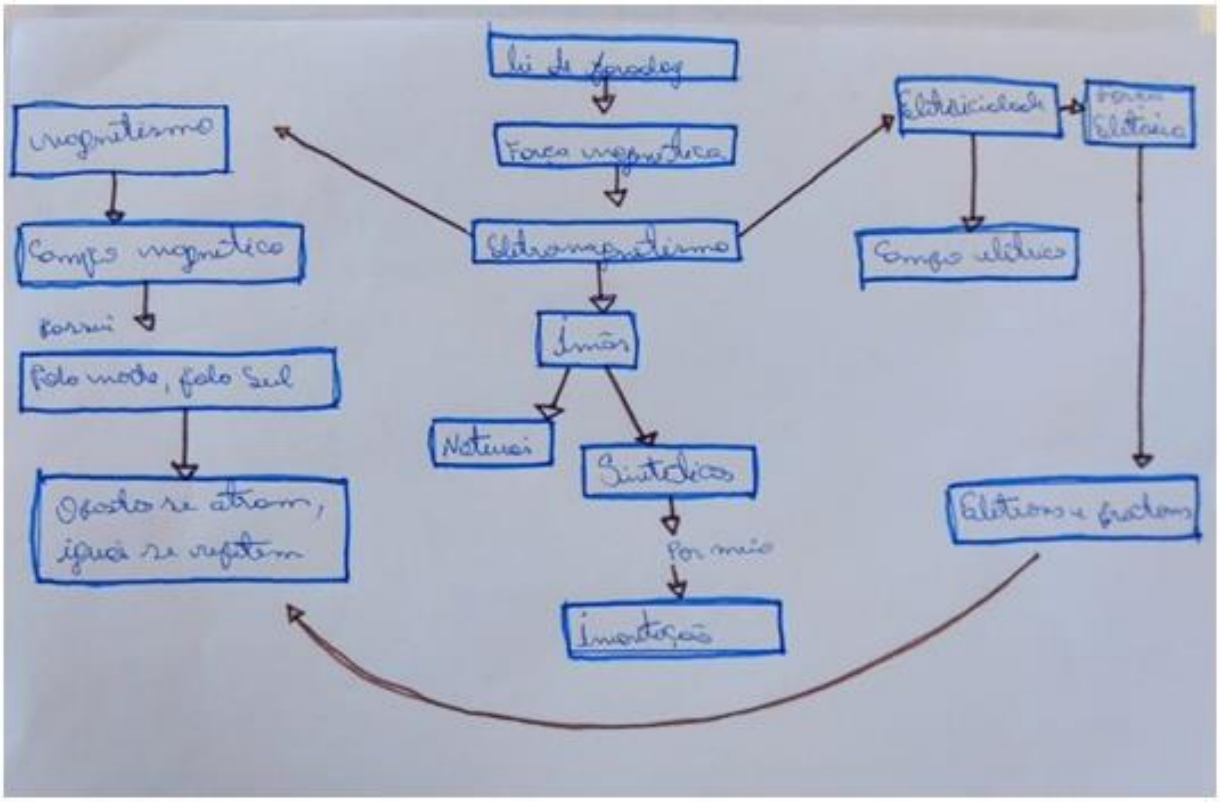


Fonte: Aluno 2

O aluno 2 conseguiu relembrar o conceito de campo elétrico e ainda se aprofundou no conceito de campo gravitacional, abordado no primeiro ano do ensino médio.

Ainda podemos observar que os conhecimentos prévios relacionados à física, ficando bem claro isso no mapa final deste aluno (figura 53) em que há uma interligação entre eletricidade e magnetismo. O aluno correlacionou os dois temas, sendo ramificações do eletromagnetismo.

Figura 53: Mapa conceitual final do aluno 2.



Fonte: Próprio autor.

No mapa conceitual final do aluno 2 podemos observar a evolução nos conceitos utilizados, conceitos físicos, além disso consegue através da lei de Faraday chegar ao eletromagnetismo e relacionar o campo elétrico e magnético, logra fazer as ligações entre os conceitos e realiza ramificações utilizando algumas proposições.

Ainda podemos observar que os conhecimentos prévios relacionados ao conceito campo elétrico, força elétrica, ficaram bem claros no mapa final deste aluno (figura 53) em que há uma interligação entre eletricidade e magnetismo. O aluno correlacionou os dois temas, sendo ramificações do eletromagnetismo.

- Apresentação e análise do mapa diagnostico e final do aluno 3

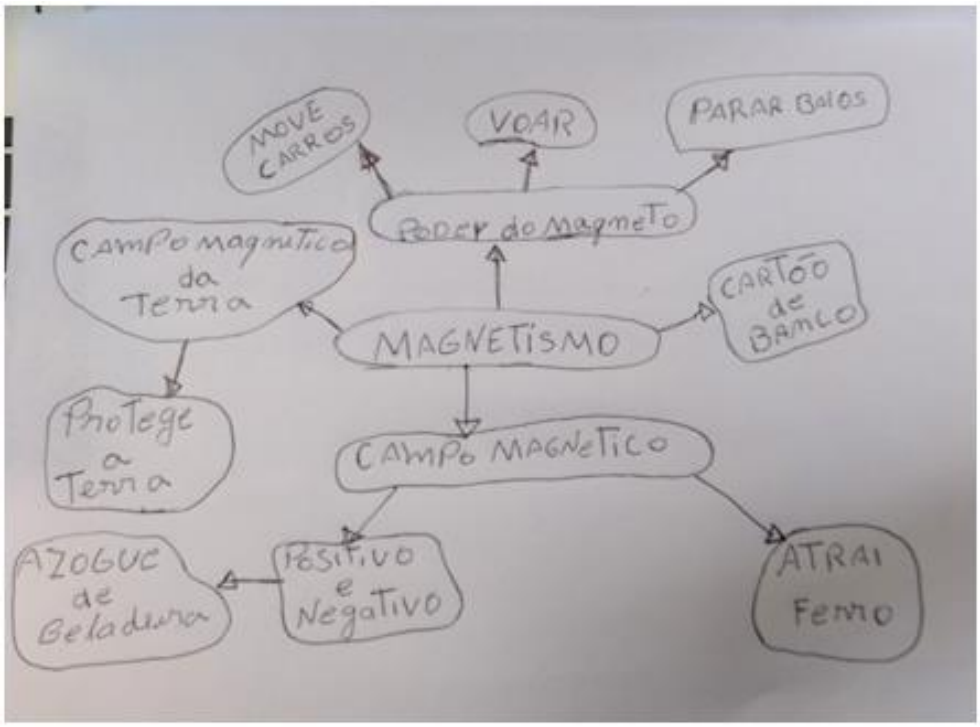
O mapa diagnóstico do aluno 3 (figura 54) foi representado de forma simplória e equivocada, pois colocou as setas de ligações tendo como origem o campo magnético e em seguida os conceitos de campo magnético saindo do campo elétrico.

Figura 54: Mapa diagnostico do aluno 3.

Fonte: Próprio autor.

O aluno 3 citou os tipos de campos que ele lembrava, mas não houve caracterização, ligados de forma aleatória, sem haver uma real ligação. O aluno tinha conceitos bem limitados sobre o tema e aparentemente não conseguiu compreender como produzir um mapa conceitual de forma clara.

Figura 55: Mapa conceitual final do aluno 3.



Fonte: Próprio autor.

Este mesmo aluno ao fazer o mapa final (figura 55) sobre magnetismo estruturou, fazendo as hierarquizações, diferente do mapa diagnóstico. Neste caso ele foi mais para aplicações sobre o magnetismo. O interessante é que ele citou os vídeos assistidos, alguns

poderes do personagem e utilidades do eletromagnetismo, como o uso em cartões magnéticos e de imãs na geladeira.

Ainda sobre o subsunçor campo (figura 55), foi observado os conceitos de campo magnético em que confundiu os polos norte e sul com a existência de cargas positivas e negativas que podem estar associadas ao campo elétrico, e o campo magnético terrestre que poderia ser uma ramificação do campo magnético. Apesar de simples ele conseguiu desenvolver e relacionar os conceitos estudados e demonstrou evolução comparando com o mapa inicial.

