



O ELETROMAGNETISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA
DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Kélen da Silva Xavier

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina 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.

Orientador:
Claudio Michel Poffo

Araranguá, SC
Julho de 2021

O ELETROMAGNETISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA
DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Kélen da Silva Xavier

Orientador:
Claudio Michel Poffo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da
Universidade Federal de Santa Catarina 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:

Dr. Claudio Michel Poffo
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Marcelo Freitas de Andrade
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Marcia Martins Szortyka
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Tiago Elias Allievi Frizon
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, SC
Julho de 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Xavier, Kélen da Silva

O Eletromagnetismo no Ensino de Ciências: Uma proposta de utilização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) / Kélen da Silva Xavier ; orientador, Claudio Michel Poffo, 2021.

155 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Física, Araranguá, 2021.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Ensino de Ciências. 4. Ensino de Eletromagnetismo no Ensino Fundamental. 5. Aprendizagem significativa. I. Poffo, Claudio Michel. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Física. III. Título.

Dedico este trabalho a toda minha família que me apoio incansavelmente durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças e sabedoria para chegar a finalização deste trabalho.

Ao meu amado companheiro e querido esposo Sandro Alves Xavier que esteve incansavelmente acompanhando esse trabalho me apoiando em todos os momentos, aos meus amados filhos Heitor Abraham da Silva Xavier e Kauã da Silva Alves, também a meus queridos sobrinhos Vitória Corrêa da Silva e Venícios Corrêa da Silva que estiveram comigo durante essa caminhada, aos meus amados pais Maria Solange Feijó da Silva e Alcides da Silva que sempre estiveram ao meu lado apoiando meu trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC por ter me acolhido.

Agradeço a Capes pelo apoio por meio do convênio Capes – SBF.

Agradeço aos professores da UFSC pela excelente aprendizagem.

Agradeço aos colegas de curso pelos momentos de aprendizagem em atividades colaborativas.

Agradeço ao meu orientador professor Dr. Claudio Michel Poffo pela excelente orientação e sugestões durante o planejamento e implementação do projeto.

Agradeço a minha querida aluna Alice Ramires pelo carinho e auxílio nos momentos que solicitei sua ajuda.

Agradeço aos meus alunos das turmas matutino e vespertino do 9º ano de 2019 da Escola Municipal de Ensino Fundamental Jardim Atlântico que abraçaram meu projeto e participaram efetivamente contribuindo com momentos de discussão, reflexão e aprendizagem.

RESUMO

O ELETROMAGNETISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Kélen da Silva Xavier

Orientador:
Claudio Michel Poffo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina 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

Esta dissertação abordou conceitos de eletromagnetismo no ensino de Ciências com 58 alunos em duas turmas de 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Jardim Atlântico localizada na cidade de Balneário Arroio do Silva/SC em 2019. As aulas foram elaboradas e implementadas por meio de três UEPS, orientadas pela Teoria de Aprendizagem Significativa e com as contribuições do socio interacionismo. As sequências didáticas tiveram duração de 26 horas-aula cada turma. Os dados foram coletados ao longo de toda a implementação das UEPS utilizando os seguintes métodos: i) Aplicação de questionário de conhecimentos prévios; ii) Discussão e problematização de questões sobre eletromagnetismo relacionadas ao cotidiano; iii) Aplicação de experimentos em todas as etapas da intervenção didática. Por meio dos resultados obtidos nesta dissertação, pôde-se perceber que os alunos apresentaram indícios de aprendizagem significativa, conseguindo relacionar os conceitos de eletromagnetismo associando com o princípio físico de funcionamento de geradores elétricos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, ensino de Física; Eletromagnetismo; Aprendizagem Significativa.

Araranguá, SC
Maio de 2020

ABSTRACT

ELECTROMAGNETISM IN SCIENCE TEACHING: A PROPOSAL TO USE POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNITS (PMTU)

Kélen da Silva Xavier

Supervisor:
Claudio Michel Poffo

Abstract of master's thesis submitted to Post-Graduation Program of the Federal University of Santa Catarina in the Professional Master's Course of Physics Teaching (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree in Physics Teaching.

This master's dissertation is about concepts of electromagnetism in Science teaching with 58 students in two classes 9th grade classes of the Local School of basic education Jardim Atlântico located in the city of Balneário Arroio do Silva/SC in 2019. The lessons were designed and implemented through three UEPS, guided by the Meaningful Learning Theory and with the contributions of social Interactionism. The didactic sequences lasted 26 lesson hours each class. The data were collected throughout the implementation of the UEPS using the following methods: i) Application of a survey of previous knowledge; ii) Discussion and problematization of questions about electromagnetism related to everyday life; iii) Application of experiments in all stages of didactic intervention. Through the results obtained in this master's dissertation, it could be noticed that the students showed signs of significant learning, being able to relate the concepts of electromagnetism associating it with the physical principle of operation of electric generators.

Keywords: Science Teaching, Physics Teaching; Electromagnetism; Meaningful Learning.

Araranguá, SC
May, 2021

Lista de Figuras

Figura 1: Eletrização por atrito e depois por contato. Fonte: Hewitt 2015, p. 413	10
Figura 2: Eletrização por indução. Fonte: Hewitt 2015, p. 414	10
Figura 3: Polarização das cargas Fonte: Hewitt 2015, p. 417	11
Figura 4 - Pássaro em fio de alta tensão	12
Figura 5: Força magnética entre ímãs. Fonte: SEARS 2016, p. 219	14
Figura 6: Campo magnético terrestre. Fonte: SEARS 2016, p. 220	15
Figura 7: Fluxo magnético em uma área plana Fonte: SEARS 2016, p. 307.....	18
Figura 8: Gerador elétrico. Fonte: Hewitt 2015, p. 473	19
Figura 9: Concepção parcialmente correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora	32
Figura 10: Concepção parcialmente correta da questão 2. Fonte: Digitalizada pela Autora	33
Figura 11: Concepção alternativa da questão 3. Fonte: Digitalizada pela Autora	33
Figura 12: Concepção alternativa da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora	34
Figura 13: Concepção alternativa da questão 5. Fonte: Digitalizada pela Autora	34
Figura 14: Concepção alternativa da questão 6. Fonte: Digitalizada pela Autora	35
Figura 15: Concepção alternativa da questão 7. Fonte: Digitalizada pela Autora	35
Figura 16: Processos de Eletrização; A: Por atrito; B: Por contato; C e D: Por indução. Fonte: Registrada pela Autora	36
Figura 17: Categorização das respostas do experimento de processos de eletrização. Fonte: Elaborada pela Autora	38
Figura 18: Experimento sobre diferentes brilhos de um led; A: Fio de cobre; B: Fio de níquel-cromo. Fonte: Registrada pela Autora.....	42
Figura 19: Categorização das respostas do experimento de diferentes brilhos de led. Fonte: Elaborada pela Autora	43
Figura 20: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	50
Figura 21: Concepção correta da questão 2 a). Fonte: Digitalizada pela Autora.....	51
Figura 22: Concepção parcialmente alternativa da questão 2 b). Fonte: Digitalizada pela Autora	51
Figura 23: Concepção parcialmente correta da questão 2 b). Fonte: digitalizado pela Autora	51
Figura 24: Concepção correta da questão 2 c). Fonte: Digitalizada pela Autora.....	52
Figura 25: Concepção parcialmente alternativa da questão 2 c). Fonte: Digitalizada pela Autora	52
Figura 26: Concepção parcialmente correta da questão 2 d). Fonte: Digitalizada pela Autora	52
Figura 27: Concepção parcialmente correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora	53
Figura 28: Experimento da bússola caseira. Fonte: Registrada pela Autora.....	53
Figura 29: Categorização das respostas do experimento da bússola caseira. Fonte: Elaborada pela Autora	55
Figura 30: Apresentação dos ímãs; A: Interação com ímãs; B: Ímã e limalha de ferro. Fonte: Registrada pela Autora	59
Figura 31: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	62
Figura 32: Concepção parcialmente correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora	63
Figura 33: Concepção correta da questão 2. Fonte: Digitalizado pela Autora.....	63

Figura 34: Resposta parcialmente completa da questão 3 b). Fonte: Digitalizada pela Autora	64
Figura 35: Concepção correta da questão 3 d). Fonte: Digitalizada pela Autora.....	64
Figura 36: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	64
Figura 37: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	65
Figura 38: Experimento de eletroímã; A: Eletroímã e limalha de ferro; B: Formação de linhas de campo. Fonte: Registrada pela Autora	66
Figura 39: Categorização das respostas do experimento do Eletroímã caseiro. Elaborada pela Autora	67
Figura 40: Demonstração do experimento de Oersted; A: Circuito aberto; B: Circuito fechado. Fonte: Registrada pela Autora	73
Figura 41: Demonstração do experimento da Indução de Faraday. Fonte: Registrada pela Autora	75
Figura 42: Tubo de Lenz; A: Abordagem da lei de Lenz; B: Evidenciando as correntes parasitas. Fonte: Registrada pela Autora	76
Figura 43: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo com mais ligações. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	78
Figura 44: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo. Fonte: Digitalizada pela Autora	79
Figura 45: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo com poucas ligações. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	79
Figura 46: Apresentação das maquetes turma da manhã. Fonte: Registrada pela Autora	81
Figura 47: Apresentação das maquetes turma da tarde. Fonte: Registrada pela Autora	82
Figura 48: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	86
Figura 49: Concepção correta da questão 2. Fonte: Digitalizado pela Autora.....	86
Figura 50: Concepção correta da questão 3. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	86
Figura 51: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	87
Figura 52: Concepção correta da questão 5. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	87
Figura 53: Concepção correta da questão 6 a). Fonte: Digitalizada pela Autora.....	88
Figura 54: Concepção correta da questão 6 b). Fonte: Digitalizada pela Autora.....	88
Figura 55: Concepção correta da questão 7. Fonte: Digitalizada pela Autora.....	89
Figura 56: Apresentação dos trabalhos na Feira Interdisciplinar. Fonte: Registrada pela Autora	92

Lista de Quadros

Quadro 1: Questionário de concepções alternativas. Fonte: Elaborado pela Autora....	30
Quadro 2: Questionário pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora.....	83
Quadro 3: Questionário de avaliação das aulas de Ciências. Fonte: Elaborado pela Autora.....	90
Quadro 4: Respostas da avaliação das aulas de Ciências. Fonte: Elaborado pela Autora.....	90

Lista de Tabelas

Tabela 1: Revistas Científicas. Fonte: Elaborada pela Autora	21
Tabela 2: UEPS sobre Eletricidade. Fonte: Elaborada pela Autora	25
Tabela 3: UEPS sobre Magnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora	26
Tabela 4: UEPS sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora	27
Tabela 5: Categorias que foram enquadradas os questionários e avaliações somativas. Fonte: Elaborada pela Autora adaptadas de Saka [2006]	28
Tabela 6: Características do questionário de concepções alternativas da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora	31
Tabela 7: Características do questionário de concepções alternativas da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora	31
Tabela 8: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora	49
Tabela 9: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora	49
Tabela 10: Características da avaliação somativa de Magnetismo da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora	60
Tabela 11: Características da avaliação somativa de Magnetismo da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora	61
Tabela 12: Questionário pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora	84
Tabela 13: Características do questionário pós teste da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora	85

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Características das concepções alternativas apresentada pelos alunos da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora	31
Gráfico 2: Características das concepções alternativas apresentadas pelos alunos da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora.....	32
Gráfico 3: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora.....	49
Gráfico 4: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora.....	50
Gráfico 5: Características da avaliação somativa de Magnetismo pela turma da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora.....	61
Gráfico 6: Características da avaliação somativa de Magnetismo pela turma da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora.....	62
Gráfico 7: Concepções apresentadas no questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora	84
Gráfico 8: Concepções apresentadas no questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora	85

Sumário

Capítulo 1	Introdução	1
Capítulo 2	Fundamentação Teórica	4
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	4
Capítulo 3	Estudo do Eletromagnetismo	9
2.1	Eletricidade	9
2.2	Processos de eletrização	10
2.3	A Lei de Ohm	11
2.4	Magnetismo	13
2.5	Campo Magnético Terrestre	14
2.6	Eletromagnetismo	15
2.7	Indução de Faraday	17
2.8	Indução Eletromagnética	19
Capítulo 4	Revisão Bibliográfica	21
Capítulo 5	Metodologia	24
Capítulo 6	Resultados e Discussão	29
6.1	Descrição e Análise da UEPS de Eletricidade	29
6.1.1	Primeiro encontro	29
6.1.2	Segundo encontro	36
6.1.3	Terceiro encontro	42
6.1.4	Quarto encontro	48
6.2	Descrição e Análise da UEPS de Magnetismo	53
6.2.1	Quinto encontro	53
6.2.2	Sexto encontro	54
6.2.3	Sétimo encontro	58
6.2.4	Oitavo encontro	60
6.3	Descrição e Análise da UEPS de Eletromagnetismo	65
6.3.1	Nono encontro	65
6.3.2	Décimo encontro	66
6.3.3	Décimo primeiro encontro	73
6.3.4	Décimo segundo encontro	75
6.3.5	Décimo terceiro encontro	80
6.4	Participação na Feira Multidisciplinar	92
Capítulo 7	Considerações Finais	94
	Referências Bibliográficas	96
	Material de apoio ao Professor de Física	100

Capítulo 1

Introdução

O ensino de Física recorrentemente apresenta características de um ensino tradicional, baseado em uma educação dogmática voltada para o conhecimento passivo, onde o professor atua como transmissor de conhecimentos e o estudante como receptor [TEIXEIRA 2019].

Neste viés Ferreira [2020] destaca as dificuldades apresentadas na abordagem do ensino de física quando são adotados um ensino tradicional sem atribuir significados ao conteúdo apresentado aos estudantes. Por isso para um processo de aprendizagem responsável e moderno é importante diversificar as formas de ensinar, despertando a motivação e o interesse pela disciplina de física. Para isto atividades experimentais, inserção de textos científicos, situações problemas relacionadas ao cotidiano que privilegiem a aprendizagem significativa do aluno são estratégias promissoras a serem adotadas.

Hilger [2013] destacam que quando os conceitos de física são abordados de maneira tradicional, podem gerar desmotivação e falta de interesse dos estudantes, quando apresentados apenas de maneira expositiva sem a utilização de recursos. Essa prática pode restringir o docente a utilizar apenas o livro em suas aulas de Física, e abrir mão de utilizar outros recursos didáticos capazes de contribuir para o processo de aprendizagem. Ainda sobre o ensino tradicional os livros didáticos tem sido agentes determinantes de currículo, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização de conhecimento [LOBATO 2009]. Quando o professor fica preso ao livro didático não possibilita ao estudante situação que podem facilitar a aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, norteiam o ensino de Ciências e abrangem os textos de cada eixo temático para cada área, para as Ciências da Natureza apresenta os conteúdos que devem ser contemplados e relacionados com a vivência dos alunos como:

[...] é possível apontar as dimensões dos conteúdos implicados em determinado tema de investigação deste eixo, como, por exemplo, de onde vem a luz das casas?... O entendimento da geração e transmissão de energia elétrica envolve conceitos relacionados a princípios de conservação de energia, transformação de energia mecânica em energia elétrica, calor, luz, propriedades dos materiais, corrente, circuitos elétricos e geradores. Vários procedimentos podem ser utilizados, como visitas a usinas ou estações de transmissão, entrevistas, leituras, experimentos e montagens. Investigações sobre o descobrimento e aplicação da eletricidade, sobre os limites dos usos de recursos hídricos e suas implicações ambientais e sobre o acesso das populações a esse bem ampliam e contextualizam o tema, oferecendo-se condições para que o debate sobre

valores e atitudes voltados à preservação dos recursos naturais esteja bem fundamentado [BRASIL 1998, p.49].

O ensino de Física deve ser mais explorado, de acordo com Krummenauer [2010] nas séries finais do ensino fundamental, pois nas séries iniciais os alunos não estão totalmente preparados para o ensino de física, visto que o mesmo apresenta um formalismo matemático mais elaborado. Neste período o ensino de física não deve ser baseado apenas em equações, mas também relacionar-se em situações do cotidiano do aluno, que relacione fenômenos físicos por meio de atividades experimentais.

A experimentação na área das Ciências naturais favorece para a aquisição de conhecimento e promove o interesse do estudante a analisar e descobrir as situações que lhe são apresentadas. Essa prática não se limita ao professor realizar uma demonstração, mas sim orientar o estudante por meio de roteiro guiado a manipulação correta da atividade experimental, para isso [...] é fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideais, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes [BRASIL 1988, p. 122].

De acordo com os estudos, as atividades experimentais são importantes para o ensino de Física no ensino de Ciências:

Desse modo, a utilização de atividades experimentais nas aulas de Física revela-se como um recurso capaz de estimular os estudantes, despertar sua curiosidade, romper a sequência de aulas tradicionais, possibilitando que o sujeito se mostre ativo no processo de ensino, ao proporcionar o envolvimento e a troca de saberes. Assim, destaca-se que o seu uso pode favorecer a criação de um ambiente capaz de despertar o interesse do educando pela Ciência, ajudando-o a superar as dificuldades encontradas e a entender conteúdos mais abstratos, como, por exemplo, os tópicos relacionados ao eletromagnetismo [GIACOMELLI 2020, p. 910].

Levando em consideração que as atividades experimentais apresentam os fenômenos relacionados a física do dia a dia, estes devem ser exploradas pelo professor, considerando sempre os conhecimentos prévios, afim de facilitar a compreensão dos alunos.

Face ao discutido até aqui, o objetivo geral deste trabalho é: Produzir um produto educacional composto por sequências didáticas (UEPS) que abordem o eletromagnetismo nas turmas finais de ensino fundamental. Para isso é importante elaborar as aulas visando associar os fenômenos físicos de eletromagnetismo ao cotidiano do estudante. Atividade experimental é muito importante no ensino de Ciências, e quando realizado no ambiente escolar possibilita a compreensão dos conceitos e fundamentos teóricos abordados, a

manipulação e aprendizagem sobre o aparato experimental, além de contribuir para que o estudante tenha experiência com situações e problemas reais [AZEVEDO 2017].

Esta intervenção didática busca utilizar experimentos de baixo custo para relacionar os conceitos de eletricidade e magnetismo para posteriormente realizar uma junção dos conceitos de eletromagnetismo. As atividades didáticas permitem que os fenômenos eletromagnéticos possam ser discutidos e contextualizados, facilitando para o professor a abordagem dos fenômenos elétricos como corrente elétrica, campo magnético conceitos inerentes ao eletromagnetismo [MONTEIRO 2010].

Neste sentido, a geração de energia elétrica está intimamente relacionada com os conceitos de eletromagnetismo e precisam ser abordados durante as aulas de Ciências. Para isso os fenômenos físicos devem ser mostrados e relacionados antes da apresentação dos conceitos presente na teoria. Dessa maneira o professor deve começar discutindo conceitos que sejam familiares ao estudante [MACETI 2007]. Para contribuir com a abordagem dos conceitos de eletromagnetismo, Alves [2020], afirma sobre a importância da prática experimental com o ensino da geração de energia elétrica, relacionando com os conceitos de eletromagnetismo para aprendizagem de Física ser significativa para os estudantes.

De acordo com Damasceno [2017] a experimentação no processo de ensino é fundamental, pois o professor como mediador e detentor do conhecimento, ao adotar essa prática propicia a interação e a transmissão de conhecimentos entre os alunos e o professor. Essa prática se mostra muito positiva no sentido de ser realizada de maneira colaborativa, contribuindo para a interação social e a aprendizagem significativa dos estudantes.

Souza F. [2011] enfatiza que os parâmetros curriculares apontam sobre a importância da inserção de atividades experimentais desde as séries iniciais do ensino fundamental argumentando que, o experimento desperta a curiosidade e se torna mais significativo quando realizado de maneira colaborativa entre os colegas. Isso propicia momentos de discussão e aprendizagem dos conhecimentos adquiridos durante as aulas de física, realizando a atividade proposta. Assim, adicionalmente, esta dissertação previu também a construção de uma maquete com um gerador elétrico, buscando oportunizar aos estudantes aprendizagem da teoria aliada com a construção de um experimento de baixo custo.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria de Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel [2003] juntamente com as contribuições da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira e as contribuições do socio interacionismo de Lev Vygotsky [2010] fundamenta a presente pesquisa. Para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que um novo conhecimento interaja com os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do indivíduo de maneira não arbitrária e não literal, o novo conhecimento adquire significados e seu conhecimento prévio fica mais elaborado [MOREIRA 2005 b].