Analisando os mapas feitos pelos alunos e considerando os três itens necessários para a produção dos mapas conceituais. Dos trinta e oito mapas de sondagem foram obtidos os resultados da tabela 3 realizando-se uma comparação entre o mapa diagnostico e o mapa final.

Tabela 3: Comparação dos mapas diagnósticos e final confeccionados pelos alunos de forma individual.

	Conceitos sobre o conteúdo		Hierarquização		Relação entre conceitos		Clareza durante a leitura	
	D	F	D	F	D	F	D	F
Alunos	19 (50%)	30 (78%)	18 (47%)	29 (76%)	22 (57%)	28 (73%)	32 (84%)	35 (92%)

Fonte o próprio autor D- Diagnóstico; F – Final

Conceito sobre conteúdos: Em relação aos conceitos sobre o conteúdo, no mapa diagnostico 50% alunos conseguiram desenvolver bem este critério. Foi possível identificar conceitos sobre campo gravitacional, campo de força, força de contato, força de campo. O conceito campo elétrico foi o mais presente nos mapas nos mapas finais ouve uma evolução sendo que 78% dos mapas conseguiram utilizar conceitos próprios dos conteúdos de magnetismo. Houve mapas que os um conceito era relacionado com outros três conceitos de forma correta.

Hierarquização. Nos mapas diagnostico 47% dos alunos conseguiram identificar os conceitos fundamentais. Nos mapas finais apreciamos que 76% dos alunos mostrou ter conhecimentos sobre os conceitos primários e os secundários assim como os derivados destes, tendo a maior utilização da hierarquização nos mapas finais

Relação entre conceitos. A relação entre conceitos e ligações dos mapas diagnósticos foi de 57 % e nos mapas finais 73 %, mostrando que os alunos conseguiram uma maior relação entre os conceitos nos mapas finais cuja maior vantagem pode estar exatamente no fato de enfatizarem o ensino e a aprendizagem de conceitos, algo que muitas vezes fica perdido em meio a uma grande quantidade de informações e fórmulas.

Clareza durante a leitura. Nos mapas iniciais constatamos que 84% dos alunos conseguiram realizar mapas conceituais nos quais conseguimos realizar com clareza na leitura, sendo que finalmente 92% dos alunos conseguiram clareza na leitura comprovando uma evolução na forma da escrita e na interpretação dos conceitos.

Em sentido geral embora os alunos não estivessem acostumados com a construção de mapas conceituais, foi uma experiência proveitosa para eles, podendo se apreciar durante as aulas a motivação dos alunos e a vontade de aprender os novos conceitos.

Nos mapas iniciais apresentaram conceitos mais abrangentes relacionados a realidade e costumes individuais, ou até mesmo de outras disciplinas, como campo de concentração, em que o aluno fez relação com o nazismo. Eles citaram e desenvolveram conceitos sobre campo de futebol, citando regras do esporte. Outro item muito abordado nos mapas foi o campo de agricultura. É importante ressaltar que os primeiros mapas feitos a partir da palavra campo, tinham temática livre. Não somente sobre conceitos físicos. Como os alunos já tinham tido contato com os conceitos de campo gravitacional e campo elétrico, estes conceitos estarem presentes em seus mapas. Como foi demonstrado nos mapas iniciais.

A utilização de termos de ligação entre os termos é importante para a compreensão entre conceitos. Em alguns casos a falta destes termos dificulta o entendimento. Os alunos que não conseguiram relacionar os conceitos fizeram setas ligando conceitos sem relação alguma, ou sem sentido. Por exemplo, o conceito de campo gravitacional vindo do campo elétrico, sem utilizar nenhum termo de ligação.

Os mapas foram feitos durante a aula. Seis mapas estavam incompreensíveis de fazer leitura, ficando difícil identificar o tema principal e qualquer conceito escrito.

Os mapas conceituais iniciais desenvolvidos durante a etapa de análise dos conhecimentos prévios, mostraram que aproximadamente 75% dos doze alunos detinham certo conhecimento de eletrostática, o que foi identificado a partir da observação nos mapas conceituais, de termos como: carga elétrica, elétrons, prótons, campo elétrico, dentre outros. Entretanto, em muitos pontos, o entendimento de tais termos se mostrava um tanto confuso. Quanto aos conceitos de eletromagnetismo a análise dos mapas permitiu concluir que o

conhecimento dos alunos nesta área era algo extremamente superficial, proveniente quase que exclusivamente do senso comum.

Com os mapas diagnósticos foi possível identificar a utilização dos subçuncores que serviram como ancoragem de outros conceitos mais abrangentes. As ligações realizadas com o conceito considerado como subsunçor "Campo" encontradas nos mapas conceituais feitos pelos alunos foram: campo gravitacional e campo elétrico. Com estes conceitos já presentes no sistema cognitivo do aluno foram desenvolvidos, durante a sequência didática, os conceitos sobre eletromagnetismo, possibilitando que ocorresse aprendizagem significativa.

3.3.4. Exercícios realizados pelos alunos durante a aplicação da sequência didática

No decorrer da sequência didática foram feitos exercícios de múltipla escolha sobre os conteúdos trabalhados em cada aula, obtidos do livro didático ou de outros livros, questões do ENEM e vestibulares. Foi feito essa escolha de questões para averiguar se houve uma evolução dos conceitos desenvolvidos durante as aulas.

Os alunos estavam acostumados a resolver uma lista de exercícios após a aula expositiva. E como foram feitos por eles poucas questões ficou mais prático e menos cansativo. A utilização de poucas questões facilitou na resolução pela maioria dos alunos, sendo possível discutir a questão entre eles.

Os alunos deixaram de copiar as respostas dos colegas. As questões não possuíam somente cálculos, algumas continham partes conceituais para eles analisarem situações problemas. Devido o pouco tempo disponível foram escolhidos duas ou três questões por aula, para que assim fosse possível responder durante a aula.

Tabela 4. Resultados dos exercícios resolvidos na sala de aula.

Aula	Questão	Acertos	Erros
3	1	20	18
	2	15	23
	3	17	21
4	1	24	14
5	1	26	12
	2	28	10
	3	20	18
6	1	29	9
	2	28	10
7	1	25	13
	2	26	12

Fonte: Próprio autor.

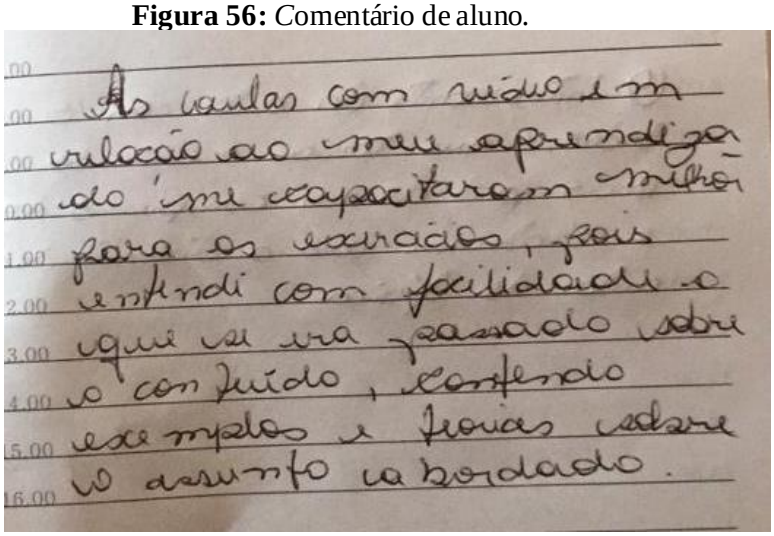
O nível das questões foi ficando mais elevado no decorrer das aulas. E foi notado que os alunos que realmente faziam os exercícios puderam utilizar conhecimentos desenvolvidos durante as aulas. Havendo assim uma ampliação dos conceitos presentes nos mapas conceituais diagnósticos.

A escolha de diferentes abordagens didáticas para o desenvolvimento da sequência didática tornou-se mais eficaz sendo possível para o aluno que não possui afinidades ou dificuldades em cálculos pudesse ser mais interessante e mais participativo.Os alunos estavam mais atentos e discutiam entre eles as resoluções.

3.4. Comentários dos alunos sobre o uso das cenas do filme *X-Men* em sala de aula

Dentre os comentários feitos pelos alunos temos na figura 56 a aplicação dos vídeos na resolução das atividades. Os vídeos foram à parte da metodologia mais comentada e importante para o entendimento do conteúdo.

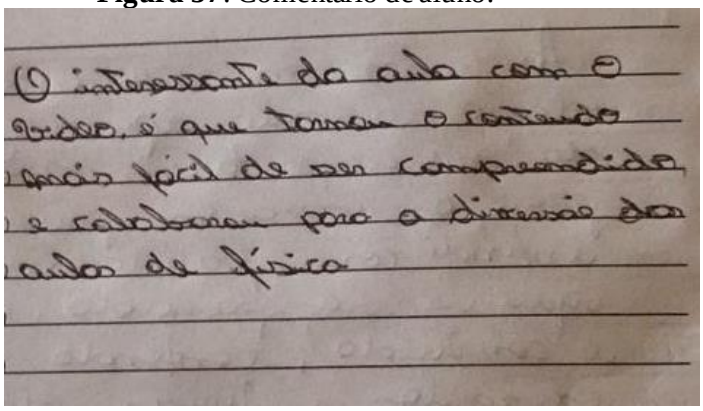
Figura 56: *C*omentário de aluno.


As aulas com vídeo em relação ao meu aprendizado me capacitaram melhor para os exercícios, pois entendi com facilidade o que eu era passado sobre o conteúdo, contendo exemplos e teorias sobre o assunto abordado.

Fonte: Próprio autor.

No comentário feito por outro aluno, na figura 57 , viu a aplicabilidade da teoria física e o cotidiano. Ele conseguiu vizualizar outras aplicações para a física.

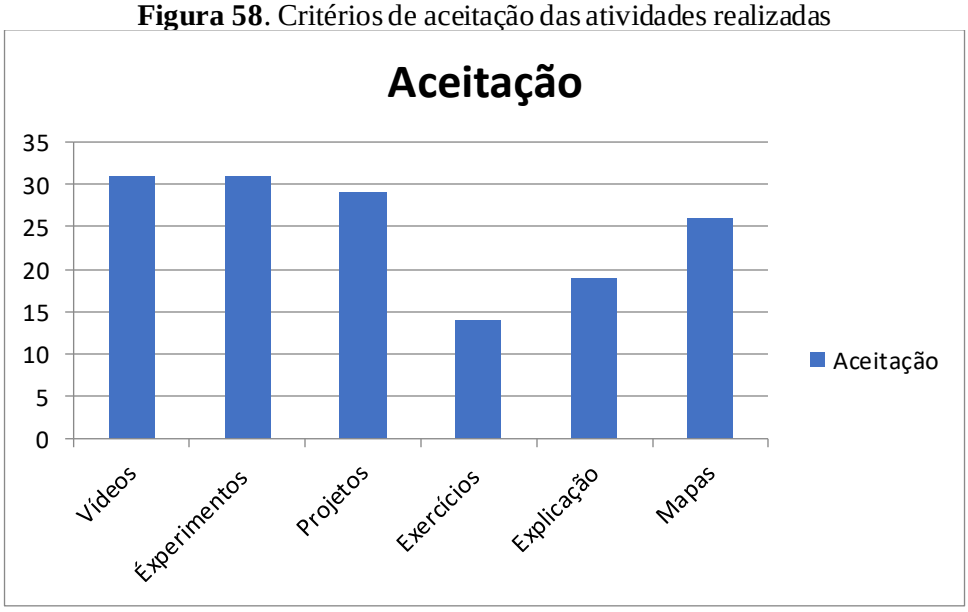
Figura 57: Comentário de aluno.



Fonte: Próprio autor.

Foi realizado um questionário com o objetivo de indagar o grau de aceitação da metodologia utilizada (Figura 58).

Figura 58. Critérios de aceitação das atividades realizadas



Fonte. O próprio autor

Segundo os critérios dos alunos pode se observar no gráfico que das atividades realizadas as cenas dos filmes utilizadas tiveram 84,2 % de aceitação, as atividades experimentais com 81,5 %, o desenvolvimento de projetos teve 76,3 %, a realização do projeto da construção da bússola foi relacionada com o projeto de vida deles. Alguns alunos não conheciam a bússola e sua utilização. Resultaram interessantes para eles o momento de magnetização da agulha e a comparação com os polos magnéticos do planeta, assim como o fato de comparar a bússola que levou o professor com a bússola que aprece no aplicativo do celular e a construída por eles.

A construção de mapas conceituais teve 68,4 % de aceitação, novo não ensino de física, alguns alunos estavam familiarizados com a metodologia em outras disciplinas, porém pelos relatos dos alunos eles não compreendiam os critérios para a produção. Foi indagado através de um questionário os critérios sobre a metodologia utilizada sendo que 50% dos alunos julgaram interessante as aulas dialogadas e por último 36,8% que a resolução de exercícios auxiliava no processo de aprendizagem e entendimento da disciplina.

A participação durante estes momentos foi bem perceptível. Segundo os alunos com essas metodologias foi possível resolver as atividades e compreender melhor os conceitos sobre magnetismo.

- ✓ Análise da utilização da sequência didática

Tendo como objetivo que os alunos alcançarem uma aprendizagem significativa, uma vez que o instrumento utilizado através da sequência didática atuou como um organizador do conhecimento. Inicialmente alguns alunos demonstraram resistência ao novo método e a forma como iriam ser avaliados. Até então eram avaliados por meio de exercícios e por avaliação. No primeiro momento, houve certa dificuldade na execução dos mapas, mas quando foram criar os mapas finais foi bem mais rápido e precisos.

Contudo, a ideia em construir os mapas foi inserida aos poucos como uma atividade avaliativa. A utilização dos mapas conceituais como instrumento de avaliação mostrou-se positiva, quando contribui para a organização de ideias e a possibilidade de integração dos conhecimentos prévios dos alunos com os novos conhecimentos.

A utilização de metodologias como projeto e experimentos facilitou na resolução de exercícios. Na aula expositiva, parte dos alunos ficam conversando, atrapalhado e distraindo os que estão atentos. Já com as aulas dialogadas estes mesmos alunos demonstraram uma atitude diferente participaram mais, contribuindo para as discussões.

Avaliando a participação dos alunos e a resolução de atividade e relatórios houve uma melhora percebida gradativamente no decorrer da sequência didática. As metodologias mais utilizadas não têm como serem totalmente substituídas devido ao próprio formato das aulas, porém pode haver alternativas para que estas aulas sejam mais proveitosas.

A realização dos experimentos foi o momento de maior atividade dos alunos. As práticas foram realizadas em equipes, mediante a orientação do professor. Os estudantes demonstraram grande interesse em conhecer os equipamentos, e, em compreender os princípios de funcionamento de cada um. Mesmo com alguns erros durante a execução, entretanto todos os experimentos foram realizados e discutidos conforme proposto.

O uso de diversas metodologias contribuiu para a aprendizagem significativa, umas mais que as outras, porém o professor pode utilizar as que acharem mais adequadas. Por exemplo os alunos gostaram bastante das cenas dos filmes e as atividades experimentais, então o professor que tiver interesse pode utilizar essas metodologias sem precisar aplicar toda a sequência didática.

A boa aceitação por parte dos estudantes da metodologia utilizada, demonstra que é possível desenvolver situações de ensino que motivem o aluno a estudar e consequentemente a aprender, desde que estas práticas de ensino sejam construídas com base na realidade sociocultural dos alunos.

Conclusão

Tendo como objetivo o desenvolvimento de um produto educacional contendo uma sequência didática sobre magnetismo utilizando os preceitos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel a pesquisa e aplicação da sequência didática possibilitou inserir diversos materiais metodológicos, possibilitando que os alunos ampliassem os conceitos magnéticos, construindo estes conhecimentos, modificando e criando novos conceitos.