A aprendizagem só acontece a partir daquilo que o aluno já sabe, por isso é importante considerar e identificar os conhecimentos prévios dos alunos antes de iniciar qualquer intervenção didática [MOREIRA, 2012]. Além disto a teoria da aprendizagem significativa preconiza duas condições para que a aprendizagem significativa aconteça, a primeira é que o aluno deve estar pré disposto a aprender e a segunda o material instrucional deve ser potencialmente significativo, ou seja, o material elaborado deve ser pensado e organizado visando realizar pontes cognitivas dos novos conhecimentos com os saberes existentes na estrutura cognitiva do estudante [MOREIRA, 2012].

Para que os conhecimentos prévios sejam mais elaborados é necessário considerar os subsunçores que seriam os conhecimentos prévios mais relevantes para aprendizagem significativa. Os primeiros subsunçores ocorrem ainda na infância em momentos de descobrimento e abstrações de conhecimentos. Já na fase adulta predomina a assimilação ausubeliana, no qual o novo conhecimento interage, ancora-se ao conhecimento prévio e este adquire novos significados [MOREIRA 2012].

Outro fator importante na aprendizagem significativa são os organizadores prévios que são recursos instrucionais apresentados em um maior nível de abstração em relação ao material didático. Este pode ser utilizado como situações problemas, experimentos, demonstrações, vídeos ou um artigo introdutório. Os organizadores prévios devem ser apresentados ao estudante antes de começar a aula, levando em consideração a apresentação de conceitos mais gerais e progressivamente sendo diferenciados [MOREIRA 2012].

Neste viés, Moreira [2005 b] afirma que o aluno deve ser receptor ativo, seu conhecimento prévio deve ser elaborado e isso significa que internalizou de maneira substantiva e não arbitrária os significados dos materiais educacionais. Ao mesmo tempo que isso ocorre progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, também acontece a reconciliação integradora identificando semelhanças e reorganizando os conhecimentos.

A diferenciação progressiva acontece quando é apresentado os conceitos mais gerais no início da intervenção didática e aos poucos progressivamente sendo diferenciados seus detalhes e suas semelhanças. Os conceitos gerais devem ser retomados periodicamente promovendo a diferenciação progressiva [MOREIRA 2005 b]. Esse processo é marcado por atribuições de novos significados a um dado subsunçor atribuindo significados aos novos conhecimentos [MOREIRA 2012]. A partir de um subsunçor menos elaborado é realizado diversas diferenciações progressivas para que este mesmo subsunçor seja mais consolidado.

A reconciliação integradora deve acontecer em consonância com diferenciação progressiva, consistindo em eliminar as diferenças e integrar os novos significados [MOREIRA, 2012]. A reconciliação integradora acaba sendo mais ampla, acontecendo em paralelo com a diferenciação progressiva. Quando abordar algum conteúdo deve buscar explorar as relações entre os conceitos verificando as diferenças e semelhanças reconciliando as inconsistências reais e aparentes, pois a diferenciação progressiva depende da reconciliação integradora para facilitar a aprendizagem significativa [MOREIRA 2005 b].

De acordo com Moreira [2005 b] a escola ainda acaba transmitindo a ilusão de certeza, buscando preparar o aluno para a sociedade de consumo, globalização, se encontrando desta maneira fora de foco. Diante disto, a aprendizagem significativa crítica surge como uma estratégia de ensino para melhorar esse cenário. “A aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite o sujeito fazer parte da sua própria cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” [MOREIRA 2005 b, p. 7].

A teoria proposta por Moreira elenca onze princípios que contribuem e facilitam a aprendizagem significativa crítica que podem ser viabilizados nas sequências didáticas, são eles:

O primeiro, princípio do conhecimento prévio, só aprendemos a partir que já sabemos, para ser crítico e para que o conhecimento seja significativo é necessário levar

em consideração seu conhecimento prévio como a variável mais importante, pois a partir dela que norteia todo o planejamento da intervenção didática.

O segundo princípio está relacionado a interação social e questionamentos, baseado no ensinar e aprender perguntas ao invés de respostas. Esse princípio de interação entre professor e alunos propõe uma negociação de troca de perguntas ao invés de respostas, instigando o estudante a usar seu conhecimento prévio e questionar de maneira crítica perguntas sobre o tema abordado.

O terceiro princípio é o da não centralidade no livro texto, e uso de artigos e diversos outros materiais educacionais. Ao usar apenas o livro transmite a ideia de que o livro emana o conhecimento e a autoridade, o professor por isso que é importante utilizar outros materiais didáticos.

O quarto princípio apresenta o aprendiz como perceptor e representador, no qual o estudante percebe o mundo e o representa, não apenas um receptor. Para a aprendizagem significativa crítica o aluno é tratado como perceptor do mundo de uma visão do que lhe foi apresentado e ensinado, cada aluno irá compreender de maneira única o que lhe for ensinado.

O quinto princípio é o do conhecimento como linguagem, de uma aprendizagem significativa crítica, no qual percebe novas linguagens por meio das disciplinas uma nova maneira de perceber e identificar o mundo.

O sexto princípio é o da consciência semântica que busca mostrar que o significado está nas pessoas e não nas palavras, pois quem concede o significado as palavras são as pessoas e a partir do conhecimento prévio é que acontece a atribuição de novos significados.

O sétimo princípio é o da aprendizagem pelo erro, os conhecimentos prévios são os fatores de aprendizagem, e o ser humano erra e aprende corrigindo seus erros, desta maneira errado é pensar que existe uma verdade imutável e que o conhecimento é permanente não sendo passível de erro.

O oitavo princípio é o da desaprendizagem mostra que para acontecer a aprendizagem significativa é necessário verificar a relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento. A partir do momento que o conhecimento prévio impede a interação entre os novos conhecimentos estamos diante de uma situação de desaprendizagem.

O nono princípio é o da incerteza do conhecimento, no qual a visão de mundo está relacionada as definições e metáforas que criamos, sendo humanas possuem algumas limitações.

O décimo princípio é da não utilização de quadro-de-giz, da participação ativa do aluno e da diversidade de estratégias de ensino. Este é complementar ao terceiro, da mesma maneira como o livro texto apresenta autoridade o quadro de giz também simboliza esse tipo de autoridade. É necessário utilizar outras estratégias pode propiciar a participação no aluno, sendo mais ativo no processo buscando facilitar a aprendizagem significativa crítica.

E o décimo primeiro princípio é o abandono da narrativa, deixar o aluno falar esse complementa o princípio anterior. Ao admitir que o estudante fale mais propicia momentos de discussões e negociações de significado entre si permitindo que participe criticamente da sua aprendizagem, seja oralmente ou em atividades colaborativas neste processo o aluno deve ser ativo e não passivo [MOREIRA 2005 b].

As atividades colaborativas propiciam a participação dos alunos nos momentos das atividades experimentais, no qual possibilitam a interpretação dos conceitos abordados em sala de aula. Pois as atividades são recursos motivadores que contribuem para a aprendizagem significativas dos conceitos físicos. De acordo com Vigotski [2010] ao acontecer a interação social promove a aprendizagem por meio da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, sendo que muitas vezes para compreender os conceitos abordados precisa do auxílio de um parceiro mais capaz, que no caso seria a interação social com seu colega.

O socio interacionismo é fundamental no processo de mediação de conhecimento entre professor e alunos, no qual a mediação nos remete [...] “a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada, sendo os sistemas simbólicos os elementos intermediários entre o sujeito e o mundo” [OLIVEIRA 1993, p. 24]. A mediação de conhecimento é desenvolvida pelo professor com os alunos em um processo de interação social.

O projeto desta dissertação busca privilegiar a aprendizagem significativa proposta por Ausubel, os princípios elencados por Moreira e o socio interacionismo de Vygotsky. Buscando valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, pois esse fator é o que mais influencia na aprendizagem significativa. A partir das concepções apresentadas é planejado, elaborado e implementado materiais instrucionais que permitam momentos de discussões em atividades colaborativas para expressarem suas opiniões.

As concepções dos alunos são verificadas por meio de questionários e atividades sempre levando em consideração a compreensão do conteúdo abordado. Estimula-se os momentos de discussão sempre oferecendo oportunidades para os alunos questionarem sobre o conteúdo abordado em qualquer momento da intervenção didática. O princípio da não centralidade do livro texto foi levado em consideração utilizando uma diversidade de materiais instrucionais, como textos de divulgação científica, demonstrações e experimentos, o aluno não é visto como um agente passivo e sim ativo durante todo o processo de aprendizagem.

Capítulo 3

Estudo do Eletromagnetismo

2.1 Eletricidade

De acordo com Hewitt [2015] a eletrostática está relacionada com as forças elétricas que atuam nas cargas, como a matéria é composta por átomos no seu interior existe cargas positivas e negativas que se mantêm unidas pela intensa atração elétrica. As cargas positivas são compostas por prótons e as negativas por elétrons, as neutras são os nêutrons, os átomos possuem as seguintes características:

1. Cada átomo possui um núcleo positivamente carregado, com elétrons negativamente carregados a sua volta;
2. Um átomo possui elétrons idênticos, possuindo a mesma quantidade de carga negativa e a mesma massa;
3. Os prótons e nêutrons compõe o núcleo. Os prótons tem aproximadamente 1800 vezes mais massa que os elétrons, mas possuem a mesma quantidade de carga positiva. Os nêutrons tem a mesma massa dos prótons, porém sua carga é nula.
4. Os átomos possuem mesmo número de prótons e elétrons, possuindo carga elétrica nula.

A carga sempre se conserva, um corpo ao estar eletrizado nenhum elétron é criado ou destruído, estes são transferidos de um corpo para outro. O princípio de conservação de carga define que em um corpo neutro deve existir o mesmo número de prótons e elétrons, as cargas positivas anulam as cargas negativas, se acaso um elétron for removido do átomo este deixa de ser neutro. Neste caso o átomo terá mais carga positiva do que negativa, dizemos que o átomo está positivamente carregado.

Os elétrons de um fio condutor não estão fortemente ligados, desta maneira quando se estabelece uma corrente elétrica os elétrons fluem livremente pelo fio condutor. Este bom condutor apresenta características relevantes como um excelente condutor de calor, os metais como o ouro, prata e platina são os melhores condutores e não sofrem corrosão. Em contra partida temos o cobre e o alumínio são utilizados na rede elétrica e apresentam preços mais acessíveis.

Outros materiais como o vidro e a borracha seus elétrons estão fortemente ligados em seus átomos, desta maneira se constituem como bons isolantes. Os elétrons não estão livres para vagar entre os outros átomos do material. Estes materiais são maus condutores

de corrente, também conduzem mal o calor, por essa razão são considerados bons isolantes, assim como o plástico é utilizado para revestir os fios elétricos [HEWITT 2015].

2.2 Processos de eletrização

Um corpo pode ficar eletrizado quando os elétrons livres são transferidos de um corpo para outro. A eletrização por atrito ocorre quando sentimos um formigamento na mão ao encostar na porta de um carro carregado por processo de eletrização por atrito [HEWITT 2015]. Por exemplo o homem estava carregado pois havia se eletrizado por atrito ao volante no momento que encostou em um corpo neutro (mulher) aconteceu o processo de eletrização por contato (Figura 1).



Figura 1: Eletrização por atrito e depois por contato. Fonte: Hewitt 2015, p. 413

A eletrização por contato acontece quando os elétrons são transferidos de um material para outro com um simples contato. Por exemplo quando temos um bastão carregado negativamente e é colocado próximo a um corpo neutro, os elétrons se transferem para o corpo neutro. Se o corpo eletrizado for bom condutor, os elétrons se espalharão por toda a superfície do corpo. Se for mau condutor, pode ser necessário tocar o bastão em diversas partes, para que a carga se distribua de maneira mais uniforme.

De acordo com Luz *et al* [2016] a eletrização acontece quando um indutor carregado provoca na esfera uma separação de cargas. Esse processo acontece quando um corpo carregado negativamente é colocado próximo de uma superfície condutora, suspensa por um barbante isolante de acordo com a (Figura 2).

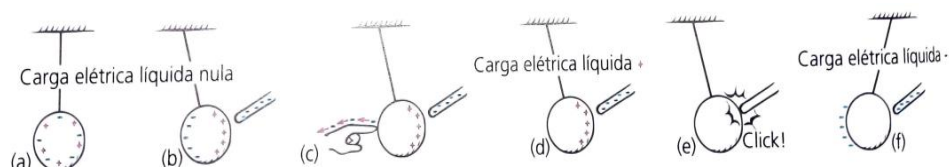


Figura 2: Eletrização por indução. Fonte: Hewitt 2015, p. 414

Nesta primeira situação a esfera está neutra, quando o corpo carregado se aproxima, induzindo a redistribuição de cargas. Ao tocar o lado negativo da esfera, os elétrons são removidos desta maneira a esfera fica positivamente carregada. Ao aproximar o corpo carregado da esfera fica fortemente atraído ao encostar acontece a eletrização por contato. Agora a esfera é repelida pelo corpo eletrizado [HEWITT, 2015].

O processo de eletrização por indução ocorre nos materiais condutores, já nos materiais isolantes acontece a polarização. Considerando um bastão eletrizado é colocado próximo de um isolante, não existirá elétrons livres no material isolante como a (Figura 3). O processo de eletrização busca o alinhamento dos dipolos elétricos sem deslocar os elétrons [LUZ *et al* 2016].

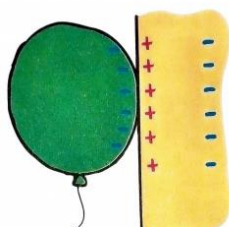


Figura 3: Polarização das cargas Fonte: Hewitt 2015, p. 417

O que acontece é a polarização de cargas, uma reorganização das cargas no interior dos átomos. Seus centros de cargas são deslocados, por meio do processo de indução em um dos lados do átomo, que torna-se negativamente carregado, então a parte positiva é puxada em direção ao bastão e a parte negativa no sentido oposto (HEWITT, 2015).

2.3 A Lei de Ohm

A corrente só pode se manifestar em um fio condutor enquanto existir uma diferença de potencial, pois a carga flui de uma extremidade para outra. A relação matemática entre as grandezas físicas, corrente, voltagem e resistência foi proposta pelo alemão George Simon Ohm¹, a unidade de medida é a letra grega ômega, Ω , é usada como símbolo para ohms [HEWITT 2015].

A lei de Ohm estabelece a relação entre voltagem, corrente e resistência. Ohm percebeu que a corrente é diretamente proporcional a tensão e inversamente proporcional

¹ O cientista alemão George Simon Ohm (1787-1854). Contribuiu com estudos importantes sobre resistência em condutores, e a dependência matemática entre as grandezas físicas nos circuitos elétricos.

a resistência. Para uma corrente elétrica se estabelecer em um fio condutor é necessária uma diferença de potencial que permite a carga fluir de uma extremidade para outra, o fluxo de cargas permanece enquanto existir diferença de potencial de uma voltagem.

$$U = R \cdot i \quad (\text{Primeira Lei de Ohm}) \quad (1)$$

A equação (1) pode ser enunciada a partir de um condutor ôhmico apresenta uma resistência elétrica constante, quando submetida uma tensão variável.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (\text{Segunda Lei de Ohm}) \quad (2)$$

Já a equação (2) trata da segunda lei de Ohm, define que o valor da resistência depende do material é diretamente proporcional a resistividade, ao comprimento do fio e inversamente proporcional à área de secção reta do fio.

A resistência elétrica de um circuito está relacionada a dificuldade que o condutor apresenta a passagem do fluxo de cargas. Os fios condutores apresentam resistência que está relacionada a sua espessura, comprimento e condutividade. Desta maneira, quanto mais grosso for o fio menor é a resistência oferecida a passagem de carga. Os fios mais longos apresentam mais resistência que os curtos, a resistência também está relacionada a temperatura, quanto maior a agitação dos átomos dentro do condutor maior é sua resistência.

O choque elétrico acontece quando ocorre a passagem de corrente elétrica pelo corpo e para isso é necessária uma diferença de potencial e uma resistência do corpo. De acordo com Hewitt [2015] a resistência do corpo humano depende das condições, vai de 100 Ω com o corpo encharcado com água salgada até 500.000 Ω se a pele estiver seca. Para ocorrer o choque elétrico é necessária uma diferença de potencial entre uma parte do corpo e a outra. A corrente irá passar pelo caminho menor resistência entre dois pontos de acordo com a (Figura 4).



Figura 4 - Pássaro em fio de alta tensão

O pássaro não leva choque no fio de alta tensão porque a diferença de potencial não é apreciável entre suas patas. Para evitar choques elétricos nos aparelhos elétricos domésticos existe um sistema de aterramento nos plugues e tomadas. Os plugues possuem três pinos para conexão da rede elétrica ao invés de dois. Sua principal função é de aterramento evitando choques elétricos, os outros dois pinos, um deles está energizado e outro neutro.

2.4 Magnetismo

O magnetismo surge do nome Magnésia, um local costeiro da antiga Tessália na Grécia, onde existia pedra com tais características magnéticas que eram encontradas pelos gregos. Os ímãs naturais apresentavam a propriedade de atrair pedaços de ferro. Os ímãs foram utilizados nas bússolas pelos chineses no século XII [HEWITT 2015].

As propriedades magnéticas são observadas no cotidiano das pessoas, desde o funcionamento de motores elétrico, batedeiras, forno micro-ondas, alto-falantes, equipamentos elétricos como impressoras de computadores entre outros. Um exemplo interessante é a interação da bússola com o campo magnético terrestre, no qual a agulha da bússola se alinha ao campo magnético. A natureza fundamental do magnetismo está relacionada com a interação produzida por cargas elétricas que se movem. Diferente do que acontece com a força elétrica que atua sempre na carga que está em repouso ou movimento, as forças magnéticas só atuam sobre cargas em movimento [SEARS 2016].

De acordo com as características magnéticas os ímãs possuem dois polos magnéticos que são o polo norte e polo sul, estes podem exercer força de atração ou repulsão quando colocados próximos (Figura 5). Se um ímã for quebrado várias vezes sempre apresentará dois polos magnéticos independente do seu tamanho.

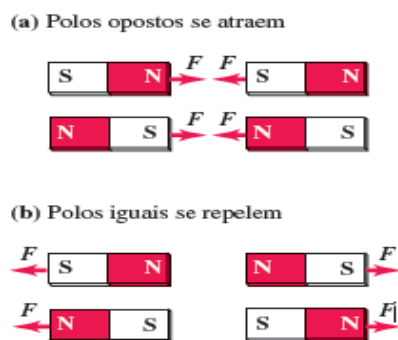


Figura 5: Força magnética entre ímãs. Fonte: SEARS 2016, p. 219

Ao colocar próximo dois ímãs com a mesma polaridade é possível verificar a manifestação de força de repulsão dos seus campos magnéticos [ARAUJO 2002]. Ao colocar a limalha de ferro sobre uma folha e embaixo colocar um ímã é possível perceber a formação de linhas de campo com a limalha de ferro sendo que as linhas de campo são mais intensas nos polos dos ímãs. Essas linhas de campo sempre saem do polo norte e seguem em direção ao polo sul.

Os ímãs possuem domínios magnéticos que são os alinhamentos de vários átomos que compõe um corpo. Esses domínios são microscópicos e cada um é formado por milhões de átomos alinhados. Nem todo pedaço de ferro é um ímã, pois no ferro seus domínios magnéticos não estão alinhados entre si. Considerando um prego de ferro seus domínios estão orientados aleatoriamente, mas ao aproximar um ímã ocorre a indução do alinhamento de seus domínios magnéticos. Uma forma de alinhar os domínios magnéticos de um pedaço de ferro é esfregar sempre no mesmo sentido em um ímã [HEWITT 2015].

2.5 Campo Magnético Terrestre

A Terra é considerada um ímã gigante com propriedades magnéticas, o campo magnético terrestre possui polo norte e polo sul magnético e possui uma deflexão magnética fazendo com que fiquem próximos aos polos geográficos, porém contrários, ou seja, próximo ao polo sul geográfico se encontra o polo norte magnético. Na Terra o polo norte geográfico está próxima do polo sul magnético, em função disto o polo norte da agulha da bússola aponta para o norte. Existe uma variação do eixo de simetria do campo magnético terrestre não é paralelo ao eixo geográfico [SEARS 2016]. Conforme ilustrado na (Figura 6).