A escolha de aulas dialogadas permitiu uma aproximação maior entre professor e aluno, pois a participação mais ativa dos alunos contribuiu durante a aula com questionamentos e colocações sobre o tema. Foi criado um ambiente amigável onde era exposto as opiniões sobre as dificuldades encontradas e busca de soluções. Alunos que normalmente eram apáticos conseguiram interagir com os demais.

O uso de cenas dos filmes dos *X-men* foi o que mais chamou a atenção dos alunos, devido o fato de já terem contato com esses filmes. Os alunos que já tinham assistido os filmes conseguiram notar a presença de outros conceitos físicos além do magnetismo, confirmando a formação de novos conceitos e ligação entre conceitos já existentes em seu sistema cognitivo. A forma que as cenas foram assistidas também colaborou para o aprendizado, pois o vídeo ficou disponível no *Instagram*, onde a maioria possui conta e poderiam acessar sempre que queriam rever ou lembrar de alguma cena específica.

Durante a realização dos experimentos mesmo divididos em grupos a turma se comportou como um grande grupo, compartilhando informações. Principalmente o experimento da construção da bússola, onde eles tinham que utilizar o celular para baixar o aplicativo da bússola. Alguns não conseguiam encontrar para baixar ou não entendiam o funcionamento da bússola, mas com as recomendações do professor e com a ajuda dos colegas isso foi possível. O uso de celular que na maioria das vezes atrapalha o andamento das aulas foi utilizado de maneira a contribuir com o aprendizado. Os alunos conseguiram relacionar os experimentos com as cenas dos filmes e aplicar para resolver exercícios de aprendizagem.

Os mapas conceituais foram utilizados como forma de avaliação comparando os mapas diagnósticos e mapas finais. É visível a evolução de todos alunos em relação aos conceitos de magnetismo. Os mapas foram feitos sem auxílio de livros ou outra forma de pesquisa. E como não era uma atividade feita usualmente em física houve certo receio dos

alunos pois muitos afirmaram que física é somente cálculo. Eles gostaram de trabalhar de forma diferente e os mapas auxiliaram na resolução dos exercícios.

Além dos mapas conceituais os exercícios feitos durante as aulas confirmaram o avanço dos alunos e da aprendizagem significativa sendo que mesmo não necessariamente eles conseguiram acertar mais questões, mas desenvolviam formas de chegar a um resultado, buscando auxilio do professor e colegas

Os recursos didáticos presentes na sequência didática não são não isentos de falhas, porém a utilização destes recursos em conjunto provou ser efetiva. A aplicação da sequência didática foi bem sucedida e colaborou para a aprendizagem significativa e convivência em sala de aula, sendo uma opção para o ensino de física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. **Cognição e aprendizagem: como a sua aproximação conceptual pode favorecer o desempenho cognitivo e a realização escolar.** Psicologia: Teoria, Investigação e Prática, I (1), 17-32, 1996.

ALVES, R. **Filosofia da ciências: introdução ao jogo e suas regras.** São Paulo: Brasiliense, 1982.

ARAÚJO, A. M. T.; MENEZES, C. S.; CURY, D. **Apoio automatizado à avaliação da aprendizagem utilizando mapas conceituais.** XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - NCE - IM/UFRJ, 2003.

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

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Lisboa: Paralelo editora, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BATISTA, R. da C.; OLIVEIRA, J. E. **Sequência didáticas – ponderações teórico-metodológicas.** Didática e Prática de Ensino no contexto político contemporâneo: cenas da Educação Brasileira, 2016.

BERK, A.; ROCHA, M. **Filmes Utilizados no Ensino de Ciências e as Possibilidades de Discussões Sobre a Ciência.** Acta Scientia, v.20, n.4, 2018.

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.

BUZAN, T. **Mapas mentais e sua elaboração.** São Paulo: Cutrix, 2005.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Perspectivas de Ensino das Ciências.** Em A. Cachapuz (Org.), Formação de Professores/Ciências. Porto: CEEC, 2000.

CAMARGO, S. C.; SILVA, A. C. R. **Histórias 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.

CASTILHO, T. B.; OLIVEIRA, J. P.; SALES, N. L. L.; OVIGLI, D. F. B. **Filmes de ficção científica na educação em ciências: análise de um minicurso voltado à construção de cine-aulas.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Processo e materiais educativos em Educação em Ciência. Florianópolis, 2017.

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.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Revista Brasileira de Educação. n. 21, 2002, p. 157-158.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. **O Ensino de Física no Brasil: Problemas e Desafios.** XII Congresso Nacional de Educação. Curitiba, 2015.

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.

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29. 1995.

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

JUNIOR, F. de A. N. **Quarteto Fantástico, Ensino de Física.** Histórias em Quadrinhos, Ficção Científíca e Satisfação Cultural. São Paulo, 2013.

SOUZA JÚNIOR, M. V.; CÉLIO, V. C. C.; NOGUEIRA, S. C. O.; MARTINS, K. H. G.; FREITAS, F. F. **Mapas conceituais no ensino de física como estratégia de avaliação.** Sci.plena.2017.012723, v - 13 - 0.14808. Scientia Plena - 2017.

KLAUSEN, L. dos S. **Aprendizagem Significativa: Um Desafio.** IN: IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 2017.
LIMA, M. C. **Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação.** Editora Científica. DOI: 10.13058/raep. V. 16, n. 4.385, 2015.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: estudos e proposições.** 17 ed.-São Paulo: Cortez, 2005.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora da UnB, 1999.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino de física na educação contemporânea.** In: XI Conferência Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Guayaquil, Equador e Ciclo de Palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, 2013.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais.** Caderno Catarinense Ensino de Física. Florianópolis, v.3, n. 1, p. 17-25, 1986.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MALHEIRO, J. M. da S. **Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades.** ACTIO, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016.

NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula.** São Paulo: Contexto, 2005.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendendo a aprender.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1995.

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

OLIVEIRA, M, M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

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

PAZ I, D.; LEÃO, M. F. **O uso de estratégias de ensino diferenciadas para promover aprendizagens significativas em aulas de química.** Revista educação v.13, n 1, 2018.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. de L.; BARON, M. P.; LUBIFINCK, N. T.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel.** Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, 2002.

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.

PREUSSLER, V. P.; SCHMIDT DA COSTA, C. D.; MÄHLMANN, C. M. **A importância da experimentação no ensino de física.** VI Seminário nacional da infância e educação. UNISC, 2017.

RATNER, Brett. ***X-men* 3: O confronto final.** [Filme-vídeo]. 20th Century Fox. Estados Unidos, 2006. 1 DVD, 104 min. Cor.

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.

RESQUETTI, S. O. **Sequência Didática para o ensino da Radioatividade no nível médio.** Maringá, 2012.

RONCA, A. C. C. **Temas em Psicologia n. 3.** São Paulo, 1994.

SCHROEDER, E.; FERRARI, N.; PEDROSA, S. R. **A construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: contribuições da teoria histórico-cultural do desenvolvimento.** 2009.

SÉRÉ, M. G.; NUNES, S. M. C. A. D. **O papel da experimentação no ensino da física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física., v.20, n.1: p.30-42, 2003.

SILVA, E. C. DA S. **Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação.** Administração: ensino e pesquisa, Rio de Janeiro v. 16 no 4 p. 785–815, 2015.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. **Teoria Da Aprendizagem Significativa de Ausubel: Reflexões Para o Ensino de Física Ante a Nova Realidade Social.** Imagens da Educação, v.4, n.1, p 36-34, 2014.

SINGER, Bryan. ***X-men:* o filme.** [Filme-vídeo]. 20th Century Fox. Estados Unidos, 2000. 1 DVD, 104 min. Cor.

SINGER, Bryan. ***X-men* 2.** [Filme-vídeo]. 20th Century Fox. Estados Unidos, 2003. 1 DVD, 134 min. Cor.

SINGER, Bryan. ***X-men:* Dias de Um Futuro Esquecido.** [Filme-vídeo]. 20th Century Fox. Estados Unidos, 2014. 1 DVD, 131 min. Cor.

SOUZA, L. P. **Um Olhar Sobre o Ensino de Física na Perspectiva do ENEM.** São Cristovão, Sergipe, 2014.

SOUZA, R. R.; FERREIRA, C. N. **Fotossíntese e eletromagnetismo: uma abordagem interdisciplinar para alunos de Ciências da Natureza.** IV Circuito de Iniciação Cientifica do CEFET Campos, 2007.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências.** Ensaio: Ciências e Cognição; v.13:p. 94-100, 2008.

TAVARES, R. **Construindo mapas conceituais.** Ciências & Cognição; v. 12: p. 72-85, 2007.

TIRONI, C. R.; SCHIMIT, E.; SCHUHMACHER, V. R. N.; SCHUHMACHER, E. **Processos e materiais educativos na educação em Ciências: a aprendizagem significativa no ensino de física moderna e Contemporânea.** IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP, 2013.

TURNS, J.; ATMAN, C.J.; ADAMS, R. **Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions.** IEEE Transactionson Education. v.43, n. 2, p. 164-173. 2000.

VALLE, R. D. **Abordagem do campo magnético no ensino médio em uma perspectiva sociointeracionista.** 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

VAUGHN, Matthew. ***X-men:* Primeira Classe.** [Filme-vídeo]. 20th Century Fox. Estados Unidos, 2011. 1 DVD, 132 min. Cor.

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 – v5, p 93-106, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa.** Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

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 març. de 2020.

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

HELERBROCK, Rafael. **Campo magnético.** Mundo educação UOL. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/campo-magnetico.htm> Acesso em: 21 de jun. de 2020.

SENSOR de corrente com Arduino. Baú da Eletrônica. Disponível em: <http://blog.baudaeletronica.com.br/sensor-de-corrente-com-arduino/>.Acesso em 01 de abr. de 2020.

O poder do Magnetismo
FORÇA MAGNÉTICA (NEWTON - N)
CAMPO MAGNÉTICO (TESLA - T)
F = q v B senθ
CARGA ELÉTRICA (COULOMB - C)
VELOCIDADE (m/s)
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.....115
Figura 2: Magneto é alvejado por tiros.....116
Figura 3: Magneto faz o guuarda flutuar.....116
Figura 4: O personagem movimenta as mãos para criar e manipular o campo magnético.....117
Figura 5: Magneto movimenta uma moeda.....117
Figura 6: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimenta no ar.....117
Figura 7: Magneto utilizando seus poderes.....118
Figura 8: Imã retangular e clipes a distâncias diferentes. 120
Figura 9: Atração dos clipes pelo imã. 121
Figura 10: Imã atrai clipes.....121
Figura 11**:** Limalha de ferro atraídas pelo imã 123
Figura 12: Campo magnético formado pela limalha de ferro.....123
Figura 13: Materiais para a construção da bussola.....124
Figura 14: A - Bussola fechada, B - Bussola aberta.....125
Figura 15: Bússola digital. 125
Figura 16: Interação entre os polos dos imãs.....126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Localização de cenas segundo o tempo 111
Tabela 2:. Temas abordados na sequência didática 112
Tabela 3: Tabela para os alunos completarem. 115

Súmario

APRESENTAÇÃO.....109
1. Metodologia.....110
1.1.Utilização de cenas de filmes.....110
1.2.Aula 1. Elaboração de mapas conceituais.....112
1.3.Aula 2. O magnetismo.....113
1.4.Aula 3. Características dos imãs, interação dos polos magnéticos. Inseparabilidade dos polos.....123
1.5.. Aula 4. Construção de uma bússola artesanal em sala de aula.....130
1.6. Aula 5. O Campo magnético. Indução magnética.....134
1.7.Aula 6. Força magnética sobre uma partícula carregada em movimento dentro de um campo magnético.....135
1.8.Aula 7. Força magnética em um condutor retilíneo.....144
1.9.Aula 8: Lei de Faraday e Lei de Lenz.....146
1.10. Avaliação.....150
Conclusão.....151
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....151

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 quatros 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 dever 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/B9kNm3VDlCy/.

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.	*X - Men*: Primeira Classe (2011)
02	00:41	Magneto desvia disparos de arma de fogo.	*X - Men*: Primeira Classe (2011)
03	01:38	Magneto manipula o ferro contido no corpo do guarda.	*X - Men*: O Filme (2000)
04	02:17	Levanta e destrói veículos.	*X - Men* 2 (2003)
05	05:38	Desperta seus poderes destruindo	*X - Men*: O Filme (2000)

		o portão.	
06	08:05	Manipula uma moeda transformando em projétil.	*X - Men*: Primeira Classe (2011)
07	09:26	Destrói e manipula um estádio e flutua no ar.	*X - Men*: Dias de Um Futuro Esquecido (2014)
08	13:25	Destrói uma ponte.	*X - Men* 3: O Confronto Final (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 *X-Men*	50
03	Características dos imãs 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.	50
	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:

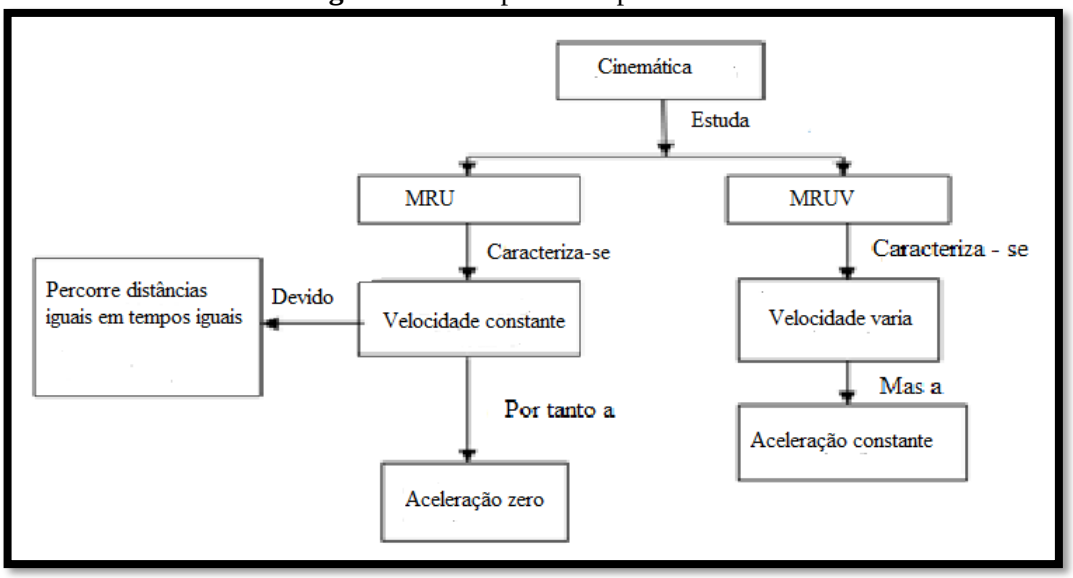
1. Elaborar um exemplo de mapa conceitual.
2. Explicar as características dos mapas conceituais e sua utilização.
3. Elaborar o mapa conceitual diagnóstico.

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 diagnostico.

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 imãs.

- 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/B9kNm3VDlCy/.

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 revolver, 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 clipes 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; crômio; 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 clipes os alunos tentarão fazer com que os clipes se movimentem. Eles verificaram o alcance do campo magnético gerado pelo imã. Até que ponto o imã consegue atrair os clipes?

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

Figura 7: Magneto: A flutua sem auxílio de aparelhos B Se movimenta 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	0926	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 imã retangular, clipes 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 imãs;
- Identificar materiais ferromagnéticos:

Materiais utilizados: Imã, moedas, clipes metálicos e clipes plásticos.

Procedimentos:

- Dividir os alunos em grupos;
- Entregar os materiais aos grupos;
- Pedir aos alunos que manipulem os objetos aproximando e afastando do imã;
- Tentar atrair o máximo de clipes;
- Respondam aos seguintes questionamentos:

1) Porque uns são atraídos e outros não?