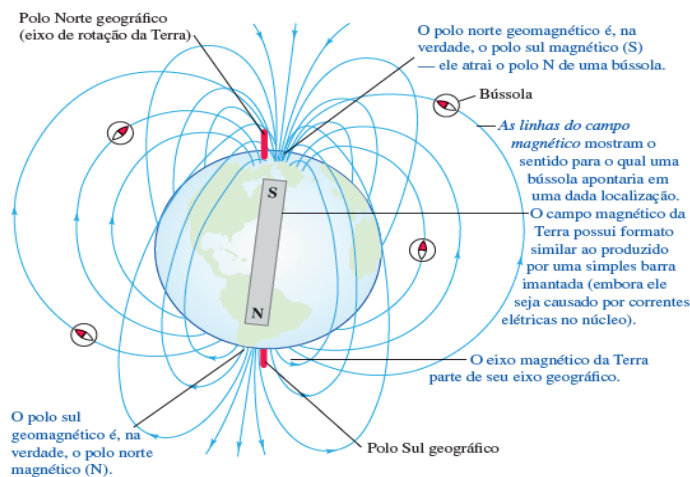


Figura 6: Campo magnético terrestre. Fonte: SEARS 2016, p. 220

Assim como um ímã a Terra possui um campo magnético que protege os seres vivos dos ventos solares provenientes do Sol que são compostos por raios cósmicos sendo mais intenso nos polos, pois as partículas carregadas que chegam à Terra não se deslocam cortando as linhas de campo, mas sim incide ao longo delas. Os raios cósmicos só reduzem quando se afastam dos polos. Em função disto é possível visualizar os íons que penetram na atmosfera por meio das auroras boreais (hemisfério norte) e as austrais (hemisfério sul). [HEWITT 2015].

2.6 Eletromagnetismo

O eletromagnetismo surge da interação entre a eletricidade e o magnetismo, sendo evidenciada pelo dinamarquês Han Cristian Oersted em 1820 nos seus experimentos, visto que o cientista foi adepto a uma corrente filosófica Naturphilosophie. Segundo Gardelli [2018] este movimento surgiu na Alemanha nas últimas décadas do século XVIII e os seguidores dessa filosofia perceberam que existia uma forte relação entre as forças da natureza, gerando fenômenos naturais elétricos e magnéticos.

Esse recorte histórico evidencia que Oersted não descobriu ao acaso as interações elétricas e magnéticas com a deflexão da bússola ao ser colocada próxima ao fio com corrente elétrica, o cientista já desconfiava das interações elétricas e magnéticas. É interessante reiterar que no início do século XIX Coulomb já havia demonstrado que a

eletricidade e o magnetismo eram fenômenos distintos, cuja naturezas eram diferentes [GARDELLI 2018].

A unificação da eletricidade e do magnetismo, conhecida como eletromagnetismo, foi evidenciada por Oersted, mas pode ser descrita por meio das equações do físico escocês James Clerk Maxwell (1831 – 1879). Essas equações demonstram como a variação de um campo magnético funciona como fonte de campo elétrico e como a variação do campo elétrico serve para gerar campo magnético [SEARS 2016].

De acordo com Sears [2016] os princípios básicos do eletromagnetismo podem ser descritos pelas quatro equações de Maxwell que estão reunidas e conseguem explicar o significado de cada uma delas. As equações descrevem o comportamento de um campo elétrico e um campo magnético em qualquer situação, são elas:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{inte}}{\epsilon_0} \quad (\text{Lei de Gauss}) \quad (3)$$

Na equação (3) temos uma integral de superfície fechada, a Lei de Gauss para o campo elétrico.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (\text{Lei de Gauss para o magnetismo}) \quad (4)$$

A equação (4) é semelhante a equação (3), mas para o campo magnético.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (\text{Lei de Faraday}) \quad (5)$$

A equação (5) envolve a integral de linha de \vec{E} entorno de um percurso fechado, no qual a Lei de Faraday afirma que o fluxo magnético variável atua como fonte de campo elétrico.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i_c + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right) \quad (\text{Lei de Ampère}) \quad (6)$$

A equação (6) envolve a integral de linha de \vec{B} em torno de um percurso fechado, no qual a Lei de Ampère inclui a corrente de deslocamento. Afirma que tanto a corrente de condução quanto um fluxo magnético variável podem induzir um campo elétrico [SEARS 2016].

As equações podem ser aplicadas a campos magnéticos e elétricos no vácuo. Quando temos um material é necessário substituir as constantes elétricas ϵ_0 e magnética μ_0 pela permissividade ϵ e pela permeabilidade μ do material. Se os valores de ϵ e μ variam de um ponto para outro da região de integração então devem ser movidos para o lado esquerdo das equações (3) e (6), respectivamente colocando dentro do sinal as integrais [SEARS 2016]. De acordo com Sears [2016] as equações de Maxwell ajudam a compreender como uma carga puntiforme em repouso pode produzir campo elétrico \vec{E} estático, mas não gera campo \vec{B} enquanto uma carga puntiforme em movimento com velocidade constante pode produzir tanto \vec{E} quanto \vec{B} .

Uma maneira de verificar no cotidiano são os eletroímãs que consistem em uma bobina conduzindo corrente elétrica, podendo ficar mais intenso se aumentar o número de espiras ou a intensidade da corrente. Alguns ímãs mais potentes possuem núcleo de ferro no interior da bobina potencializando o campo magnético gerado. Os eletroímãs estão presentes no cotidiano, ou seja, nos aparelhos da medicina como ressonância magnética, motores e geradores elétricos, sistema de som e automóveis [HEWITT 2015].

2.7 Indução de Faraday

Em 1831 Michel Faraday², percebeu que ao mover um ímã para o interior de uma espira com fio, induziu nelas corrente elétrica. Esse fenômeno é chamado de indução eletromagnética e surge após o fenômeno evidenciado por Oersted, que em um condutor metálico com corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor. O experimento de Faraday é o mesmo experimento de Oersted, porém invertido, as cargas se deslocam em um fio condutor ao movimento de um ímã [SOUZA 2010].

De acordo com Hewitt [2015] Faraday e Henry perceberam que ao mover um ímã para dentro ou para fora produz corrente elétrica, não havendo necessidade de bateria, pois o movimento de variação do campo magnético nas espiras induz a formação de corrente, esse fenômeno físico é chamado de indução eletromagnética. Quanto maior for a quantidade de espiras, mais intenso é a diferença de potencial induzida, a partir dela faz circular uma corrente e o eletroímã funciona. “A lei de Faraday estabelece que a voltagem induzida em uma bobina é proporcional ao produto do número de espiras pela área de

² O cientista britânico Michel Faraday (1791-1867) Contribuiu com descobertas significativas na química, na eletrólise e principalmente na eletricidade e magnetismo.

seção transversal de cada espira e pela taxa com a qual o campo magnético varia no interior da espira” [HEWITT 2015, p. 472].

Sears [2016] descreve que um dos efeitos mais comuns da indução é a variação do fluxo magnético por meio do circuito. O fluxo magnético é expresso por Φ_B , em uma área finita podemos expressar a seguinte equação:

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int B dA \cos \phi \quad (\text{Fluxo magnético}) \quad (7)$$

A partir da Lei de Faraday é possível perceber situações onde existirá a força eletromotriz induzida (fem) quando ocorrer a variação de fluxo magnético dado pela equação (7) na espira ou área delimitada na (Figura 7).

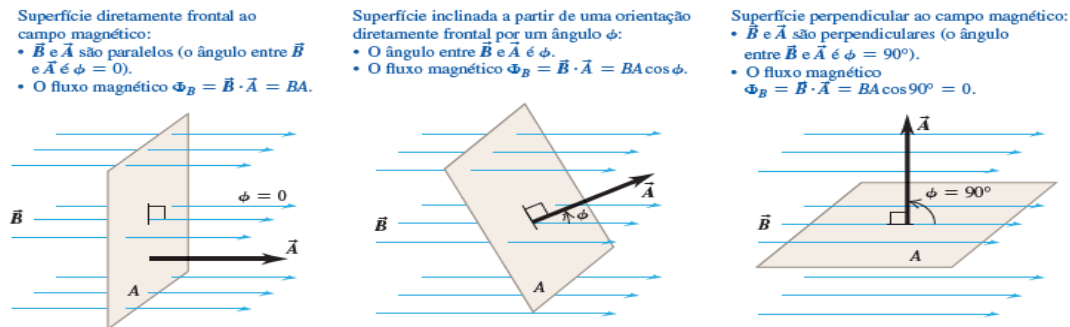


Figura 7: Fluxo magnético em uma área plana Fonte: SEARS 2016, p. 307

Para determinar o sentido da fem induzida ou da corrente induzida depende de algumas características:

- 1) Definir um sentido do positivo para o vetor da área;
- 2) Por meio das direções do vetor área e do vetor campo magnético, determine o sinal do fluxo magnético Φ_B e sua taxa de variação $\frac{d\Phi_B}{dt}$;
- 3) Determine o sinal da fem induzida ou da corrente induzida depende quando o fluxo está aumentando $\frac{d\Phi_B}{dt}$ é positivo, então a fem ou corrente induzida é negativa. Quando o fluxo está diminuindo $\frac{d\Phi_B}{dt}$ é negativo a fem ou corrente induzida é positiva [SEARS 2016].

A Lei da Faraday expressa que a fem induzida em uma espira ocorre a partir da taxa de variação, com sinal negativo, do fluxo magnético através da espira. Dada pela equação:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (\text{Lei de Faraday}) \quad (8)$$

A Lei de Faraday expressa pela equação (8) define a relação válida quando acontece uma variação de fluxo é produzido por uma variação de campo magnético na espira. Se o fluxo magnético através de cada espira, a fem total em uma bobina com N espiras é dada pela equação:

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (\text{Lei de Faraday para uma bobina}) \quad (9)$$

A equação (9) mostra que no caso de uma bobina com N espiras idênticas, o fluxo magnético irá variar com a mesma taxa em todas as espiras. A taxa de variação total por meio de todas as espiras é N vezes maior que apenas uma espira [SEARS 2016].

2.8 Indução Eletromagnética

De acordo com Hewitt [2015] a partir do princípio da indução eletromagnética é possível a produção de energia elétrica. Por meio da variação de campo magnético que gera a indução de uma voltagem induzida no interior de uma bobina. Também podemos induzir uma voltagem movimentando uma bobina, dentro de um campo magnético estacionário, isso é a definição de um gerador na (Figura 8).

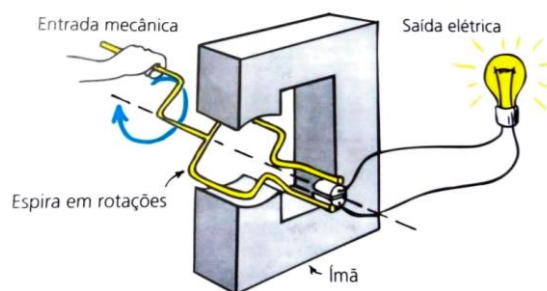


Figura 8: Gerador elétrico. Fonte: Hewitt 2015, p. 473

O princípio de funcionamento dos geradores é semelhante aos motores o que difere é apenas o tipo de movimento. No gerador é necessário movimento mecânico para

transformar em energia elétrica, o motor funciona ao contrário, a energia elétrica se transforma em energia mecânica. O motor deve ser constituído por um rotor uma bobina imersa em um campo magnético de dois ímãs fixos. Em função disto acontece a formação de um campo magnético que pode ser decorrente dos ímãs ou bobina formada por fios condutores de condutores de corrente elétrica [GASPAR 2004].

A produção de energia elétrica possui um mecanismo composto por um núcleo de ferro com fios de cobre enrolado que gira no interior de um campo magnético intenso, que é acionado por uma turbina que está ligada a um sistema de energia mecânica que permite seu movimento constante, seja por força de queda de água, força dos ventos ou vapor. Esse rotor possui espiras giratórias que se movimentam em um campo magnético gerado por um eletroímã, produzindo voltagem e corrente elétrica [HEWITT 2015].

Capítulo 4

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica é necessária para verificar os trabalhos que podem contribuir na elaboração das sequências didáticas para o ensino de eletromagnetismo como ensino de Física sendo possível para séries finais do ensino fundamental. Essa pesquisa foi realizada em revistas da área do ensino de Ciências e Física, limitou-se ao período de 2010 a 2020. São elas: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Investigação em Ensino de Ciências*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Ciência & Educação e Física na Escola*. Os critérios para selecionar os artigos foram o título, resumos e palavras-chave acerca do tema.

O recorte de revisão contribuiu para organização da metodologia adotada no projeto e implementação da sequência didática, a revisão bibliográfica das revistas científicas de encontra na Tabela 1.

Revistas Científicas	Abordagem de Eletromagnetismo no ensino de Física e Ciências
Revista Brasileira de Ensino de Física.	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2
Investigação em Ensino de Ciências	0
Experiências em Ensino de Ciências	3
Ciência & Educação	0
Física na Escola	2

Tabela 1: Revistas Científicas. Fonte: Elaborada pela Autora

O trabalho de Alves [2020] aborda sobre geradores elétricos monofásicos e trifásicos como suporte didático para o ensino de Eletromagnetismo, enfatizando a importância da energia elétrica no mundo moderno, buscando relacionar as formas de produção de energia com o cotidiano do aluno. O objetivo do trabalho é construir geradores elétricos de corrente alternada para abordar sobre a importância da lei de Faraday. Os resultados mostram que foi possível observar a configuração de campo magnético no estator do gerador e a quantidade de ímãs no rotor influenciou diretamente na tensão originada pelo gerador.

Massoni [2018] descrevem as características de um trabalho voltado ao ensino de Física na disciplina de Ciências no nível fundamental viabilizando uma experiência de

ensino por projetos. O objetivo deste trabalho é fazer uma narrativa e reflexões sobre os projetos de física e as metodologias aplicadas na educação científica. O trabalho é dividido em duas etapas a primeira voltada para a possibilidade de introduzir conceitos físicos no nível fundamental, levando em consideração que professores de ciências não possuem formação específica em Física. A segunda questão é a utilização de projetos para diversificar a avaliação de aprendizagem em ciências. O trabalho foi implementado em duas turmas de 9º ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública do Rio Grande do Sul, o projeto foi embasado nas ideias de Hernández e Ventura (1998) e na Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel. Os resultados apontam que a proposta adotada mostrou resultados positivos para estimular a aprendizagem dos conceitos físicos para desconstruir certas visões distorcidas sobre a Física.

A pesquisa de Caldas [2019] enfatiza uma proposta de ensino por meio de unidades de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre magnetismo. O trabalho é direcionado para nível fundamental no contexto da formação de professores de Ciências de uma escola do Rio de Janeiro. O projeto é intitulado produção de sequências didáticas baseadas em UEPS para o ensino de Física com enfoque não tradicional. Este trabalho teve o objetivo produzir materiais instrucionais, como textos, vídeos, experimentos e simulações computacionais para auxiliar os professores de Física. Neste contexto foi disponibilizado duas UEPS para professores de Física e Ciências fundamentadas na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os resultados mostram que houve melhoria na aprendizagem e os professores avaliaram positivamente a utilização das UEPS.

O trabalho de Rodrigues [2018] é uma pesquisa qualitativa que busca contribuir para o entendimento da indução eletromagnética por meio de atividades experimentais e computacionais integradas, sendo aplicada a estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), campus Tocantins, com alunos do terceiro e quarto ano do ensino médio técnico. O trabalho teve o objetivo de realizar atividade experimentais e computacionais buscando motivar os alunos as aulas de indução eletromagnética. O trabalho apresentou resultados positivos mostrando que os alunos tiveram interesse pelas aulas, interagindo com as aulas experimentais.

Sales [2020] busca a construção e aplicação de sequência didática experimental baseada em conteúdos sobre natureza elétrica da matéria na disciplina de Ciências. O objetivo deste trabalho foi a construção e aplicação de sequência didática experimental para alunos de 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública de Codó – MA. A

implementação da sequência didática foi dividida em três momentos, microaula, experimentação e produção textual. Os resultados mostram que os estudantes conseguiram associar mais os conceitos de Física relacionando com seu cotidiano observando fenômenos relacionados a matéria e energia.

Neste viés Souza F. [2011] discorre sobre experimentos de eletricidade e magnetismo para usar no ensino fundamental. O trabalho apresenta de maneira detalhada a descrição de cinco atividades experimentais relacionadas a eletricidade e magnetismo, acompanhadas de problemas para serem resolvidos. O principal objetivo do trabalho é contribuir com a atividade docente buscando inserir conteúdos de Física no ensino fundamental. O trabalho finaliza destacando que as experiências vivenciadas podem contribuir para a aprendizagem do conceito de eletricidade e magnetismo e compreender posteriormente o funcionamento de geradores de energia elétrica.

O trabalho de Ferreira [2016] aborda sobre atividade experimentais de baixo custo utilizando fios, bobinas e ímãs para iniciar o conteúdo de eletromagnetismo. O trabalho tem o objetivo de construir uma bobina a partir de materiais acessíveis podendo ser utilizada em sala de aula como atividade experimental do conteúdo de indução eletromagnética e desta maneira contribuindo nas aulas de Física. O trabalho finaliza descrevendo a importância das atividades experimentais para o ensino de Física, buscando envolver os estudantes em algumas sugestões de atividades experimentais como a bobina.

Capítulo 5

Metodologia

A investigação foi desenvolvida a partir das diretrizes de uma pesquisa qualitativa, descritiva [CALIL 2009] sendo iniciada dia 12 de abril de 2019 em uma Escola Municipal de Educação Básica, Jardim Atlântico, localizada no Balneário Arroio do Silva (SC).

Foi planejada, organizada e implementada para duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental composta por 32 e 26 alunos (faixa etária entre 14 e 16 anos na grande maioria meninos) três sequências didáticas sendo a primeira intitulada “Eletricidade”, a segunda “Magnetismo” e a terceira “Eletromagnetismo”. Para essa implementação foram utilizadas 26 horas-aula de Ciências para cada turma ao decorrer do primeiro semestre de 2019.

As sequências didáticas foram orientadas pelos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel [MOREIRA 2012]. Foram planejadas e elaboradas três Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que abordaram conceitos relacionados ao eletromagnetismo. As sequências didáticas tinham o objetivo de aproximar o ensino de Física ao cotidiano do estudante para isso foi proposto a produção de maquetes de geradores elétricos a partir do reaproveitamento de materiais de baixo custo. Com a intenção de aproximar do aluno as questões ambientais e as maneiras sustentáveis de produção de energia.

Optou-se em trabalhar com as duas turmas para identificar os indícios de aprendizagem significativa que cada turma pudesse apresentar ao longo das aulas. As UEPS foram implementadas da mesma maneira para ambas as turmas. A primeira sequência didática tem o cronograma estabelecido na Tabela 2 e aborda a UEPS referente a Eletricidade, foi realizada durante 8 horas-aula.

Etapa	Aulas	Atividade	Estratégia	Recursos didáticos
Primeiro encontro (Situação inicial)	2	Aplicação do questionário de conhecimentos prévios sobre eletromagnetismo, experimento de processos de eletrização.	Discussão e aula prática	Questionário, roteiro, balões e canudos.
Segundo encontro (Situação problema)	2	Exposição oral sobre eletricidade, discussão das concepções apresentadas no experimento de processos de Eletrização.	Aula expositiva-dialogada e discussão	Projektor de slides.
Terceiro encontro (Revisão)	1	Experimento sobre diferentes brilhos de um led, exposição oral.	Aula prática, aula expositiva-dialogada	Roteiro, leds, fios, pilhas e projetor de

				<i>slides.</i>
Terceiro encontro (Nova situação-problema)	1	Discussão das concepções apresentadas no experimento de diferentes brilhos de um led e término da exposição oral	Discussão e aula expositiva-dialogada	Projektor de <i>slides</i> .
Quarto encontro (Aula integradora)	1	Leitura e discussão de texto sobre produção de energia de uma mini hidrelétrica. Abordagem sobre confecção de mapa conceitual.	Aula expositiva-dialogada	Texto de divulgação científica e Mapa Conceitual
Quarto encontro (Avaliação somativa individual)	1	Perguntas sobre o tema eletricidade com cinco questões, quatro dissertativas e um cálculo.	Avaliação somativa individual	Questões sobre o tema eletricidade

Tabela 2: UEPS sobre Eletricidade. Fonte: Elaborada pela Autora

A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação substantiva e não arbitrária com o que o aprendiz já sabe. Substantiva se refere ao não pé-da-letra, e não arbitrária relaciona-se a interação de um novo conhecimento com os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do indivíduo [MOREIRA 2012]. A aprendizagem significativa deve acontecer a partir da interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, essa interação promove ancoragens, pontes cognitivas com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aluno. Corroborando Moreira [2012] o subsunçor pode ser uma representação de um conhecimento prévio relevante para a aprendizagem significativa, no qual acontece a interação dos conhecimentos prévios com o novo conhecimento.