_____

2) O imã atrai materiais metálicos como moedas e clipes independentes da distância?

_____

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

_____

4) Todo metal apresenta propriedades magnéticas?

_____

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

_____

6) Imãs atraem imãs? Em quais condições?

_____

7) Imãs repelem imãs? Em quais condições?

_____

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

_____

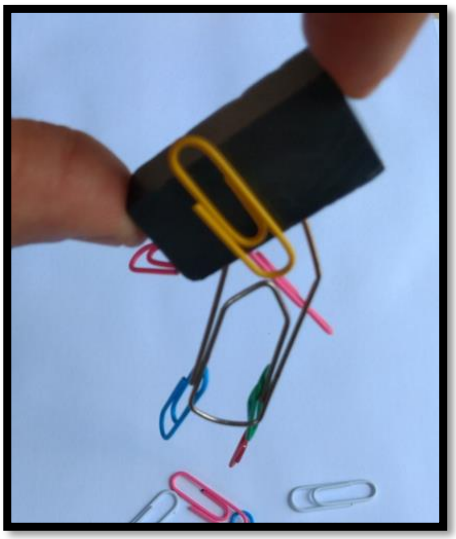
9) Um objeto pode se tornar um imã?

---

10) Quantos clipes de metal podem ser pendurados num mesmo imã?

A figura 8 mostra como deverá ocorre a prática.

Figura 8: Imã atrai clipes.



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?

---

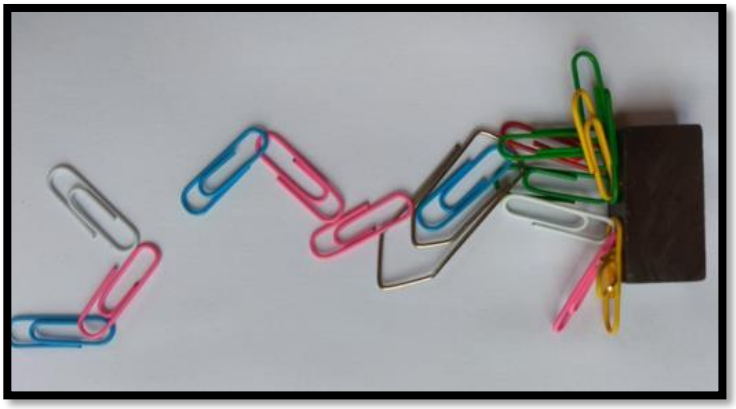
13) O imã atrai os materiais metálicos como moedas e clipes independentes da distância?

---

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 clipes 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 imã. 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;
- Imã

Procedimentos

Com os matérias 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 imã por baixo da folha. Os alunos já estudaram e manusearam imãs antes, então é esperado que eles digam que a limalha seja atraída pelo imã ficando com o formato do imã.

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 imã.

Fonte: Próprio autor.

2° 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.

3° 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 imãs 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 magnéticos.

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

Figura 12: Imãs artificiais mais comuns.

Fonte: google.com/search?q=ima+artificial&tbm=isch&ved=2ahUKEwjW_

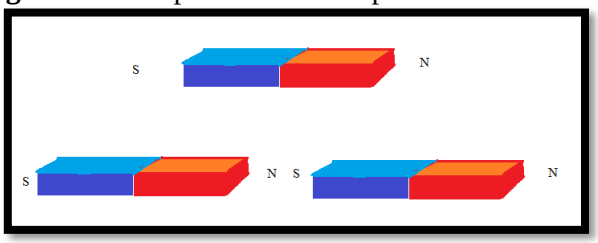
Geralmente em imãs utilizados no ensino de Física a parte vermelha do imã identifica se como polo norte e a parte azul como polo sul (figura 12).

Figura 12: Imã retangular.

Fonte: Adaptado pelo próprio autor

Ao quebrar um imã ele perde suas propriedades magnéticas?

Figura 13: Inseparabilidade dos polos do imã.



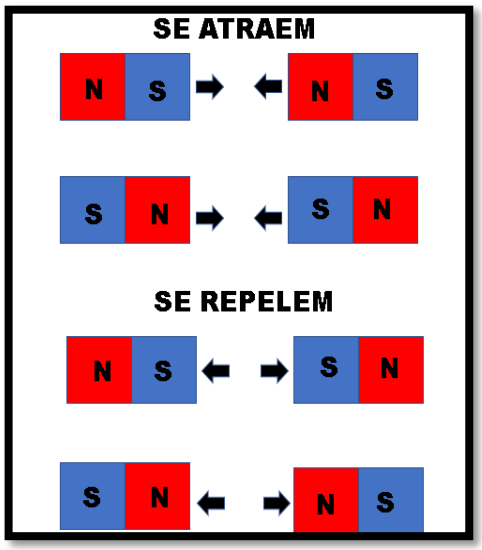
Fonte: Adaptado pelo próprio autor

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 imã quando quebra mantém seus polos em cada parte, por menor que seja. Sendo uma propriedade dos imãs, 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 imãs 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 a similaridades e diferenças entre os imãs e os poderes do personagem. Como um imã 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 imã pelos alunos foi exposto as propriedades magnéticas dos imãs. 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 poissível 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 possivel responder aos questionamentos sobre a flutação do personagem Magneto (figura 16).

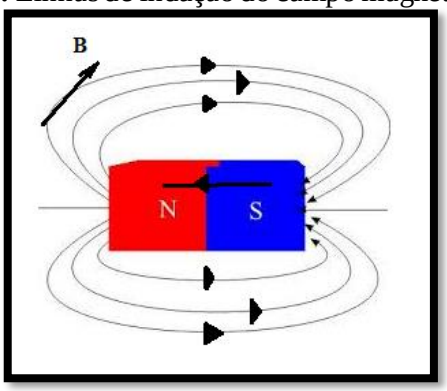
Figura 16: O Magneto flutuando no ar.

Fonte: *Print Screem* 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 imã 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.

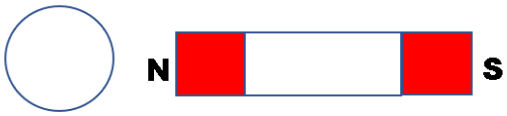
Fonte: *Print Screem* do filme *X-Men 3* O confronto final (2006).

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 a similaridades e diferenças entre os imãs e os poderes do personagem.

Para aprofundar nos conteúdos são indicados os seguintes exercícios.

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

Figura 19: Atração dos polos do imã



.

Fonte: Adaptado pelo autor.

a) é repelido pelo polo sul e atraída pelo polo norte;

b) é atraído pelo polo sul e repelidas pelo porto 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 bussola 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 bussola artesanal identificando seus polos e relacionar com os polos do campo magnético terrestre

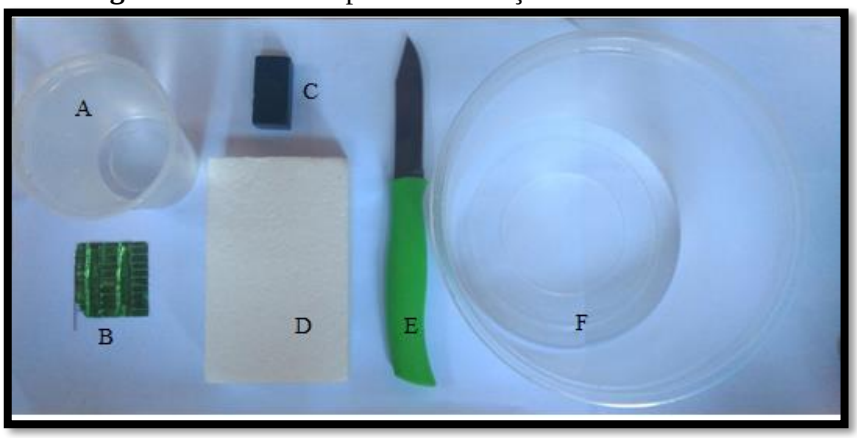
Objetivo específico

- Construir uma bussola utilizando uma agulha de costura;
- Relacionar o campo magnético e o uso da bússola;
- Aprender o funcionamento da bussola e sua aplicação;
- Relacionar os polos da bussola com os polos do campo magnético terrestre;
- Determinar os polos de uma bussola 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 imã? 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 imã na agulha em um só sentido (imantação). Em seguida foi aproximada a agulha as limalhas comprovando que possui propriedades magnéticas.

Como construir a bússola?

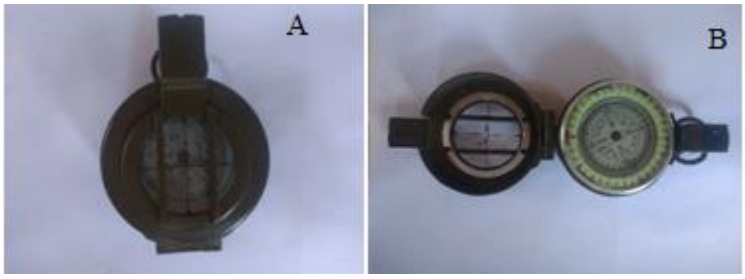
Em seguida é preciso:

- ✓ 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 imã 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?

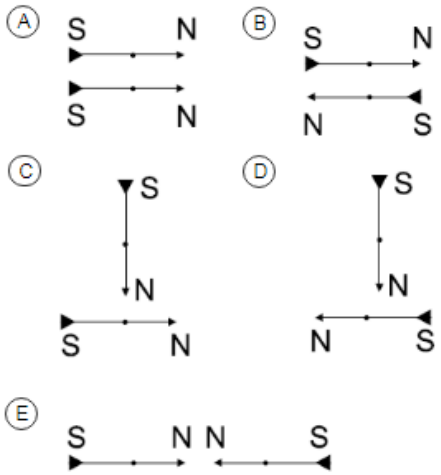
10) Fazendo relação entre o experimento com as cenas do filme, será que o personagem funciona como um imã? Ele poderia alterar a direção da bussola?

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 imãs.



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

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

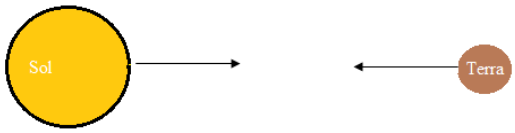
G= 6,67 X $10^{-11} m^3 Kg^{-1} s^{-2}$ (Constante de Gravitação Universal)

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

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 (BONJORNO, 1943).

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

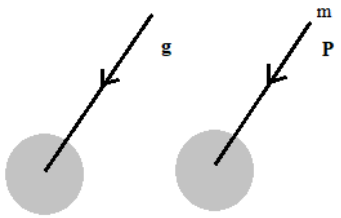
Figura 24: Interação gravitacional.



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

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

g- vetor campo gravitacional

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

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 unida de 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

$$\vec{F} = \frac{K\,Q_1 Q_2}{d^2}\mu \tag{4}$$

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.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \tag{5}$$

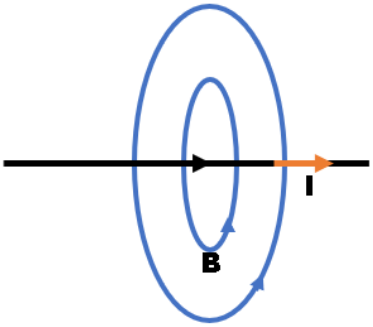
Substituindo a F pela força elétrica o vetor campo elétrico pode ser definido também

$$\vec{E} = \frac{K\,Q}{d^2} \tag{6}$$

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.

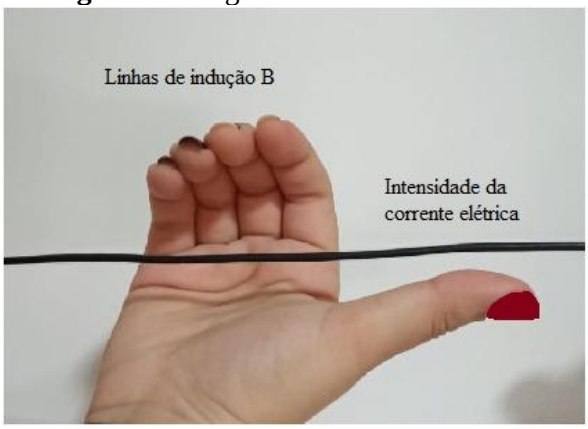
Figura 26: Linhas de indução associadas a um condutor retilíneo com corrente elétrica.



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:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2\pi R} \tag{7}$$

B – O campo magnético (T)

μ_0 – A permeabilidade magnética do vácuo ($4\pi.10^{-7}$ 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:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{2R} \tag{8}$$

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.

$$\vec{B} = \frac{N\mu_0 i}{L} \tag{9}$$

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 substituía o de cargas elétricas.

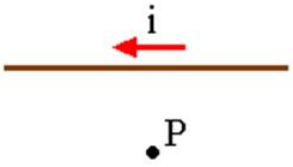
Mas somente com a invenção da pilha e da corrente elétrica duradouras foi que o físico Hans Christian Oersted descobriu a relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Seu experimento mostrou que um condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor.

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.

2) 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)

b)

c) $\vec{B}$ ←

d) $\vec{B}$ →

e) ↓ $\vec{B}$

Resposta: B

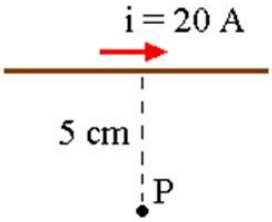
2) Vamos supor que uma corrente elétrica de intensidade igual a 5 A esteja percorrendo um fio condutor retilíneo. Calcule a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 2 cm do fio. Adote $\mu = 4\pi.10^{-7}$ T.m/A.

a) $B = 2 . 10^{-5}$ T
b) $B = 5 . 10^{-7}$ T
c) $B = 3 . 10^{-7}$ T
d) $B = 5 .10^{-5}$ T
e) $B = 2,5 .10^{-5}$ 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 $\mu = 4\pi.10^{-7}$ T.m/A, para a permeabilidade magnética (figura 29).

Figura 29: Corrente elétrica.



Fonte: Adaptado pelo autor.

a) $B = 4 .10^{-5}$ T
b) $B = 8 .10^{-5}$ T
c) $B = 4 . 10^{-7}$ T
d) $B = 5 .10^{-5}$ T
e) $B = 8 .10^{-7}$ 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 movimenta-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:

$$\vec{F}_{mag} = Q\vec{V}\vec{B}\text{sen} \propto \tag{10}$$

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

$\vec{F}_{mag}$- A força magnética

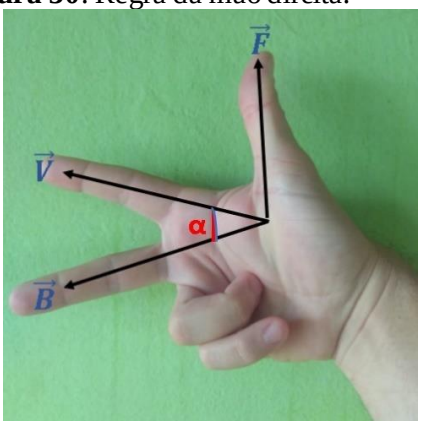
q - Carga elétrica

$\vec{V}$ - 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 α = 0º ou α = 180 º. A equação que utilizamos para calcular a força é zero. E o sen 0º = sen 180º = 0.

A cena 7 em que o personagem flutua no ar (figura 31) foi colocada par os alunos observassem. 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).

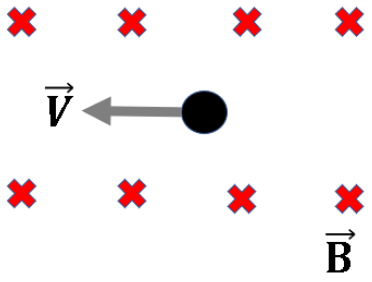
.