Diante da definição da aprendizagem significativa foi proposto a segunda sequência didática tem o cronograma estabelecido pela Tabela 3 e aborda UEPS sobre Magnetismo, foi realizada em 8 horas-aula.

Etapa	Aulas	Atividade	Estratégia	Recursos didáticos
Quinto encontro (Situação inicial)	2	Experimento da bússola caseira, início da exposição oral sobre magnetismo e apresentação de vídeo sobre auroras boreais.	Aula prática e aula expositiva-dialogada	Roteiro, bússola, ímãs, agulha; Projektor de <i>slides</i> .
Sexto encontro (Situação-problema)	2	Exposição oral sobre magnetismo, discussão das concepções apresentadas no experimento da bússola caseira.	Aula expositiva-dialogada e discussão	Projektor de <i>slides</i> .
Sétimo encontro (Revisão)	1	Exposição oral sobre Magnetismo.	Aula expositiva-dialogada	Projektor de <i>slides</i> .
Sétimo encontro	1	Demonstrações de ímãs e	Aula prática e	Ímãs, limalha de

(Nova situação-problema)		limalha de ferro, término da exposição oral sobre magnetismo.	aula expositiva-dialogada	ferro. Projetor de <i>slides</i> .
Oitavo encontro Aula integradora	1	Leitura e discussão de texto como uma bússola de orienta e fazer mapa conceitual.	Discussão	Texto de divulgação científica e mapa conceitual
Oitavo encontro Avaliação somativa individual	1	Perguntas sobre o tema magnetismo com cinco questões dissertativas.	Avaliação somativa individual	Questões sobre o tema magnetismo

Tabela 3: UEPS sobre Magnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora

Para ocorrer a aprendizagem significativa existem duas condições para que isso ocorra: 1) o aprendiz deve estar pré disposto a aprender e 2) o material a ser utilizado deve ser potencialmente significativo [MOREIRA 2012].

Essa definição é o que orienta a pesquisa, as duas premissas para que a aprendizagem significativa ocorra 1) o aluno deve estar pré-disposto a aprender para que os subsunçores possam se relacionar e interagir com os novos conhecimentos presentes no material instrucional. O estudante deve estar pré-disposto a relacionar os novos conhecimentos na sua estrutura cognitiva a ponto de modifica-los, elaborando-os e atribuindo significados a estes conhecimentos. 2) o material instrucional ser potencialmente significativo, que se relacione com a estrutura cognitiva do estudante de maneira não literal e não arbitrária, o que implica em utilizar materiais que tenham um significado lógico.

A partir das premissas estabelecidas pela aprendizagem significativa, foi apresentada a terceira sequência didática que tem o cronograma estabelecido pela Tabela 4 e aborda sobre a UEPS de Eletromagnetismo, foi realizada em 10 horas-aula.

Etapa	Aulas	Atividades	Estratégia	Recursos didáticos
Nono encontro (Situação inicial)	2	Exposição oral sobre eletromagnetismo, experimento do eletroímã caseiro e apresentação de vídeo sobre um guindaste de sucatas.	Aula expositiva-dialogada e aula prática.	Projetor de <i>slides</i> , roteiro, fio de cobre, pilhas e prego.
Décimo encontro (Situação-problema)	2	Exposição oral sobre eletromagnetismo, discussão das concepções apresentadas no experimento do eletroímã caseiro.	Aula expositiva-dialogada	Projetor de <i>slides</i>
Décimo primeiro encontro	2	Continuação da exposição oral e demonstração do Experimento	Aula prática e aula expositiva-dialogada	Projetor de <i>slides</i> e bússola, fios e bateria

(Revisão)		de Oersted		
Décimo segundo encontro (Nova situação-problema)	1	Demonstração da Indução de Faraday; Vídeo sobre a usina de Itaipu; Término da exposição oral de eletromagnetismo.	Aula prática e aula expositiva-dialogada	Projeter de <i>slides</i>
Décimo segundo encontro Avaliação somativa individual	1	Leitura e discussão de texto sobre o desenvolvimento da tecnologia; Confecção de mapa conceitual.	Discussão	Texto de divulgação científica e Mapa Conceitual
Décimo terceiro encontro Aula integradora	2	Apresentação da atividade em grupo (experimento sobre gerador elétrico); questionário de pós-teste e questionário de avaliação das aulas de Ciências.	Apresentação e discussão dos trabalhos	Maquetes dos geradores elétricos e questionários.

Tabela 4: UEPS sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora

A aprendizagem significativa leva em consideração dois processos principais que são a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora*. A diferenciação progressiva está relacionada aos novos significados que são definidos a um dado subsunçor. Para isso inicia-se com a abordagem de proposições e conceitos mais elaborados e progressivamente serão diferenciados ao longo do processo de ensino, com essas diferenciações progressivas o subsunçor começa a ficar mais elaborado e consolidado.

A reconciliação integradora é mais ampla e deve ocorrer com a exploração e relação entre ideias, proposições e conceitos, descrevendo semelhanças e diferenças, importantes reconciliando discordâncias reais ou aparentes, buscando eliminar algumas inconsistências e agregar novos significados [MOREIRA 2011 a; 2012]. A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora devem acontecer de maneira simultânea, pois uma depende da outra para que o conhecimento tenha significado para o aluno.

O planejamento e construção das sequências didáticas foram fundamentadas na teoria de aprendizagem significativa. Levando em consideração de que não há ensino sem aprendizagem, o ensino é o meio e a aprendizagem o fim, a proposta foi a utilização da *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* (UEPS) [MOREIRA 2011 a]. A presente pesquisa utilizou sequências didáticas fundamentadas teoricamente em uma aprendizagem significativa buscando se distanciar de uma aprendizagem mecânica.

As estratégias didáticas utilizadas ao longo das UEPS levaram em consideração as orientações de Krasilchik [2011]. Também foi utilizado diários de aula [ZABALZA

2004] durante a implementação das sequências didáticas, nestes diários foram descritos todas as discussões, acontecimentos, abordagem de conceitos inerentes ao eletromagnetismo e as intervenções e questionamentos dos estudantes durante as aulas.

A coleta de dados para a pesquisa utilizou os seguintes instrumentos: registro do diário de aula, questionário de conhecimentos prévios, roteiro de experimentos e questionário pós teste. As respostas dos questionários serviram para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, os indícios de aprendizagem significativa, os experimentos foram categorizados, a partir de recomendações adaptadas de Saka *et al.* [2006], de acordo com a Tabela 5.

Categoria	Definição
Concepção correta	A resposta apresentada está coerente com o conceito científico.
Concepção parcialmente correta	A resposta está de acordo com o conceito científico, mas está incompleta.
Concepção parcialmente alternativa	A resposta está parcialmente correta, mas apresenta erros.
Concepção alternativa	A resposta foge do conceito científico.

Tabela 5: Categorias que foram enquadradas os questionários e avaliações somativas. Fonte: Elaborada pela Autora adaptadas de Saka [2006]

Ao final da implementação didática foi realizado o questionário pós teste a fim de verificar indícios de aprendizagem significativa. Esse questionário foi composto por questões inerentes ao eletromagnetismo, com questões de eletricidade e magnetismo, mas foram realizadas com um nível mais elaborado em relação ao questionário de concepções alternativas de eletromagnetismo, justamente com o objetivo de verificar os indícios de evolução conceitual dos estudantes.

Capítulo 6

Resultados e Discussão

6.1 Descrição e Análise da UEPS de Eletricidade

As sequências didáticas descritas abaixo foram desenvolvidas com o objetivo de facilitar a compreensão do tema Eletromagnetismo para alunos de 9º ano do Ensino Fundamental. Para isso foram planejadas e elaboradas três sequências didáticas potencialmente significativas, no qual ao final da última sequência didática os estudantes deveriam construir e apresentar uma maquete que aborde sobre a geração de energia e devem levar em consideração os conceitos físicos envolvidos nesses fenômenos.

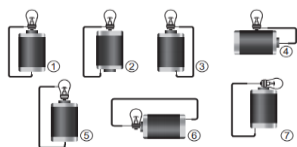
6.1.1 Primeiro encontro

A *situação inicial* da sequência foi realizada a partir da aplicação do questionário de concepções alternativas sobre eletromagnetismo, tinha o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos. O questionário possuía 7 questões dissertativas sobre os temas de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo conforme o Quadro 1.

Referências: Questão (1)³, questão (2)⁴

Questionário de concepções alternativas sobre eletromagnetismo.

- 1- Em alguns dias principalmente nos mais secos, podemos levar pequenos choques quando encostamos em objetos de metal ou até mesmo em outras pessoas. Que explicação você daria para este fato?
- 2- Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada: Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?



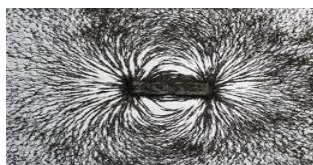
GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/06/prova-enem-azul-2011-1dia.pdf>

³ CARNEVALLE, M. R. **Projeto Araribá: Ciências**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

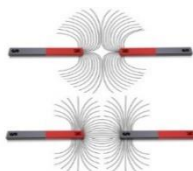
⁴ **Exame Nacional do Ensino Médio**. Inep. Ministério da Educação. 2011. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/06/prova-enem-azul-2011-1dia.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

- 3- As lâmpadas que enfeitam as árvores de Natal são conhecidas como pisca pisca. Quando uma das lâmpadas queima, o que acontece com a corrente elétrica nas outras lâmpadas?
- 4- As alianças banhadas a ouro são constituídas por uma liga metálica de ouro, prata e cobre. Quando esta aliança é aproximada de ímã por que não fica grudada?
- 5- O planeta Terra é considerado um ímã gigante e possui um campo magnético que protege os seres vivos dos ventos solares e da radiação do sol. Observando a figura abaixo qual a relação do campo magnético terrestre com o ímã?



Fonte: http://masimoes.pro.br/fisica_el/campos-magneticos-produzido.html

- 6- De acordo com as figuras abaixo por que os ímãs se separam e se juntam? Que fatores levam para que isso ocorrer?



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/magnetismo.htm>

- 7- Caso um carrinho de controle remoto caia no chão e se desmonte você perceberá que dentro do motorzinho possui um ímã. Na sua opinião para que serve este ímã?

Quadro 1: Questionário de concepções alternativas. Fonte: Elaborado pela Autora

A partir das respostas obtidas foi possível realizar a categorização das turmas e organizar as tabelas e gráficos. Na sequência foi realizado a discussão dos dados apresentados o total de estudantes que responderam ao questionário de concepções alternativas foram 56, compostos por 30 alunos da parte da manhã e 26 alunos da parte da tarde. A Tabela 6 e gráfico a seguir é da turma da manhã.

Categorização das questões sobre o questionário de concepções alternativas de Eletromagnetismo							
Questões	1	2	3	4	5	6	7
Concepção Correta		1	2			1	1
Concepção Parcialmente Correta	8	13				2	
Concepção Parcialmente Alternativa	2	10	4	3	2	4	5

Concepção Alternativa	6	1	13	12	8	8	7
Não fez	14	5	14	15	20	15	16

Tabela 6: Características do questionário de concepções alternativas da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora

Para analisar de maneira mais organizada as respostas categorizadas foi elaborado gráficos para facilitar a compreensão das questões no questionário de concepções alternativas sobre Eletromagnetismo da turma da manhã no Gráfico 1.

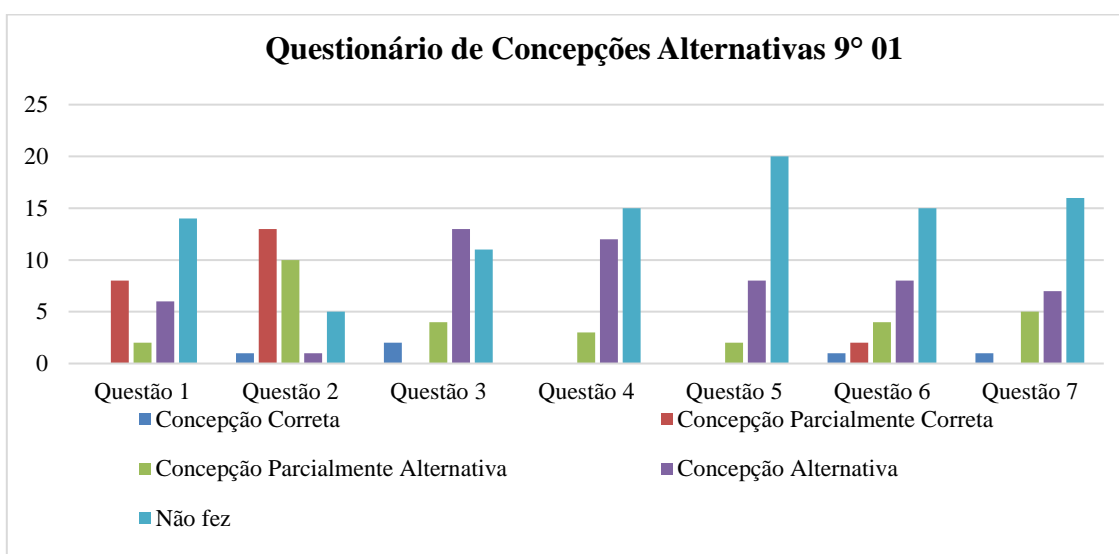


Gráfico 1: Características das concepções alternativas apresentada pelos alunos da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora

Para fazer um comparativo entre as turmas, abaixo está a categorização relacionada a turma da tarde composta por 26 alunos e a seguir é apresentado as características da Tabela 7 e do gráfico em questão.

Categorização das questões sobre o questionário de concepções alternativas de Eletromagnetismo							
Questões	1	2	3	4	5	6	7
Concepção Correta							
Concepção Parcialmente Correta	6	16	2			2	
Concepção Parcialmente Alternativa	4	6	3	3	2	2	2
Concepção Alternativa	6		16	10	6	8	7
Não fez	10	4	5	13	18	14	17

Tabela 7: Características do questionário de concepções alternativas da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora

Para analisar de maneira mais organizada as respostas categorizadas foi elaborado gráficos para facilitar a compreensão das questões no questionário de concepções alternativas sobre Eletromagnetismo da turma da tarde de acordo com o Gráfico 2.

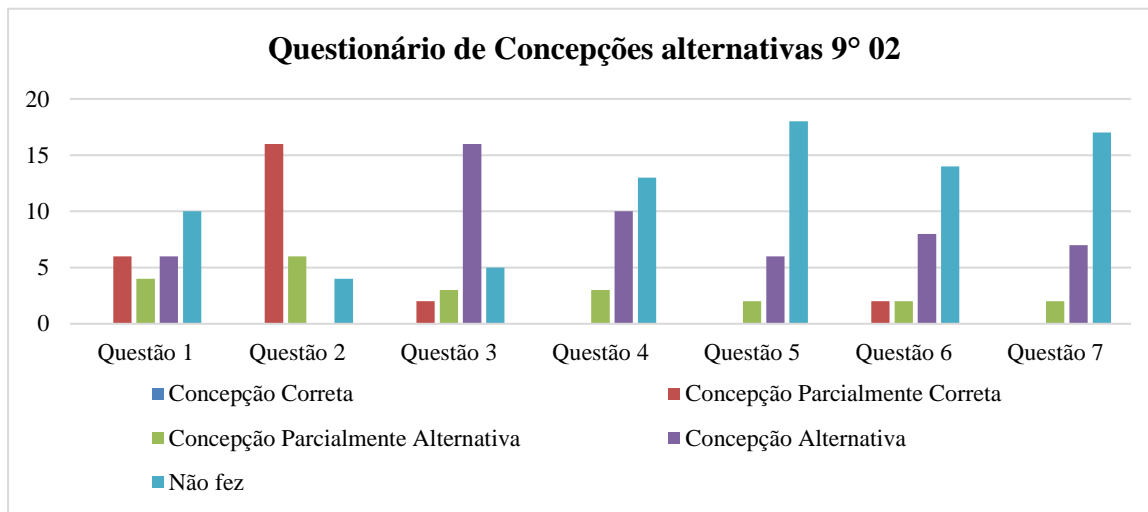


Gráfico 2: Características das concepções alternativas apresentadas pelos alunos da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora

Levando em consideração as respostas apresentadas pelas duas turmas, foi possível perceber que a maioria das respostas apresentaram concepções alternativas e outras questões os alunos não responderam.

Os exemplos são referentes a categorização das questões. A primeira questão buscava identificar como ocorria choques ao encostar em objetos de metal em dias secos. Cerca de 24 alunos não responderam, seguindo de 14 estudantes que apresentaram uma concepção parcialmente correta na (Figura 9).

*Quando esta descalço ou malhado
pode levar um leve choque isso se
chama energia estática*

Figura 9: Concepção parcialmente correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora

Essa resposta está parcialmente correta, foi citado sobre a energia estática mas não apresentou as características físicas dos corpos envolvidos, em função do atrito do carro com o ar ficou carregado negativamente e quando a pessoa encostou em das suas extremidades os elétrons foram descarregados, fazendo que a pessoa tenha sensação de um leve choque.

A segunda questão buscava identificar em quais casos as lâmpadas acenderiam. Nesta questão cerca de 29 alunos apresentaram uma concepção parcialmente correta conforme a (Figura 10).



Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/06/prova-enem-azul-2011-1dia.pdf>

Se a lâmpada que não acender é a número 1 e 2, 3.

Figura 10: Concepção parcialmente correta da questão 2. Fonte: Digitalizada pela Autora

Nesta questão as lâmpadas acenderam nas situações 1, 3 e 7. A maioria dos alunos respondeu a situação 1 e 3. Em relação a situação 7 muitos estudantes não conseguiram associar que pela conformidade do circuito a lâmpada também acenderia.

A terceira questão buscava identificar o que ocorria com a corrente elétrica de um pisca-pisca de natal quando uma das lâmpadas queimar. Cerca de 29 alunos apresentaram uma concepção alternativa na (Figura 11), seguindo de 16 estudantes que não responderam.

Se a que queimou apaga e a que está piscando continua.

Figura 11: Concepção alternativa da questão 3. Fonte: Digitalizada pela Autora

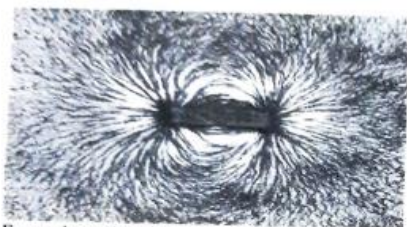
Ao afirmar que as lâmpadas continuam piscando os alunos apresentam uma concepção alternativa. Uma vez que temos um circuito em série como é o caso das lâmpadas de pisca-pisca, a corrente única em todo o trajeto, uma vez que uma lâmpada queima a corrente não consegue prosseguir e desta maneira as outras lâmpadas se apagam.

A quarta questão buscava saber como uma aliança banhada a ouro que é constituída por uma liga metálica de prata e cobre ao ser aproximada do ímã não ficava grudada. Cerca de 28 alunos não responderam e 22 estudantes apresentaram uma concepção alternativa de acordo com a (Figura 12).

Figura 12: Concepção alternativa da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora

Os alunos afirmam que isso ocorre pelo fato de pensar que não ter metal na constituição da aliança. Essa concepção surge do fato de o ímã atrair ferro que é um metal e isso reforça a concepção que os alunos apresentam. Mas os elementos que constituem a aliança são todos metais apenas o fato de aliança não ser atraída pelo ímã está relacionado com a característica do material ser paramagnético e seus domínios magnéticos não ficam bem alinhados desta maneira não ocorre a atração.

A quinta questão realizava um comparativo do campo magnético terrestre com um ímã aproximado de limalha de ferro, buscando saber qual era a semelhança do campo magnético terrestre com o ímã. Nesta questão cerca de 38 alunos não responderam, seguido de 14 alunos que apresentaram uma concepção alternativa da (Figura 13).



Fonte: http://masimoes.pro.br/fisica_el/campos-magneticos-produzido.html

Eu acho eles estão se separando pela imagem, mas na minha opinião eles estão se juntando para formar o campo magnético, para proteger os seres vivos.

Figura 13: Concepção alternativa da questão 5. Fonte: Digitalizada pela Autora

Diante da concepção apresentada, foi possível perceber que os alunos confundiram a função do campo magnético terrestre com a formação do campo magnético envolto do ímã.

A sexta questão buscava identificar as características de interação entre os ímãs, ou seja, por que momento se separam e se juntam. Nesta questão cerca de 29 alunos deixaram em branco, mas 16 estudantes apresentaram uma concepção alternativa na (Figura 14).