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 μC seja lançada em um campo magnético uniforme de 8 T. Sendo de 60º 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 x 10^3 m/s.

a) F_{mag}=0,0014.10^{-1}N

b) F_{mag}=1,4.10^{-3}N

c) $F_{mag=1,}$2.10^{-1}N

d) $_{Fmag=}$1,4.$^{10-1N}$

e) $_{Fmag}$=0,14.$^{10-1}$N

Resposta: D.

3) Imagine que 0,12 N seja a força que atua sobre uma carga elétrica com carga de 6 μC 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 30º. Dados sen30º = 0,5.

a) v = 8 m/s

b) v = 800 m/s

c) V=8000m/s

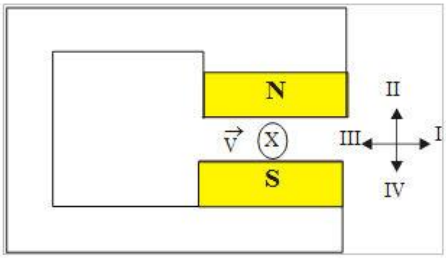
d) v = 0,8 m/s

e) v = 0,08 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 imã e um feixe de elétrons.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

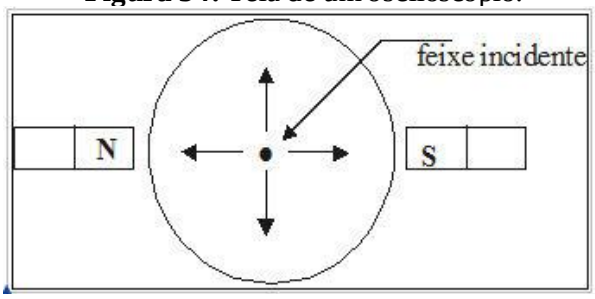
O feixe de elétrons deslocar-se-á segundo a orientação dada pela seta:

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.

f) Será desviado para cima ↑.

g) Será desviado para baixo ↓.

h) Será desviado para a esquerda ←.

i) Será desviado para a direita →.

j) Não será desviado.

Resposta: B.

1.8 Aula 7. Força magnética em um condutor retilíneo.

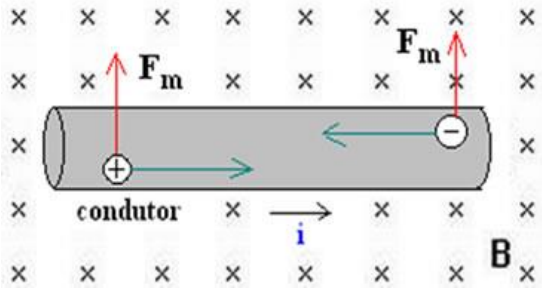
Objetivo Geral: Determinar a força magnética gerada por um condutor retilíneo.

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 dento de um campo magnético.



Fonte: Joab Silas da Silva Júnior, 2017.

Para determinara direção e sentido da força magnética exercida sobre o condutor utilizamos a regra da mão direita. Colocamos os quatro dedos da mão direito 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.

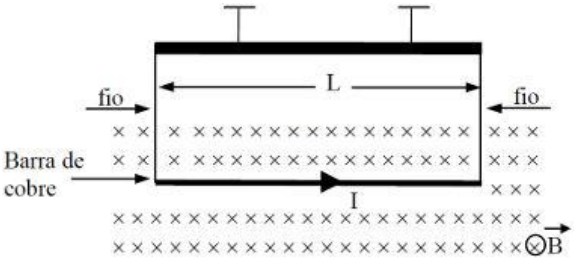
Quando aplicarmos a regra da mão direita para uma partícula negativa colocarmos a mão direita de igual forma, só que o sentido da força magnética será o sentido oposto ao indicado pelo dedo polegar.

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.

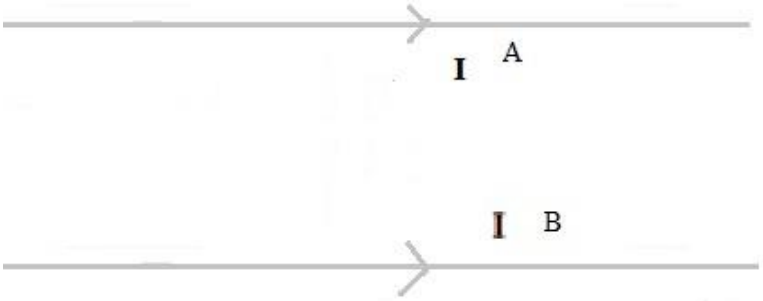
Figura 36: Barra fina de cobre dentro de um campo magnético.



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.

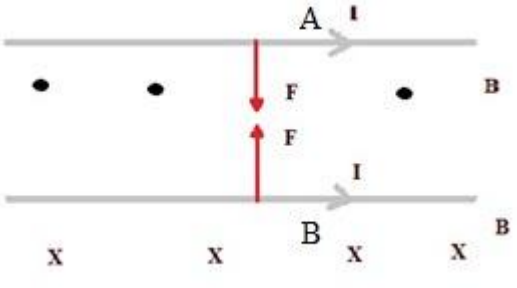


Fonte. O próprio autor

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:

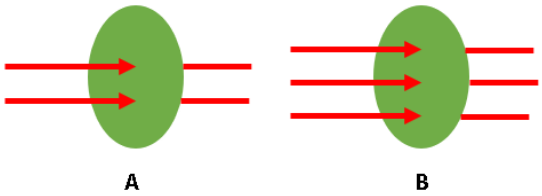
- Relacionar as leis de Faraday e lei de Lenz
- Identificar a aplicação das leis de Faraday e lei de Lenz

A aula pode ser iniciada com uma conversação 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:

$$\emptyset = \vec{B}A\cos\theta \tag{14}$$

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- Oângulo 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 θ = 90º e quandocos90º=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:

$$\in_i = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} \tag{12}$$

$\in_i$-A força eletromotriz (fem) na espira;

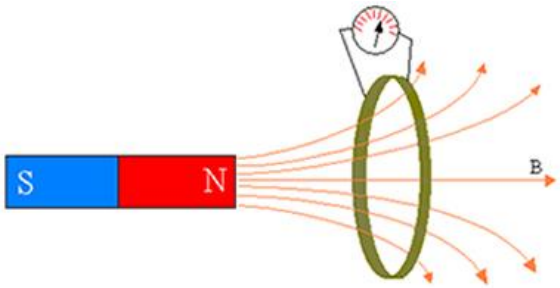
$\Delta\Phi$ - A variação do fluxo das linhas de campo através da espira;

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.

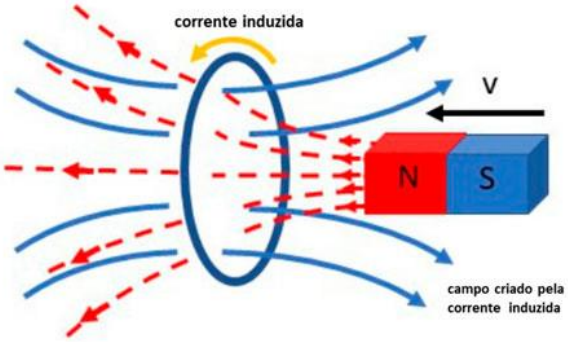
Figura 40: Fluxo magnético.



Fonte: https://s3.static.brasilescola.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.

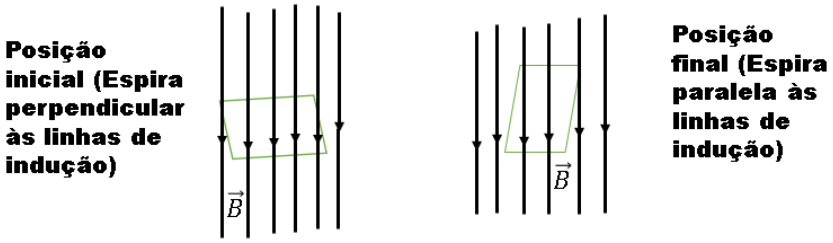


Fonte: Baú da eletrônica, 2018.

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 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 as 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 analise 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.