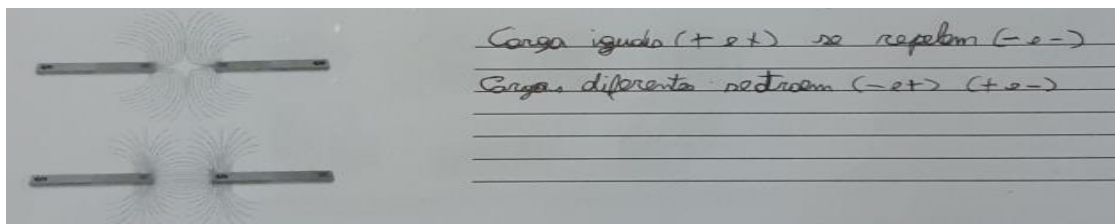


Figura 14: Concepção alternativa da questão 6. Fonte: Digitalizada pela Autora

Nesta questão foi possível verificar que os alunos confundiram o magnetismo com os conceitos de eletrostática no qual cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem. Em relação ao magnetismo, quando temos pólos iguais ocorre uma força de repulsão e pólos diferentes uma força de atração.

A sétima questão buscava saber qual a função de existir um ímã no motorzinho de carrinhos de controle remoto. Cerca de 33 alunos não responderam, seguido de 14 que apresentaram uma concepção alternativa na (Figura 15).

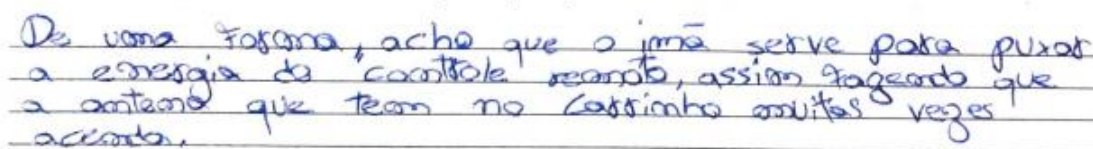


Figura 15: Concepção alternativa da questão 7. Fonte: Digitalizada pela Autora

A resposta apresentada afirma que o ímã serviria para puxar a energia do controle remoto. Essa questão era relacionada ao princípio físico de eletromagnetismo, no qual a função do ímã próximo as bobinas no motor é fazê-lo funcionar, ou seja, quando a corrente elétrica chega no motor faz com que essa energia se torne energia mecânica e carrinho funciona girando suas rodinhas para se movimentar.

Após a realização do questionário de concepções alternativas de eletromagnetismo, os estudantes formaram equipes de quatro ou cinco alunos. Foi informado a turma que os grupos iriam permanecer até o final das intervenções didáticas.

Na sequência foi realizado o experimento sobre os processos de eletrização por atrito, contato e indução (Figura 16), no qual foram respondidos em um roteiro. Os experimentos serviram como organizadores prévios e também ajudaram a identificar as concepções dos alunos sobre a eletrostática.

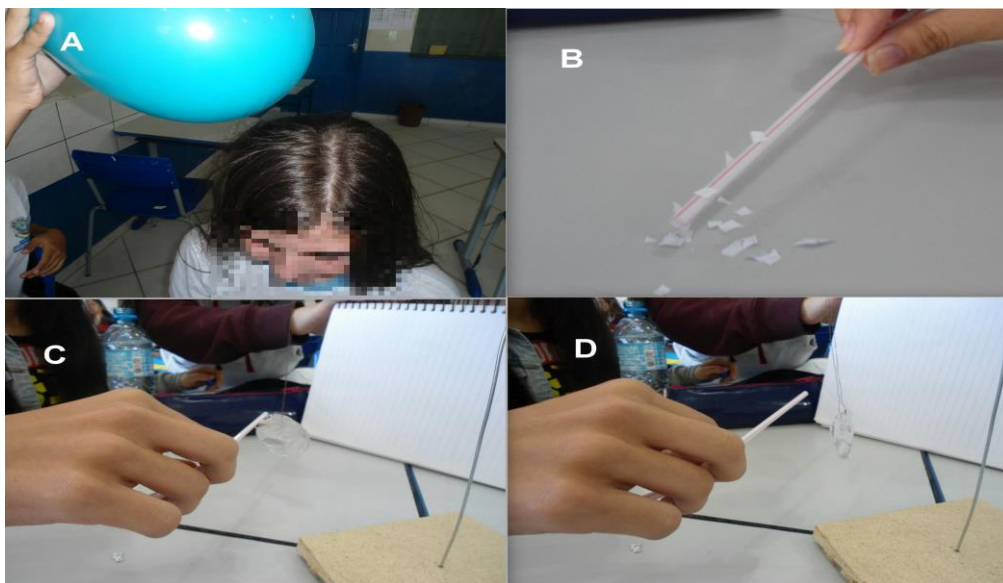


Figura 16: Processos de Eletrização; A: Por atrito; B: Por contato; C e D: Por indução. Fonte: Registrada pela Autora

No momento do experimento de eletrização por contato um aluno afirmou “*professora, o magnetismo é que faz os papéis ficarem grudados no canudo*”. Isso mostra que o aluno apresenta uma concepção alternativa sobre eletrostática, que acaba confundindo com o magnetismo. Já outro aluno falou “*a folha gruda por causa da energia estática*”. Isso mostra que este estudante apresenta uma concepção parcialmente correta, possui um conhecimento prévio sobre eletrostática, porém não consegue identificar os processos de trocas de elétrons denominada processos de eletrização. Durante a realização do experimento não houve nenhuma intervenção da pesquisadora, pois poderia influenciar na resposta dos roteiros.

6.1.2 Segundo encontro

A *situação problema* foi iniciada com a aula expositiva dialogada sobre eletricidade, no qual foram abordadas questões problemas, afim de identificar as concepções prévias dos alunos. Diante da pergunta “*Por que levamos um choque quando encostamos na lataria de um carro que estava em movimento?*” Um aluno respondeu: “*Porque com o calor o carro esquenta e depois a pessoa encosta e leva choque*”, neste momento foi realizado a desconstrução desta concepção alternativa. Na outra pergunta “*Por que uma pessoa com o dedo levemente cortado, se encostar no registro de metal do chuveiro leva um choque?* Nesta pergunta os alunos interagiram mais relacionando a

outras situações, como o choque na torneira elétrica, na máquina de lavar, aproximando de situações de seu cotidiano. Na sequência foi abordado sobre a estrutura do átomo, as cargas elétricas e os processos de eletrização. Este momento foi importante para desconstruir as concepções alternativas dos alunos acerca dos experimentos de eletrização.

Para isso relembrou-se cada experimento associado a cada processo de eletrização. No primeiro o balão sendo atritado no cabelo, observou-se a eletrização por atrito na (Figura 16 A). No segundo experimento foi atritado o guardanapo em um canudo e encostado em papéis picados na (Figura 16 B), notando-se a eletrização por contato. Nestes dois experimentos existiam duas questões, a primeira buscava saber o que acontecia com o balão ao ser encostado no cabelo? A segunda buscava identificar o que ocorria com os papéis picados ao aproximar do canudo eletrizado.

No terceiro experimento existia uma moeda de papel alumínio ficando suspensa em um suporte de madeira. No primeiro momento o canudo eletrizado seria aproximado da moeda e no segundo momento esse canudo seria tocado na moeda observando-se o processo de eletrização por indução. Neste experimento também existia duas questões a primeira buscava saber o que acontecia com a moeda ao aproximar o canudo? E a segunda queria saber “o que ocorria com a moeda após o contato com o canudo?”

Em relação a primeira questão o balão ficou carregado negativamente e o cabelo carregado positivamente pois o mesmo cedeu elétrons para o balão. A segunda questão o canudo ficou carregado negativamente e atraiu os papéis picados que estavam neutros. Após o contato ocorreu o compartilhamento de elétrons e os dois corpos ficaram com as cargas de mesmo sinal ocorrendo a repulsão.

Em relação ao terceiro experimento o canudo inicialmente estava eletrizado carregado negativamente e foi aproximado da moeda sem tocá-la e ocorrendo a atração na (Figura 16 C), a aproximação do canudo carregado provocou na moeda uma separação de cargas (cargas induzidas) fazendo com que as cargas positivas migrem para as proximidades da moeda na parte próxima ao canudo. E quando o canudo foi encostado na moeda as cargas se redistribuíram de maneira que agora ocorreu a repulsão na (Figura 16 D). E para compreender como o processo de desconstrução das concepções alternativas apresentadas durante o experimento de processos de eletrização foi exposto algumas respostas na Tabela 8.

Grupos	Concepção	Eletrização por atrito (questão 1)	Concepção	Eletrização por contato (questão 2)	Concepção	Eletrização por indução (questão 1)	Eletrização por indução (questão 2)
A (manhã)	CPC	"o balão gruda por causa da eletricidade estática"	CPC	"os papéis grudam no canudo por causa da eletricidade estática"	CPC	"eles quis ficar junto com a moeda, por causa da estática"	"eles ficam juntos por causa da estática"
A' (tarde)	CPC	"porque gera eletricidade estática"	CPC	"foi a mesma coisa com o balão ocorreu uma ligação elétrica entre o balão e o cabelo a mesma coisa com o canudo e o papel"	CA	"por causa da atração magnética"	"a moeda virou um ímã e quando a ligação acabou a moeda desgrudou"
B (manhã)	CPC	"ele gruda, devido ao atrito que gera a eletricidade estática"	CPC	"eles grudam relacionado ao atrito"	CA	"ele puxa a moeda devido ao magnetismo"	"gruda por causa do magnetismo"
B' (tarde)	CC	"o balão quando encostado no cabelo gruda isso ocorre por que os elétrons estão se movimentando"	CA	"eles grudam no canudo, isso ocorre por causa do magnetismo"	CPC	"a moeda se movimenta, se encosta no canudo"	"a moeda se encosta no canudo"
C (manhã)		Não fez	CPC	"de tanto esfregar o canudo com o papel, descobrimos que ao encostar o canudo nos papéis picados, todos os papéis grudam"	CA	"de tanto esfregar o guardanapo no canudo a moeda se afastou dele"	"a gente esfregou mais um pouco e a moeda grudou no canudo"
C' (tarde)	CC	"o cabelo fica grudado no balão, isso acontece devido a energia estática"	CPC	"porque os papéis grudam no canudo, como um ímã. Por causa dos elétrons"	CA	"o calor do canudo atrai o alumínio para ficar grudado na moeda, praticamente se trata do magnetismo do ímã"	Não fez
D (manhã)	CPA	"os papéis grudam, por causa do atrito"		Não fez	CA	"ela se afasta, pelo lado que está"	"ela gruda, por causa da sua carga positiva"
D' (tarde)	CPC	"o cabelo é picado pelo balão, por conta do atrito dos elétrons"	CPC	"acontece quando o canudo esquentar os papéis grudam por causa dos elétrons"	CPC	"ele puxa a moeda de alumínio e se aproxima por causa da eletricidade"	"acontece que a moeda gruda por causa da troca de elétrons"
E (manhã)	CA	"tudo contém átomo e quando esfrega átomos forma ligações entre os materiais"	CA	"tudo contém átomo e quando esfrega átomos forma ligações entre os materiais"		Não fez	Não fez
E' (tarde)	CA	"isso acontece quando esfrega o balão no cabelo que aí fica um magnetismo no cabelo e no balão por causa dos elétrons"	CA	"isso ocorre por causa do magnetismo que aí os papéis picados vão grudar no canudo"	CA	"a moeda foi atraída pelo canudo, a energia no canudo atraiu a moeda"	"a moeda foi atraída pelo canudo, a energia no canudo atraiu a moeda"
F (manhã)	CPC	"por causa da energia estática"	CA	"ele esquentou"	CA	"a moeda parece um ímã e o canudo como um ferro, onde o canudo vai a moeda vai atrás"	"ele gruda porque o canudo esquentar o alumínio tendo energia que puxa o ímã"

Figura 17: Categorização das respostas do experimento de processos de eletrização. Fonte: Elaborada pela Autora

De acordo com as respostas dos roteiros a maioria dos alunos foi constatado que apresentaram concepções parcialmente corretas, associando os fenômenos ocorridos em função da estática. E o restante apresentou concepções alternativas, as quais foram desconstruídas ao longo da aula. Diante disto foram apresentadas as concepções de cada turma, iniciando pelos grupos da turma da manhã e na sequência os grupos turma da tarde.

A turma da manhã, o grupo A nos experimentos de eletrização por atrito e contato, apresentaram concepções parcialmente corretas nas duas questões, pois em ambas responderam "o balão gruda por causa da eletricidade estática" e que "os papéis grudam no canudo por causa da eletricidade estática". Todos colocaram a mesma resposta, mesmo afirmando sobre eletricidade estática não explicaram como ocorre o processo de eletrização em ambos os experimentos. Já o experimento de eletrização por indução em ambas questões apresentaram concepções parcialmente corretas, na primeira questão "ele quis ficar junto com a moeda, por causa da estática" e que "eles ficam juntos por causa da estática". Todos colocaram a mesma resposta, porém relacionando o experimento com a estática não conseguiram explicar sobre o processo de eletrização por indução.

A turma da tarde, o grupo A' nos experimentos de eletrização por atrito e contato também apresentaram concepções parcialmente corretas na primeira questão todos afirmaram *“porque gera eletricidade estática”* e na outra questão três alunos apresentaram concepção alternativa *“porque o atrito do canudo gera força magnética”* e um aluno apresentou uma concepção parcialmente correta, respondendo *“foi a mesma coisa com o balão ocorreu uma ligação elétrica entre o balão e o cabelo a mesma coisa com o canudo e o papel”*. A partir desta afirmação é possível perceber que o aluno conseguiu relacionar o experimento a eletricidade estática, mas não conseguiu diferenciar os processos de eletrização. Em relação ao experimento de eletrização por indução em ambas questões todos apresentaram uma concepção alternativa afirmando *“por causa da atração magnética”* e *“a moeda virou um ímã e quando a ligação acabou a moeda desgrudou”*. É visível que o conhecimento prévio dos alunos em relação aos experimentos de eletricidade está relacionado com os fenômenos magnéticos.

O grupo B nos experimentos de eletrização por atrito e contato na primeira questão apresentaram uma concepção parcialmente correta pois todos afirmam que *“ele gruda, devido ao atrito que gera a eletricidade estática”*. E na segunda questão responderam que *“eles grudam relacionado ao atrito”*, ou seja, este grupo percebeu que com atrito do canudo, pode atrair os papéis, desta maneira evidenciando o processo de eletrização por contato. No experimento de eletrização por indução o grupo B, nas duas questões apresentaram concepções alternativas, todos responderam *“ele puxa a moeda devido ao magnetismo”* e *“gruda por causa do magnetismo”*, ambas respostas estão fora de foco, pois os alunos confundiram os fenômenos elétricos com o magnetismo.

O grupo B' nos experimentos de eletrização por atrito e contato todas apresentaram uma concepção correta na primeira questão respondendo *“o balão quando encostado no cabelo gruda isso ocorre por que os elétrons estão se movimentando”* e na segunda questão todas apresentaram uma concepção alternativa afirmando *“eles grudam no canudo, isso ocorre por causa do magnetismo”* isso mostra que em relação ao segundo os experimentos as alunas confundem os processos de eletrização com o magnetismo, evidenciando a falta de conhecimentos prévios. No experimento de eletrização por indução todas apresentaram uma concepção parcialmente correta afirmando *“a moeda se movimenta, se encosta no canudo”* e *“a moeda se encosta no canudo”* ambas respostas apenas afirmam o que aconteceu sem fazer relação do experimento com a troca de elétrons.

O grupo C nos experimentos de eletrização por atrito e contato na primeira questão não responderam, já a segunda apresentou uma concepção parcialmente correta, pois todos afirmaram *“de tanto esfregar o canudo com o papel, descobrimos que ao encostar o canudo nos papéis picados, todos os papéis grudam”*, o grupo explicou o fenômeno, porém não conseguiu associar com os processos de eletrização. Já em relação ao processo de eletrização por indução nas duas questões apresentaram concepções alternativas *“de tanto esfregar o guardanapo no canudo a moeda se afastou dele”* e *“a gente esfregou mais um pouco e a moeda grudou no canudo”*, o que aconteceu foi o contrário na primeira situação iria acontecer atração e depois repulsão.

O grupo C' nos experimentos de eletrização por atrito e contato todos apresentaram concepções corretas na primeira questão afirmando *“o cabelo fica grudado no balão, isso acontece devido a energia estática”* e na segunda questão apresentaram uma concepção parcialmente correta *“porque os papéis grudam no canudo, como um ímã. Por causa dos elétrons”*. Nessa última resposta os alunos atribuem o fato de os papéis ficarem grudados no canudo em função do magnetismo, não relacionando com a eletrostática. Já o experimento de eletrização por indução todos apresentaram uma concepção alternativa *“o calor do canudo atrai o alumínio para ficar grudado na moeda, praticamente se trata do magnetismo do ímã”* e a segunda questão não responderam.

O grupo D nos experimentos de eletrização por atrito e por contato apresentaram uma concepção parcialmente alternativa, todas afirmaram que *“os papéis grudam, por causa do atrito”*. Sendo a resposta muito superficial, não houve justificativa do fenômeno, já na segunda questão não responderam. No processo de eletrização por indução o grupo apresentou uma concepção alternativa, *“ela se afasta, pelo lado que está”* e *“ela gruda, por causa da sua carga positiva”*, o que acontece na primeira situação é a atração e o canudo induz a separação de cargas na moeda e após o contato ocorre a repulsão. Neste experimento todos colocaram a mesma resposta.

O grupo D' nos experimentos de eletrização por atrito e por contato apresentaram concepções parcialmente corretas todos os estudantes deste grupo afirmaram *“o cabelo é puxado pelo balão, por conta do atrito dos elétrons”* e *“acontece quando o canudo esquenta os papéis grudam por causa dos elétrons”* isso mostra que os alunos compreendem que existe uma troca de elétrons, porém não sabem diferenciar os processos de eletrização. Já o experimento de eletrização por indução apresentou concepções parcialmente corretas afirmando *“ele puxa a moeda de alumínio e se aproxima por causa da eletricidade”* e *“acontece que a moeda gruda por causa da troca de elétrons”* os

alunos atribuíram que a moeda gruda no canudo em função da troca de elétrons, porém não conseguiram diferenciar os experimentos de acordo com os processos de eletrização.

O grupo E nos experimentos de eletrização por atrito e por contato apresentaram concepções alternativas em todas as questões, todos os integrantes colocaram a mesma resposta *“tudo contém átomo e quando esfrega átomos forma ligações entre os materiais”*. Já no experimento de eletrização por indução o grupo não respondeu.

O grupo E' nos experimentos de eletrização por atrito e por contato apresentaram concepções alternativas nas duas questões afirmando *“isso acontece quando esfrega o balão no cabelo que aí fica um magnetismo no cabelo e no balão por causa dos elétrons”* e *“isso ocorre por causa do magnetismo que aí os papeis picados vão grudar no canudo”* é possível perceber que o grupo atribuiu o experimento ao magnetismo e não a eletricidade. E no experimento de indução também apresentaram concepções alternativas como a mesma resposta para as duas questões *“a moeda foi atraída pelo canudo, a energia no canudo atraiu a moeda”* sem se preocupar em explicar os conceitos envolvidos no experimento.

O grupo F nos experimentos de eletrização por atrito e por contato apresentaram concepções parcialmente corretas, todos afirmaram *“por causa da energia estática”*, porém não relacionaram o experimento com os processos de eletrização. Já na segunda questão apresentaram uma concepção alternativa respondendo que *“ele esquentou”* e isso não é coerente com o que ocorreu no experimento. No experimento do processo de eletrização por indução o grupo F nas duas questões apresentaram concepções alternativas, afirmando que *“a moeda parece um ímã e o canudo como um ferro, onde o canudo vai a moeda vai atrás”* e *“ele gruda porque o canudo esquenta o alumínio tendo energia que puxa o ímã”*. Em ambas as respostas os alunos confundiram os fenômenos elétricos com os fenômenos magnéticos.

Na sequência perguntou-se para que serve o fio terra? Um aluno respondeu, *“para os elétrons fugir”*. O aluno respondeu corretamente, porém foi comentado sobre a importância do fio terra em aparelhos eletrodomésticos no chuveiro entre outros. Novamente foram realizadas as perguntas problemas do início da aula. Percebeu-se que os alunos conseguiram responder que na primeira pergunta o carro ficou carregado negativamente e quando alguém encostou é como um fio terra. É importante destacar que a maioria dos alunos conseguiram associar este mesmo fenômeno em ambas as perguntas.

6.1.3 Terceiro encontro

A *revisão* iniciou-se com a realização do experimento sobre os diferentes brilhos de um led. Na primeira situação foi montado o circuito com um fio de cobre na (Figura 18 A), na segunda situação com um fio de níquel-cromo na (Figura 18 B). Este experimento foi utilizado como organizador prévio e buscou identificar as concepções prévias dos alunos sobre eletrodinâmica. Os grupos interagiram com os colegas e na sequência responderam os roteiros.

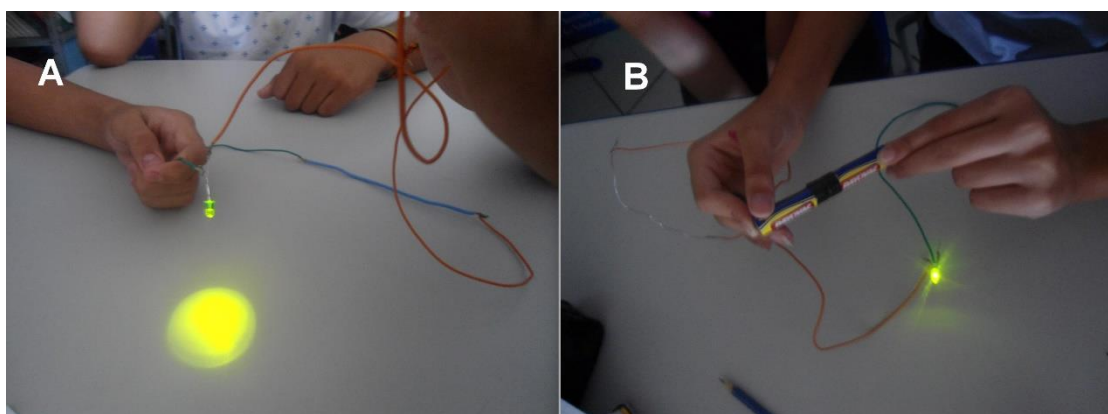


Figura 18: Experimento sobre diferentes brilhos de um led; A: Fio de cobre; B: Fio de níquel-cromo.
Fonte: Registrada pela Autora

Dando continuidade à aula expositiva dialogada, foi questionado os alunos o “*Por que pássaros não levam choque quando pousam em fios de alta tensão?*” Um estudante respondeu “*porque as patinhas dos pássaros possui uma proteção*”, outro falou “*porque os fios têm uma camada protetora*” ambos os alunos apresentaram concepções alternativas, mas no primeiro momento não foi respondido. Logo um outro aluno *falou* “*um dia eu vi um passarinho que encostou no fio e morreu*” a partir da afirmação do estudante foi instigado os outros colegas a pensarem o que havia de errado com as duas afirmações anteriores.

A *nova situação problema* iniciou-se com a discussão das concepções apresentadas no experimento de diferentes brilhos de um led, a primeira questão buscava identificar o que acontecia quando os fios do circuito eram conectados no fio de cobre e depois no fio de níquel cromo? Por que isso aconteceu? A segunda questão buscava saber se a diferença de seção transversal de cada fio, interferia no brilho do led? E porque isso aconteceu?

Em relação a primeira pergunta em ambos os fios a corrente irá passar e o led irá acender. Porém no fio de níquel cromo o brilho do led é menos intenso comparado ao brilho do led que está conectado no fio de cobre. Isso acontece devido o fio de níquel cromo apresentar mais resistência do que o fio de cobre, em função disto no fio que possui menor resistência irá permitir maior passagem de corrente e o brilho do led também será mais intenso. Em relação a segunda questão com certeza a área de seção transversal é o que irá definir a diferença de resistência entre os fios e consequentemente o brilho que os leds irão apresentar, mas levando em consideração que ambos os fios possuem o mesmo comprimento. E para facilitar a compreensão do processo de desconstrução das concepções alternativas apresentadas durante o experimento dos diferentes brilhos de led, foi exposto algumas respostas na (Figura 19).

Grupo	Concepção	Experimento diferentes brilhos dos leds (Questão 1)	Concepção	Experimento diferentes brilhos dos leds (Questão 2)
A (manhã)	CC	"com o fio mais grosso (azul) a luz ficou mais intensa, do que ficou com o fio mais fino"	CC	"o fio mais grosso passa mais elétrons"
A' (tarde)	CPC	"a lâmpada acende, porque o contato de um polo negativo com polo positivo gera energia"	CC	"sim porque o cobre conduz melhor a eletricidade"
B (manhã)	CPA	"quando conectado ao fio de cobre, a luz fica menos intensa. O fio de níquel cromo fica mais intenso, porque o níquel cromo tem mais carga"	CA	"sim, porque a de níquel passa mais energia do que o cobre. Portanto, a luz acende com mais intensidade"
B' (tarde)	CPA	"o led liga"	CA	"sim"
C (manhã)	CPC	"passo energia da pilha pelos fios a onde chega ao led, isso acontece por causa das cargas dos átomos que tem na pilha"	CPA	"não, porque usamos os dois fios e os dois não interferem o brilho do led"
C' (tarde)	CPC	"eles transmitem uma ótima energia, que se conectarmos a pilha ao led, ela acende, perfeitamente"	CPA	"sim dependendo da energia que se transmitirá. E se for boa ela acende com grande brilho"
D (manhã)	CA	"eles compartilham a energia entre si, porque o fio de cobre é neutro"	CPC	"porque uma passa mais elétrons que o outro"
D' (tarde)		Não fez		Não fez
E (manhã)	CC	"quando os fios são conectados a pilha e o led, ocorre uma troca de elétrons isso ocorre porque o fio de níquel cromo e o fio de cobre são condutores elétricos"	CPC	"quando conectada ao fio de cobre, o led ficou mais luminoso, porém duraria menos tempo acesa. A mesma quando conectado com o fio de níquel, ficou menos luminosa do que o processo anterior, porém duraria mais tempo acesa"
E' (tarde)		Não fez		Não fez
F (manhã)	CPC	"o led que é engatado no fio de cobre acende e fica uma luz mais forte. Enquanto o níquel cromo fica mais fraca. Isso acontece, pois o fio de cobre é mais potente"	CPC	"interfere porque o fio de cobre engatado no led e na pilha faz com que fique mais forte. E mesmo que se engatar o fio de níquel cromo a luz ficaria mais fraca"
F' (tarde)		Não fez		Não fez

Figura 19: Categorização das respostas do experimento de diferentes brilhos de led. Fonte: Elaborada pela Autora

Foi possível perceber que grande parte dos estudantes na primeira questão apresentaram uma concepção parcialmente correta afirmando que o led que estava no fio de cobre possuía mais luminosidade do que o fio de níquel-cromo, atribuíram que o fio de cobre era mais potente. Uma parte dos alunos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa afirmando que os leds acendiam em ambos os casos, mas sem responder como isso acontecia e o restante apresentou uma concepção alternativa no qual o brilho do led em ambas as situações era o mesmo.

Na segunda questão a maioria obteve a concepção parcialmente correta afirmando que sim em função de o fio de cobre passar mais elétrons ou associar que o fio de cobre seja mais potente. Outros estudantes apresentaram uma concepção parcialmente

alternativa apenas afirmando que área de cada fio influenciou, mas não explicaram por qual motivo isso ocorria. Diante disto foi exposto as categorizações obtidas de cada grupo composto pela turma da manhã e na sequência a turma da tarde.

No grupo A, na primeira questão, duas integrantes apresentaram uma concepção correta *“com o fio mais grosso (azul) a luz ficou mais intensa, do que ficou com o fio mais fino”*. Pois o fio de cobre permite a maior passagem de corrente, desta maneira o led fica mais iluminado no fio de cobre do que no fio de níquel cromo. Os outros dois alunos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa *“com o fio de cobre o brilho do led ficou mais fraco e com o fio de níquel cromo ficou mais forte, eu acho que por o fio ter mais elétrons que outros”*. Já na segunda questão todos apresentaram uma concepção correta afirmando que *“o fio mais grosso passa mais elétrons”*, os estudantes conseguiram relacionar que o fio mais grosso irá ter mais elétrons, pois passará mais corrente do que o fio de níquel cromo.

O grupo A', na primeira questão, apresentou uma concepção parcialmente correta afirmando *“a lâmpada acende, porque o contato de um polo negativo com polo positivo gera energia”*, o grupo deixou a resposta incompleta, apenas afirmando que em ambos os circuitos acenderiam sem fazer relações com os diferentes brilhos obtidos. Já a segunda questão todos obtiveram uma concepção correta *“sim porque o cobre conduz melhor a eletricidade”* os alunos atribuíram que o cobre conduzia melhor a eletricidade em função da sua área de seção transversal comparada com a área do fio de níquel cromo.

No grupo B, na primeira questão, todos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa, afirmando *“quando conectado ao fio de cobre, a luz fica menos intensa. O fio de níquel cromo fica mais intensa, porque o níquel cromo tem mais carga”*. Além de confundir o brilho e a intensidade do led ligado aos fios, atribuíram que o fio possui carga, o que não está de acordo com o conceito científico. Já a segunda questão todos apresentaram uma concepção alternativa afirmando *“sim, porque a de níquel passa mais energia do que o cobre. Portanto, a luz acende com mais intensidade”*. Os alunos não conseguiram relacionar que a seção transversal do fio de cobre permite que passe mais corrente elétrica do que o fio de níquel cromo.

No grupo B' todas colocaram a mesma resposta e apresentaram uma concepção parcialmente alternativa, afirmando *“o led liga”*. Não atribuíram diferenças de brilho nos diferentes fios do circuito. A segunda questão também todas apresentaram uma concepção alternativa afirmando apenas afirmando que *“sim”* sem definir qual seria a diferença do brilho dos leds.

No grupo C, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta afirmando “*passo energia da pilha pelos fios a onde chega ao led, isso acontece por causa das cargas dos átomos que tem na pilha*”. Mesmo apresentando o que havia acontecido, mas não relacionaram o brilho dos leds com diferentes fios. Na segunda questão apresentaram uma concepção parcialmente alternativa, e responderam “*não, porque usamos os dois fios e os dois não interferem o brilho do led*”. O fato de utilizar dois fios com diferentes áreas, faz com que um led brilhe mais que outro.

No grupo C’ todos os estudantes apresentaram na primeira questão uma concepção parcialmente correta afirmando “*eles transmitem uma ótima energia, que se conectarmos a pilha ao led, ela acende, perfeitamente*”. Este grupo também não conseguiu relacionar a diferença de brilho nos leds ao ser conectado em diferentes fios. Na outra questão todos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa, afirmando “*sim dependendo da energia que se transmitirá. E se for boa ela acende com grande brilho*”. Aqui o grupo atribui o fato de o led acender a qualidade da energia e não a diferença de área de cada fio.

O grupo D, na primeira questão, apresentou uma concepção alternativa, no qual todos os alunos afirmaram “*eles compartilham a energia entre si, porque o fio de cobre é neutro*”, os alunos não conseguiram explicar o que ocorreu no experimento. Na segunda questão apresentaram uma concepção parcialmente correta respondendo que “*porque uma passa mais elétrons que o outro*”. Realmente em um dos fios irá passar mais elétrons que o outro, porém não definiram qual seria o fio. Já o grupo D’ apenas realizou o experimento, mas não respondeu o roteiro.

No grupo E, na primeira questão, todos os alunos apresentaram uma concepção correta “*quando os fios são conectados a pilha e o led, ocorre uma troca de elétrons isso ocorre porque o fio de níquel cromo e o fio de cobre são condutores elétricos*”. O grupo afirmou corretamente o porquê o led acende em ambos os fios, porém não colocaram detalhes sobre o brilho do led. Na segunda questão todos colocaram a mesma resposta apresentando uma concepção parcialmente correta “*quando conectada ao fio de cobre, o led ficou mais luminoso, porém duraria menos tempo acesa. A mesma quando conectado com o fio de níquel, ficou menos luminosa do que o processo anterior, porém duraria mais tempo acesa*”. O grupo não relacionou a seção transversal do fio, mas conseguiu perceber que no fio de cobre passaria mais elétrons em função da corrente e o led ficaria aceso menos tempo, porque a carga da pilha gastaria mais rápido e que acontece o

contrário com o fio de níquel cromo. Já o grupo E' apenas realizou o experimento, mas não respondeu o roteiro.

No grupo F, na primeira questão, todos os integrantes colocaram a mesma resposta apresentando uma concepção parcialmente correta afirmando *“o led que é engatado no fio de cobre acende e fica uma luz mais forte. Enquanto o níquel cromo fica mais fraco. Isso acontece, pois o fio de cobre é mais potente”*. Os alunos atribuíram o brilho do led ser mais intenso no fio de cobre por ser mais potente não relacionando com a sua área. Na segunda questão todos apresentaram uma concepção parcialmente correta afirmando *“interfere porque o fio de cobre engatado no led e na pilha faz com que fique mais forte. E mesmo que se engatar o fio de níquel cromo a luz ficaria mais fraca”* o grupo consegue verificar que no fio de cobre o brilho ficará mais intenso comparado ao de níquel cromo só não atribuem esse fato a área dos fios. O grupo F' apenas realizou o experimento, mas não respondeu o roteiro.

Posteriormente abordou-se os condutores, suas características, os diferentes tipos de fio que conduzem corrente elétrica como o cobre, fio que é utilizado nas residências, bem como as diferentes seções transversais dos fios, ou seja, quanto maior a espessura do fio mais corrente passaria. Também foi abordado os conceitos de tensão elétrica, diferença de potencial, corrente elétrica e a resistência. Foi definido que a corrente elétrica possui um sentido real e convencional do movimento dos elétrons em um fio condutor conectado em uma pilha. A importância do resistor para limitar a passagem de corrente e evitar o aquecimento dos aparelhos, bem como equipamentos que funcionam a partir do aquecimento de sua resistência, como as lâmpadas incandescentes, o chuveiro, ferro de passar.

Na sequência abordou-se a primeira lei de Ohm, no qual a tensão é diretamente proporcional a resistência de um resistor e a corrente elétrica que percorre o fio condutor. Para isso realizou-se dois exemplos com os alunos sobre a primeira lei de Ohm e um exemplo sobre a parte conceitual. Dando continuidade à segunda lei de Ohm, a resistência é diretamente proporcional a resistividade do material e ao comprimento e inversamente proporcional a área de seção transversal, ou seja, quanto maior for a seção transversal do fio menor será sua resistência. Diante desta definição foi possível relacionar e questionar sobre a luminosidade dos dois leds quando conectado ao fio de cobre e outro ao fio de níquel-cromo e qual dos fios possuía maior resistência. Neste momento todos afirmaram corretamente que o fio de cobre iria apresentar mais brilho por apresentar menor resistência e passar mais corrente e o fio de níquel cromo apresentava maior resistência.

Aproveitando a discussão da segunda lei de Ohm questionou se era normal cortar a resistência do chuveiro quando queimava? A maioria respondeu que não era normal realizar esse procedimento, mas não tinham ideia do que poderia acontecer. Desta maneira foi relacionado com a segunda lei de Ohm, quando se corta a resistência acaba mudando a geometria da resistência fazendo com que o chuveiro fique com uma resistência menor e desta maneira corria o risco de acontecer um curto circuito.

Logo comentou-se sobre a associação em série, fazendo uma analogia com as lâmpadas de natal (pisca-pisca) e relacionando com a pergunta do questionário de concepções alternativas de eletromagnetismo, que buscava identificar o que aconteceria com a corrente elétrica se uma das lâmpadas queimar? Neste momento os estudantes apresentaram uma concepção correta afirmando que as outras lâmpadas iriam apagar porque não passaria mais corrente por elas, pois o caminho foi interrompido quando uma das lâmpadas queimou. Essa afirmação demonstra indícios de aprendizagem significativa, no qual o aluno consegue relacionar o novo conhecimento com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva, que já passou por diferenciações progressivas mudando seus conhecimentos prévios.

Em relação a questão foco que iniciou a abordagem da aula expositiva-dialogada foi refeita no final *“Por que pássaros que pousam em fios de alta tensão não levam choque?”* a maior parte dos alunos não conseguiu associar o conceito de tensão elétrica com corrente elétrica. Isso mostra que os conceitos novos de tensão não conseguiram realizar pontes cognitivas, o que mostra que é necessário utilizar mais organizadores prévios que privilegiem o conceito de tensão elétrica. Após questionou-se uma pergunta que foi abordada durante as aulas, *“o que causa o choque elétrico?”* A corrente elétrica ou a voltagem? Os alunos responderam que o que causa os efeitos é a corrente, porém tem que ter a voltagem para ter corrente. A partir deste momento foi relacionado essa situação com a questão foco dos pássaros. Um aluno afirmou *“o pássaro não leva choque porque a voltagem é baixa?”* A partir disto foi respondido que na verdade a diferença de potencial que passa entre as patas do pássaro é muito pequena, isso faz com que passe no corpo dele uma corrente incapaz de gerar os efeitos de um choque elétrico. E neste momento foi lembrado o exemplo do aluno que comentou no início da intervenção didática, afirmando que havia presenciado um pássaro morto no fio, logo uma aluna respondeu *“porque a diferença de potencial não era baixa”*, após a fala da aluna afirmou-se que o pássaro encostou apenas parte do seu corpo no fio de alta tensão e devido à alta diferença de potencial ele recebeu um choque e morreu. O que poderia ter sido diferente

se encostou as patinhas ao mesmo tempo no fio, deste modo seria baixa a diferença de potencial e o pássaro não levaria choque.

Para finalizar a sequência didática foi abordado sobre as formas de produção de energia, como exemplo: termoelétrica, hidrelétrica, eólica, solar, biomassa, nuclear e de maremotriz, sempre analisando se cada forma de energia poderia ser considerada limpa e sustentável para o meio ambiente, a cada tipo de produção de energia era questionado os alunos quanto a sua potencialidade.

6.1.4 Quarto encontro

Na *aula integradora* foi lembrado os conceitos abordados na aula anterior, dando ênfase para as formas de produção de energia e para isso foi realizado a leitura e discussão do artigo de divulgação científica sobre uma hidrelétrica em casa. Após os alunos participaram citando os principais conceitos que encontraram no artigo. Desta maneira esses conceitos foram listados no quadro e foi aproveitada a oportunidade para ensinar a fazer um mapa conceitual. Em duplas os alunos construíram seu próprio mapa conceitual sobre o mesmo artigo, porém deviam acrescentar mais conceitos e realizar mais ligações entre eles.

Na outra aula foi realizado a *avaliação somativa individual*, no qual os estudantes em sala receberam uma avaliação somativa, um trabalho sobre eletricidade, composta por quatro questões dissertativas e um cálculo sobre os conceitos abordados durante a intervenção didática de eletricidade. Os alunos podiam consultar seu material durante a realização do trabalho avaliativo.

Essa foi a primeira avaliação somativa individual de ambas as turmas, foi realizada ao final da intervenção didática da primeira UEPS, de eletricidade. A partir das respostas dos alunos, foi realizado a categorização das respostas e confeccionado duas tabelas com os dados, na sequência foi realizado a discussão dos dados apresentados, o total de alunos que responderam a avaliação somativa foram 54 estudantes.

A Tabela 8 é referente a turma de 9º ano da manhã composta por 29 alunos que estavam presentes no momento da avaliação somativa da UEPS de Eletricidade.

Concepções apresentadas na avaliação somativa de Eletricidade									
Questões	1	2	a)	b)	c)	d)	3	4	5

Concepção Correta	9		24	4	7	6	29		11
Concepção Parcialmente Correta	9		1	7	4	13		29	9
Concepção Parcialmente Alternativa	9			15	16	4			
Concepção Alternativa			4	2	1	3			7
Não fez	2			1	1	3			2

Tabela 8: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões da avaliação de Eletricidade da turma da manhã de acordo com o Gráfico 3.

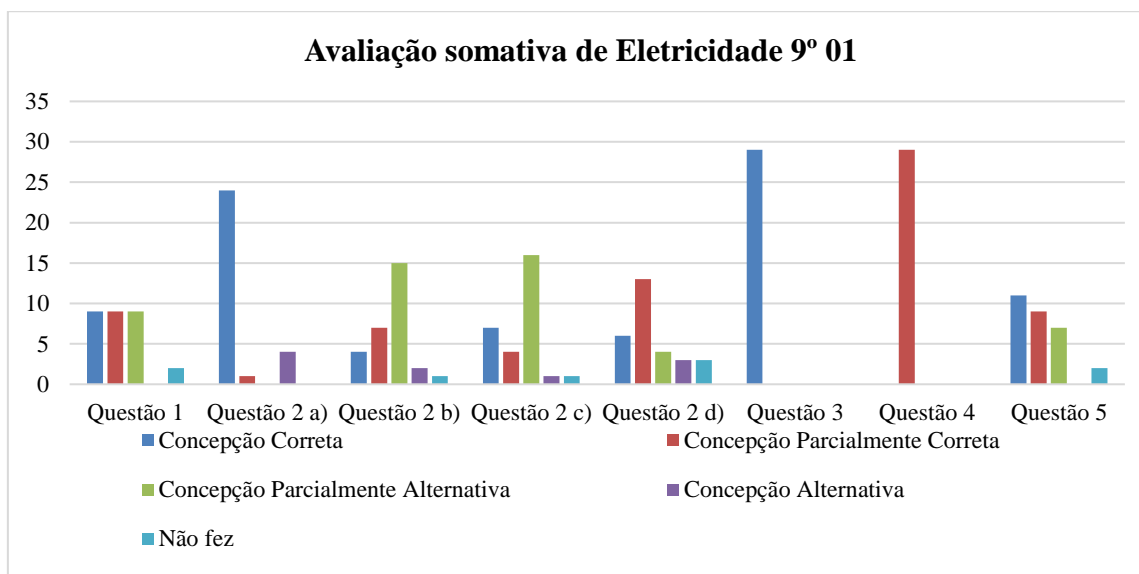


Gráfico 3: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora

A tabela 9 é referente a turma de 9º ano da tarde, composta por 25 alunos que estavam presentes no momento da avaliação somativa da UEPS de Eletricidade.

Concepções apresentadas na avaliação somativa de Eletricidade									
Questões	1	2	a)	b)	c)	d)	3	4	5
Concepção Correta	11		19	8	22	8	18	23	13
Concepção Parcialmente Correta	10			8	2	7	1		6
Concepção Parcialmente Alternativa	2			2		5	5		1
Concepção Alternativa	1		6	4		3	1		2
Não fez	1			3	1	2		2	3

Tabela 9: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões na avaliação somativa de Eletricidade da turma da tarde de acordo com o Gráfico 4.

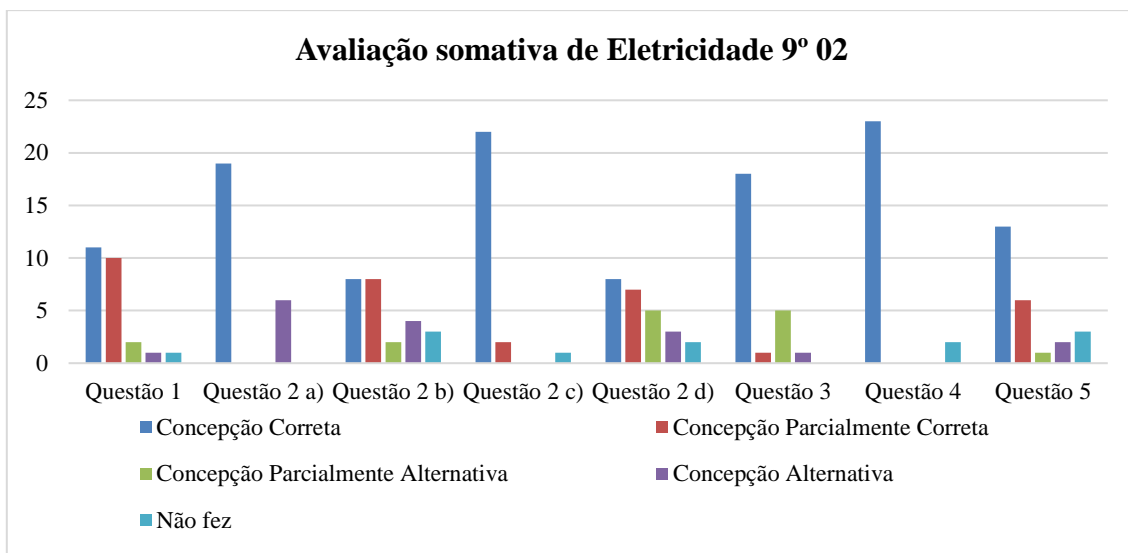


Gráfico 4: Características da avaliação somativa de eletricidade da turma da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora

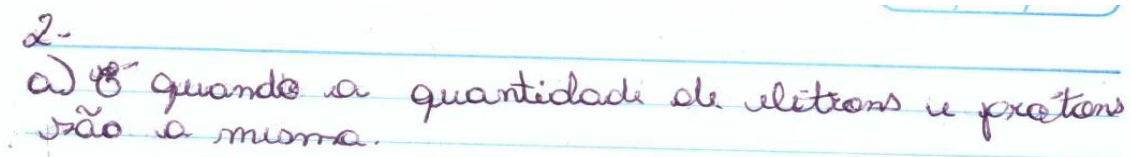
O processo de avaliação da aprendizagem dos alunos foi considerado em toda a intervenção didática, além dos roteiros experimentais, da participação nos momentos dos encontros foi necessário realizar uma avaliação somativa individual. Este possuía cinco questões e buscava identificar indícios de aprendizagem significativa. A avaliação está disponível em anexo no material de apoio ao professor.

A primeira questão estava relacionada ao processo de descarregamento de elétrons em um fio condutor. Sendo que 20 alunos apresentaram uma concepção correta na (Figura 20).

1) Quando um corpo está eletrizado, o fio verde de condutor para que os elétrons possam ir até o chão, existe o choque. Quando o carro está em movimento, sua lataria está sendo abastecida com o ar, isso faz com que o carro fique eletricamente carregado por atrito e para isso que serve o fio terra.

Figura 20: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora

E seguido de 19 alunos que obtiveram uma concepção parcialmente correta, desta maneira praticamente metade dos alunos das duas turmas apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa pois conseguiram estabelecer pontes cognitivas entre os novos saberes com os conhecimentos presente na sua estrutura cognitiva. A segunda questão estava dividida em quatro perguntas, a letra a), buscava saber sobre o conceito de corpo neutro, cerca de 43 alunos apresentaram uma concepção correta na (Figura 21).



2-
a) Quando a quantidade de elétrons e prótons são a mesma.

Figura 21: Concepção correta da questão 2 a). Fonte: Digitalizada pela Autora

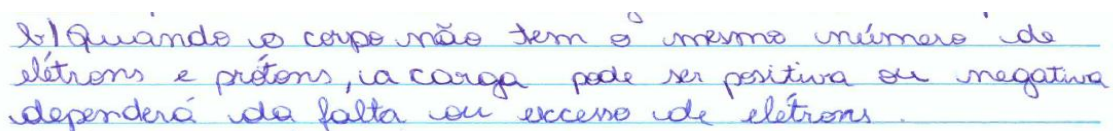
Essa resposta chamou a atenção porque os alunos conseguiram assimilar o conceito de corpo neutro bem como os processos de eletrização, que podem ser evidenciados nas questões seguintes. A questão b) buscava saber quais maneiras os corpos poderiam se eletrizar? Cerca de 17 alunos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa na (Figura 22).



b) Cargas do atrito

Figura 22: Concepção parcialmente alternativa da questão 2 b). Fonte: Digitalizada pela Autora

Esse tipo de resposta apresentada deve ter sido em virtude dos experimentos de processos de eletrização, o que foi mais comum para os alunos foi o processo de eletrização por atrito, desta maneira suprimiram os outros dois processos. Seguido por 15 alunos que apresentaram uma concepção parcialmente correta de acordo com a (Figura 23).



b) Quando o corpo não tem o mesmo número de elétrons e prótons, a carga pode ser positiva ou negativa dependendo da falta ou excesso de elétrons.

Figura 23: Concepção parcialmente correta da questão 2 b). Fonte: digitalizado pela Autora

A questão c) queria saber o que poderia acontecer quando dois corpos carregados são aproximados? Cerca de 29 alunos apresentaram uma concepção correta na (Figura 24).

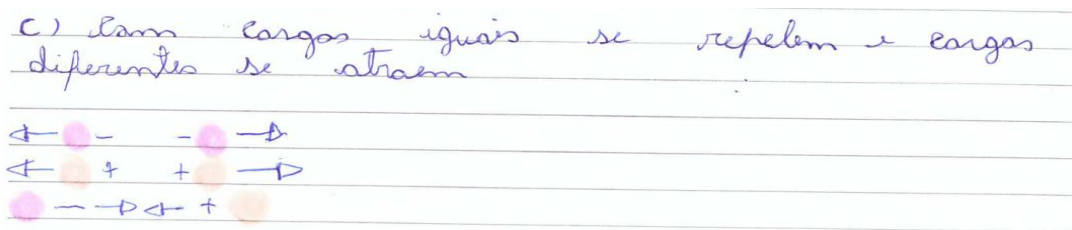


Figura 24: Concepção correta da questão 2 c). Fonte: Digitalizada pela Autora

É necessário levar em consideração os processos de eletrização os casos aos quais o corpo pode estar carregado positivamente ou negativamente, seguido de 16 alunos que apresentaram uma concepção parcialmente alternativa na (Figura 25).



Figura 25: Concepção parcialmente alternativa da questão 2 c). Fonte: Digitalizada pela Autora

A questão d) queria saber como os elétrons livres de uma maçaneta se comportam? A maioria dos alunos, cerca de 20 alunos apresentaram uma concepção parcialmente correta na (Figura 26).

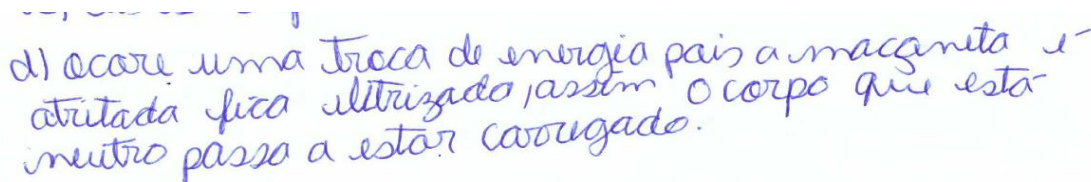
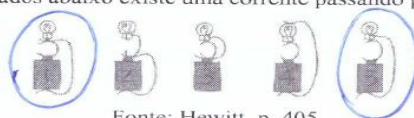


Figura 26: Concepção parcialmente correta da questão 2 d). Fonte: Digitalizada pela Autora

A terceira questão buscava identificar a função de quatro componentes elétricos, no qual tinha que relacionar os componentes com suas respectivas funções. Nesta questão quase todos acertaram, cerca de 47 alunos conseguiram associar a função da lâmpada, da pilha, do fio condutor e do interruptor. A quarta questão mostrava cinco modelos de circuitos e queria saber em qual deles poderia acender a lâmpada, nesta questão cerca de 29 alunos apresentaram uma concepção parcialmente correta, pois circularam uma das opções como a correta e outra errada. A grande maioria dos alunos responderam da mesma maneira, mas acabaram se confundindo, pois, o fato da conformidade dos fios serem semelhantes apenas diferenciando onde o fio é conectado na lâmpada da (Figura 27).

4- Em qual dos circuitos mostrados abaixo existe uma corrente passando pelo filamento da lâmpada?



Fonte: Hewitt, p. 405.

Figura 27: Concepção parcialmente correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora

A quinta questão estava relacionada a resolução de um exercício sobre a lei de Ohm, nesta questão cerca 24 estudantes conseguiram resolver o exercício corretamente de maneira completa, os critérios adotados foi a retirada de dados, a utilização correta da equação e a apresentação da conta.

6.2 Descrição e Análise da UEPS de Magnetismo

6.2.1 Quinto encontro

Nesta aula foi iniciada a segunda UEPS sobre magnetismo e para essa nova etapa iniciou-se a *situação inicial*, no qual foi aplicado o experimento da bússola caseira. Os alunos foram divididos em grupos e receberam o material e um roteiro acompanhado com duas questões para identificar os conhecimentos prévios. Durante a execução do experimento um aluno perguntou “a agulha aponta para o norte né professora” essa pergunta não foi respondida para não influenciar a resposta no questionário. Durante o experimento também foi distribuído bússolas para os estudantes comparar o funcionamento das suas bússolas caseiras na (Figura 28).

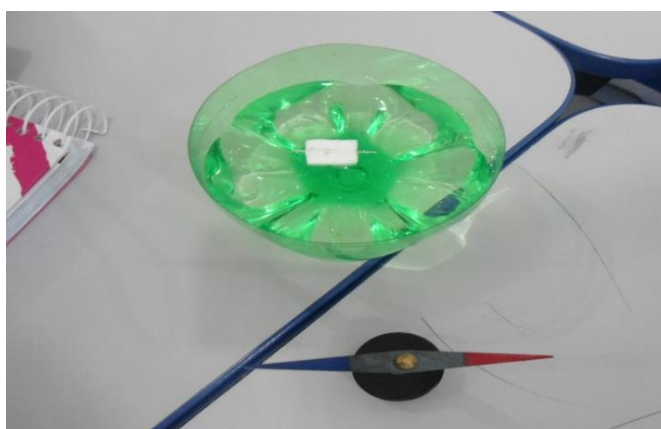


Figura 28: Experimento da bússola caseira. Fonte: Registrada pela Autora

De maneira geral os alunos se mostraram bem interessados em realizar o experimento, estavam sempre discutindo em seus grupos. Na sequência foi iniciado a exposição oral sobre magnetismo para isto foi apresentado um vídeo sobre Aurora Boreal, com o objetivo de mostrar aos alunos como esses fenômenos físicos acontecem e com estão relacionados com o campo magnético terrestre.

O campo magnético terrestre nos protege da radiação e dos ventos solares provenientes do sol. Os alunos acharam interessante o fenômeno físico, e conseguiram associar o porquê as auroras acontecem nos pólos da Terra. A Terra é como um ímã gigante e possui um campo magnético ao qual é contrário aos pólos geográficos, ou seja, o pólo sul geográfico fica próximo ao pólo norte magnético e pólo norte geográfico é próximo ao pólo sul magnético, para isto foi necessário utilizar um globo terrestre para ilustrar a abordagem.

6.2.2 *Sexto encontro*

A *situação problema* foi iniciada a partir dos conceitos abordados na aula anterior, bem como o princípio físico envolvido na formação das auroras boreais. Foi dada continuidade a exposição oral e também foi discutido sobre o funcionamento da bússola caseira, para desconstruir algumas concepções apresentadas no roteiro. A primeira questão buscava saber o que acontecia com a agulha da bússola? Por que ela sempre se posiciona na mesma direção? A agulha sempre irá ficar na mesma posição, isso ocorreu porque a agulha agora é um ímã, irá se alinhar com o campo magnético terrestre. E a segunda questão buscava saber se virar de lado a bússola ela se alinhará novamente? Por quê? Sim, pois a agulha imantada irá se alinhar com o campo magnético terrestre, mesmo virando de lado ela irá voltar a sua posição inicial de alinhamento. E para facilitar a compreensão do processo de desconstrução das concepções alternativas durante o experimento da bússola caseira foi apresentado de maneira detalhada algumas respostas na (Figura 29).

Grupo	Concepção	Experimento bússola caseira (Questão 1)	Concepção	Experimento bússola caseira (Questão 2)
A (manhã)	CPC	<i>“ela vai de encontro ao norte, porque o eletromagnetismo sempre avança para o norte”</i>	CPC	<i>“sim, ela retorna a sua direção, ou seja, pelo fato de o eletromagnetismo sempre avançar para o norte”</i>
A' (tarde)	CPC	<i>“ela foi atraída para o Norte. Por causa da atração magnética natural da terra”</i>	CC	<i>“Sim. Porque a atração magnética natural da terra é mais forte no Norte”</i>
B (manhã)	CC	<i>“ela girou e ficou em uma posição por causa da magnetização dos polos (norte, sul) e o campo magnético da terra”</i>	CC	<i>“sim, por causa dos polos e do campo magnético”</i>
B' (tarde)	CPC	<i>“ela virou para o sul e a outra parte passa para o norte”</i>	CPC	<i>“porque o magnetismo atrai os polos”</i>
C (manhã)	CC	<i>“ela vai para um lado só, ela volta por causa do campo magnetizado”</i>	CC	<i>“sim, porque o campo magnético da terra a empurra para um lugar só”</i>
C' (tarde)	CPC	<i>“ela se direciona ao norte, por causa da força magnética que puxa a agulha para o norte”</i>	CPC	<i>“sim, por causa da força”</i>
D (manhã)	CPC	<i>“apontar para o norte, porque no norte tem mais magnetismo”</i>	CPC	<i>“sim, por causa do magnetismo”</i>
D' (tarde)	CPA	<i>“a bússola acaba se mexendo. Por causa da força puxada do Norte”</i>	CPA	<i>“sim, porque ela se alinha com a força do norte. E aí ela acaba voltando ao lugar de origem”</i>
E (manhã)	CPA	<i>“apontou para o norte por causa da pressão magnética da terra”</i>		Não fez
E' (tarde)		Não fez		Não fez
F (manhã)	CC	<i>“ela ficou indo para uma direção só, ela volta para o mesmo lugar por causa do campo magnético da terra”</i>	CC	<i>“sim, o campo magnético da terra empurra a agulha pro mesmo lugar”</i>
F' (tarde)		Não fez		Não fez

Figura 29: Categorização das respostas do experimento da bússola caseira. Fonte: Elaborada pela Autora

Verificou-se que em relação a primeira questão que uma parte dos alunos apresentou concepção correta afirmando que a bússola sempre volta para a mesma posição em função da orientação com o campo magnético terrestre e a grande maioria apresentou uma concepção parcialmente correta, pois afirmaram que a bússola sempre volta para a mesma posição mas atribuíram isso a força magnética exercida pelo norte magnético da Terra. Já em relação a segunda questão todos apresentaram uma concepção correta afirmando que isso acontece em função do campo magnético terrestre atuar sobre a orientação da bússola.

O grupo A, na primeira questão, apresentou uma concepção parcialmente correta *“ela vai de encontro ao norte, porque o eletromagnetismo sempre avança para o norte”* os integrantes do grupo atribuem o fato de a agulha se alinhar aos pólos magnéticos diretamente ao norte sem considerar o polo sul. E a segunda questão também apresentou uma concepção parcialmente correta *“sim, ela retorna a sua direção, ou seja, pelo fato de o eletromagnetismo sempre avançar para o norte”* os estudantes conseguiram perceber que a agulha imantada retorna a sua posição de origem pois a mesma está alinhada com o campo magnético terrestre.

O grupo A', na primeira questão, apresentou uma concepção parcialmente correta *“ela foi atraída para o Norte. Por causa da atração magnética natural da terra”* os alunos confundem ao afirmam que o polo norte é mais forte, pelo fato das linhas de campo saírem do polo norte e entrarem no polo sul. A segunda questão também apresentou uma concepção parcialmente correta *“Sim. Porque a atração magnética natural da terra é mais forte no Norte”* essa afirmação reforça o que foi comentado anteriormente sobre os polos magnéticos.

No grupo B, na primeira questão, apresentaram uma concepção correta “*ela girou e ficou em uma posição por causa da magnetização dos polos (norte, sul) e o campo magnético da terra*” todos os estudantes colocaram a mesma resposta, foi possível perceber que relacionaram o movimento da agulha com a interação do campo magnético da Terra. E a segunda questão também apresentaram uma concepção correta “*sim, por causa dos polos e do campo magnético*” essa resposta corrobora a afirmação da primeira questão.

No grupo B’, na primeira questão, apresentaram uma concepção parcialmente correta “*ela virou para o sul e a outra parte passa para o norte*” as estudantes apenas afirmam o que houve com a agulha sem explicar mais detalhes sobre o que gerou esse movimento. A segunda questão também apresentou uma concepção parcialmente correta “*porque o magnetismo atrai os pólos*” relacionaram que o magnetismo terrestre atrai os pólos da agulha magnetizada.

O grupo C na primeira questão apresentaram uma concepção correta “*ela vai para um lado só, ela volta por causa do campo magnetizado*” os alunos deste grupo perceberam a existência de um campo magnético estar interagindo com a agulha imantada. A segunda questão apresentou uma concepção correta “*sim, porque o campo magnético da terra a empurra para um lugar só*” essa resposta reforça a afirmação da questão anterior.

No grupo C’, na primeira questão, apresentaram uma concepção parcialmente correta “*ela se direciona ao norte, por causa da força magnética que puxa a agulha para o norte*” os alunos afirmam que o alinhamento da agulha está relacionada a força magnética que a orienta para norte sem considerar o polo sul. E a segunda questão também apresentaram uma concepção parcialmente correta “*sim, por causa da força*” os integrantes do grupo sabem que existe uma força que interage com a agulha, mas não sabem explicar a característica desta força magnética.

No grupo D, na primeira questão, apresentaram uma concepção parcialmente correta “*apontar para o norte, porque no norte tem mais magnetismo*” o grupo considera apenas o polo norte por ter mais magnetismo comparado ao polo sul. E a segunda questão também apresentaram uma concepção parcialmente correta “*sim, por causa do magnetismo*” mas não conseguem relacionar com o campo magnético terrestre.

O grupo D’ na primeira questão apresentaram uma concepção parcialmente alternativa “*a bússola acaba se mexendo. Por causa da força puxada do Norte*” os estudantes sabem que existe uma força que interage com a agulha, mas não conseguem

explicar e a resposta fica incompleta. Na segunda questão também apresentaram uma concepção parcialmente alternativa “*sim, porque ela se alinha com a força do norte. E aí ela acaba voltando ao lugar de origem*” essa afirmação reforça a resposta da primeira questão.

No grupo E, na primeira questão, apresentaram uma concepção parcialmente alternativa “*apontou para o norte por causa da pressão magnética da terra*” as alunas acabam confundindo a força magnética com uma pressão magnética deixando a resposta incompleta. E a segunda questão as integrantes não responderam. O grupo E’ realizou o experimento, mas não respondeu o roteiro.

No grupo F, na primeira questão, apresentaram uma concepção correta “*ela ficou indo para uma direção só, ela volta para o mesmo lugar por causa do campo magnético da terra*” as alunas responderam corretamente atribuindo a movimentação da agulha com a interação do campo magnético terrestre. A segunda questão também apresentou uma concepção correta “*sim, o campo magnético da terra empurra a agulha pro mesmo lugar*” essa resposta corrobora a afirmação da primeira questão. O grupo F’ realizou o experimento, mas não respondeu o roteiro.

Após a discussão foi possível identificar que os estudantes perceberam que a agulha da bússola sempre voltava para a posição inicial, por mais que fosse mudada de posição. Neste momento foi questionado aos alunos o porquê da mudança de posição da bússola um aluno respondeu “*está relacionada ao magnetismo, e outro complementou tem uma força que faz a agulha voltar*”.

Dando continuidade, foi abordado sobre os pontos cardeais e a função da bússola para se orientar, no qual não foi respondido de imediato. Para isto, foi necessário abordar algumas características importantes relacionadas aos ímãs. A primeira delas foi questionar o porquê os ímãs não atraem o ouro se é um metal? Um aluno falou, “*porque tem algum material no ouro que o ímã não atrai*”. A partir disto foi comentado que nem todos os metais são atraídos pelos ímãs, isso mostra que os materiais devem ter algumas características para ocorrer a atração magnética. Os ímãs possuem dois pólos magnéticos, um pólo sul e um pólo norte, e mesmo um ímã quebrado continua tendo dois polos independente do seu tamanho. E o ímã quebrado continua exercendo atração por alguns metais como as moedas e possui força de atração e repulsão, colocados a uma certa distância.

Foi questionado aos alunos porque os ímãs são encontrados nos aparelhos elétricos? Um aluno respondeu que no alto falante já tirou um ímã, foi questionado a todos

da importância dos ímãs e os locais que estão presentes como no disco rígido de computadores, nos motores elétricos, nos fones de ouvido, nos carros e cartão de crédito, os ímãs desempenham uma importante função para os aparelhos utilizados no cotidiano. Neste momento os alunos sabiam que os ímãs estavam presentes no seu cotidiano, porém não conseguiram associar sua função associando ao eletromagnetismo.

6.2.3 Sétimo encontro

Essa etapa foi a *revisão*, sendo lembrados os conceitos abordados nas aulas anteriores, na sequência foi discutido sobre os ímãs naturais, bem como o contexto histórico da criação da bússola chinesa e suas aplicações, que no início não havia estudo científico apenas com caráter de curiosidade, não sendo estudado os fenômenos magnéticos associados a ela.

Comentou-se sobre os ímãs artificiais os que são feitos de ferrite, e são produzidos por fábricas, e suas diversas aplicações no cotidiano. Foi comentado sobre o processo de imantação da agulha para a realização do experimento da bússola caseira, no qual anteriormente possuía seus domínios magnéticos desorientados e após o processo de imantação seus domínios magnéticos ficam orientados, passando a se comportar como um ímã. Para dar sequência à discussão foi abordado sobre os materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos. Para destacar os ferromagnéticos foi comentado sobre o ferro, algumas ligas metálicas compostas nas moedas, ou seja, estes materiais possuem os domínios magnéticos orientados na presença de um campo magnético acabam se atraindo fortemente. Já os paramagnéticos são materiais com seus domínios magnéticos pouco orientados, como por exemplo o alumínio, o plástico. E os materiais diamagnéticos seus domínios magnéticos estão totalmente desorientados, a água o ouro por exemplo são características destes materiais.

Na sequência foi realizado a *nova situação problema* com as demonstrações utilizando ímãs e limalha de ferro. Os alunos se mostraram muito interessados em realizar a atividade, foi o momento de visualizar as linhas de campo a interação da força magnética de atração e repulsão entre ímãs colocando-os próximos um do outro como na (Figura 30 A), foi aproximado dos ímãs materiais ferromagnéticos na (Figura 30 B), diamagnético e paramagnético para que os alunos pudessem observar em quais materiais ocorria atração.

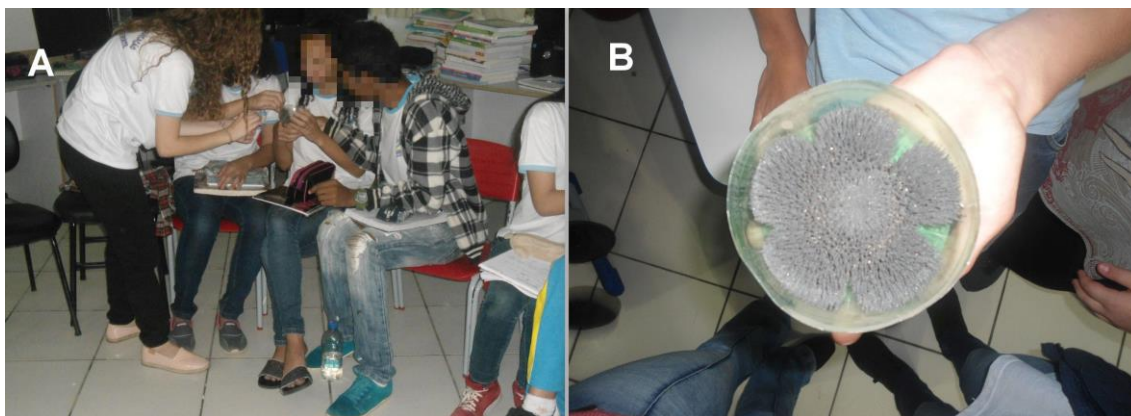


Figura 30: Apresentação dos ímãs; A: Interação com ímãs; B: Ímã e limalha de ferro. Fonte: Registrada pela Autora

Outra característica que os alunos conseguiram evidenciar foi sobre as interações entre os pólos magnéticos de um ímã, entre os pólos norte e norte, sul e sul ocorre uma força de repulsão e o polo sul e polo norte acabam exercendo uma força de atração. Foi questionado se acaso um ímã ser partido o que aconteceria um aluno respondeu “*ele continua atraindo o ferro*”. Neste sentido foi comentado que se independentemente do tamanho que o ímã for quebrado continuará existindo dois pólos.

Os alunos compreenderam o comportamento das linhas de campo, no qual as linhas saem do polo norte e entram no polo sul. Quando foi mostrado duas imagens e questionado quais delas estava correta a maioria dos alunos acertou, e foi questionado o porquê a imagem estava correta, um aluno falou, “*a segunda imagem está correta porque as linhas de campo saem do polo norte entram no polo sul, e na primeira só mostra o ímã com apenas um polo*”.

Foi questionado sobre o funcionamento da bússola, ou seja, a pergunta norteadora da sequência didática. Neste momento esperava-se que os alunos conseguissem responder, mas percebeu-se que ainda apresentavam uma certa dificuldade em associar a orientação da bússola com o campo magnético terrestre. Logo uma aluna respondeu, “*a agulha da bússola é um ímã com polo norte e polo sul, então a parte sul da agulha é atraída pelo norte magnético que coincidentemente é o sul geográfico*”. Essa aluna respondeu corretamente e outros alunos também conseguiram associar, porém a maioria ainda demonstrava dificuldades em explicar sobre a orientação da bússola. Os estudantes sabiam que a bússola se orientava com o campo magnético terrestre, porém não conseguiam explicar com clareza. Foi comentado sobre a importância do campo magnético terrestre para o planeta e desta maneira finalizada a exposição oral sobre magnetismo.

6.2.4 Oitavo encontro

Nesta aula foi a *aula integradora* sendo lembrado os conceitos abordados nas aulas anteriores bem como foi discutido as demonstrações com os ímãs evidenciando a força magnética e o campo magnético. Na sequência foi distribuído o artigo intitulado “curiosidade magnética” que aborda sobre as características dos ímãs e como a bússola se orienta. Desta maneira foi realizado a leitura e discussão do artigo e na sequência os alunos confeccionaram seu mapa conceitual.

Posteriormente foi realizado a *avaliação somativa individual* em sala o trabalho foi sobre magnetismo, composta por cinco questões sobre os conceitos abordados durante a intervenção didática. Os estudantes podiam consultar seu material durante a realização da avaliação somativa individual. Essa foi a última atividade realizada na UEPS sobre magnetismo.

Após a realização da avaliação somativa individual da segunda UEPS sobre Magnetismo foi realizada a categorização das turmas e montado duas tabelas com os dados, na sequência foi realizado a discussão dos dados apresentados, o total de alunos que responderam a avaliação somativa individual foram 44 alunos.

A tabela 10 é referente a turma de 9º ano da manhã composta por 26 alunos que estavam presentes no momento da avaliação somativa da UEPS de Magnetismo.

Concepções apresentadas na avaliação somativa de Magnetismo									
Questões	1	2	3	a)	b)	c)	d)	4	5
Concepção Correta	7	10		14	8	26	16	15	17
Concepção Parcialmente Correta	11	6		4	14				3
Concepção Parcialmente Alternativa	6	10		3	3			2	5
Concepção Alternativa	2			3			7	8	
Não fez				2	1		3	1	1

Tabela 10: Características da avaliação somativa de Magnetismo da turma da manhã. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões da avaliação somativa de Magnetismo da turma da manhã de acordo com o Gráfico 5.

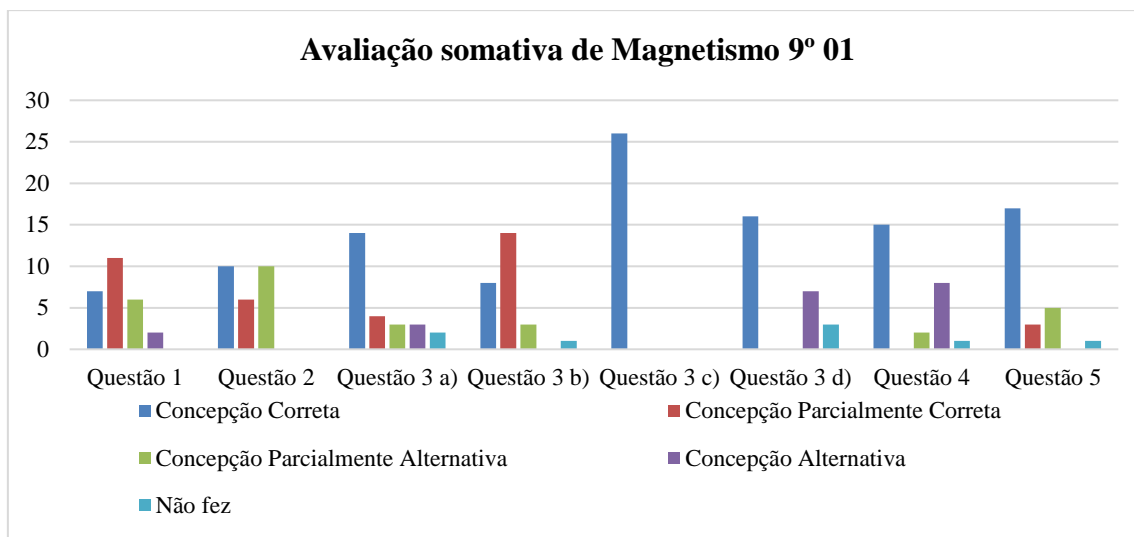


Gráfico 5: Características da avaliação somativa de Magnetismo pela turma da manhã. Fonte: Elaborado pela Autora

A tabela 11 é referente a turma de 9º ano da tarde, composta por 18 alunos que estavam presentes no momento da avaliação somativa da UEPS de Magnetismo.

Concepções apresentadas na avaliação somativa de Magnetismo									
Questões	1	2	3	a)	b)	c)	d)	4	5
Concepção Correta	10	7		12	5	18	14	15	9
Concepção Parcialmente Correta	4	2		2	10		3		3
Concepção Parcialmente alternativa	2	5						1	3
Concepção Alternativa	1			1	1			2	
Não fez	1	4		3	2		1		3

Tabela 11: Características da avaliação somativa de Magnetismo da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões da avaliação somativa de Magnetismo da turma da tarde conforme o Gráfico 6.

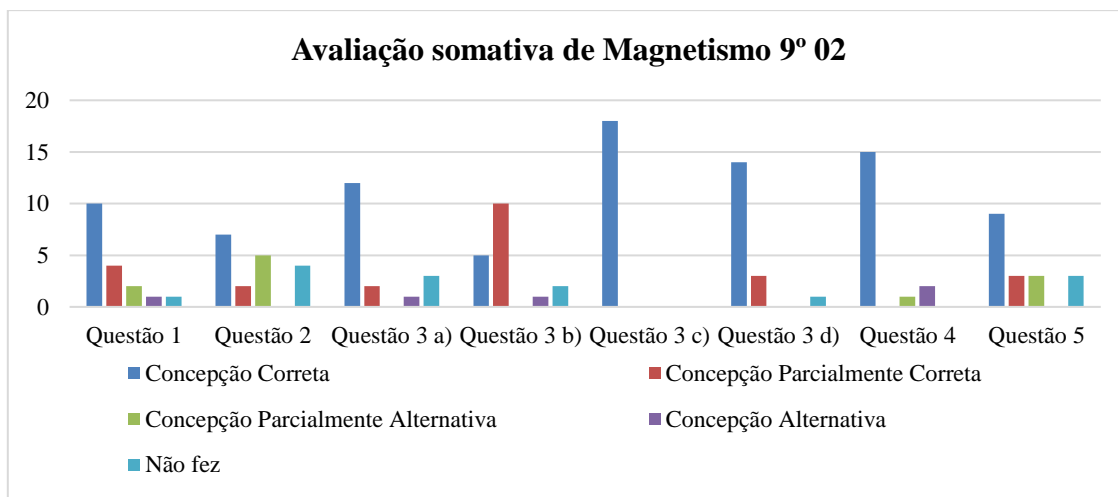


Gráfico 6: Características da avaliação somativa de Magnetismo pela turma da tarde. Fonte: Elaborado pela Autora

O processo de avaliação da aprendizagem dos alunos sempre foi considerado em toda a intervenção didática, além dos roteiros experimentais, da participação nos momentos dos encontros, mas também foi necessário realizar avaliação somativa individual. Essa foi constituída de cinco questões e buscava identificar indícios de aprendizagem significativa. A avaliação está em anexo disponível no material de apoio ao professor.

A primeira questão estava relacionada ao fato de um ímã atrair uma agulha ou um clipe metálico e não um lápis de madeira. Cerca de 17 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 31).

1- A agulha e o clipe de papel (metálico) são objetos ferromagnéticos, ou seja, possuem seus domínios magnéticos orientados, ou seja, são atraídos pelo ímã.
O lápis de madeira é um objeto paramagnético (ou diamagnético), ou seja, possuem seus domínios magnéticos desorientados, logo não se atraem.

Figura 31: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora

Nesta questão foi possível perceber que os alunos conseguiram realizar o processo de reconciliação integradora dos novos conceitos sobre as características dos materiais magnéticos. Isso pode ser verificado quando o aluno afirma que o alinhamento dos domínios magnéticos presentes no metal é responsável pela atração e como a madeira é um material diamagnético não ocorrerá a atração. Seguido de 15 estudantes que apresentaram uma concepção parcialmente correta como na (Figura 32).

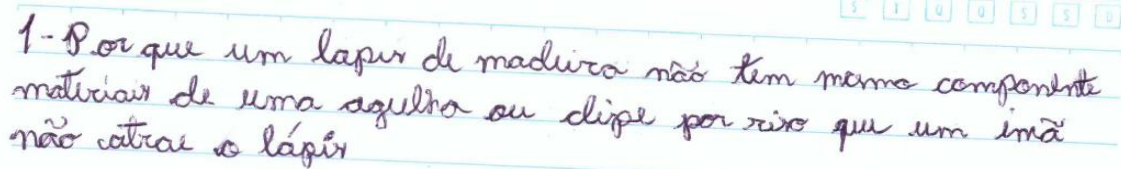
A handwritten student answer in blue ink on lined paper. The text reads: "1- Porque um lapis de madeira não tem mesmo componente materiais de uma agulha ou clipe por isso que um ímã não atrai o lapis". There are small colored boxes at the top right of the page.

Figura 32: Concepção parcialmente correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora

Diante disto verifica-se que os alunos conseguiram compreender que o ímã atrai materiais ferromagnéticos em função das suas propriedades com os domínios magnéticos bem alinhados. A segunda questão buscava saber como uma bússola se orienta com o campo magnético terrestre. Novamente 17 alunos apresentaram uma concepção correta como mostra a (Figura 33).

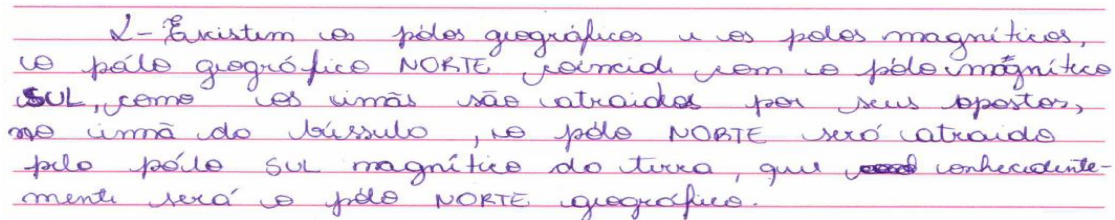
A handwritten student answer in blue ink on lined paper. The text reads: "2- Existem os polos geográficos e os polos magnéticos, o polo geográfico NORTE coincide com o polo magnético SUL, como os ímãs não são atraídos por seus opostos, no ímã do bússola, o polo NORTE só é atraído pelo polo SUL magnético da terra, que ~~está~~ consequentemente está o polo NORTE geográfico." There are small colored boxes at the top right of the page.

Figura 33: Concepção correta da questão 2. Fonte: Digitalizado pela Autora

Diante da resposta é possível perceber que a aluna conseguiu relacionar a interação da bússola com o campo magnético terrestre, no qual a bússola aponta para o norte geográfico, que é o sul magnético de maneira que mostra a interação magnética. Mas 15 alunos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa afirmando que a bússola se orienta apontando para o norte e sul geográfico, não fazendo relações entre a interação do campo magnético terrestre com a bússola. Esse tipo de resposta mostra que alguns alunos não estavam pré dispostos a aprender no momento do experimento sobre a bússola caseira.

A terceira questão estava dividida em alternativas de a) até d). A questão era para realizar a correção das questões que estavam erradas e reescrever corretamente. Em relação a questão a) afirmava que o polo sul geográfico coincidia com o polo sul magnético da Terra, essa questão estava errada e cerca de 26 alunos reescreveram corretamente. Seguido de 6 alunos que apresentaram uma resposta parcialmente alternativa. A letra b) buscava saber se os ímãs atraíam qualquer tipo de objeto. Nesta

questão foram 24 alunos que apresentaram uma concepção parcialmente correta de acordo com a (Figura 34).



se) não atraem qualquer um, só os que possuem magnetismo e do preferência que sejam de metal

Figura 34: Resposta parcialmente completa da questão 3 b). Fonte: Digitalizada pela Autora

Essa questão apresentou maior quantidade de concepções parcialmente correta pois os alunos afirmam que o ímã atrai apenas metal. Uma vez que nem todos os metais são atraídos pelos ímãs, como os materiais paramagnéticos. A resposta esperada seria que os ímãs apenas atraem materiais ferromagnéticos e este tipo de concepção foi apresentada por 13 estudantes. A letra c) afirmava que a Terra possui pólos magnéticos, nesta questão todos os 44 alunos acertaram.

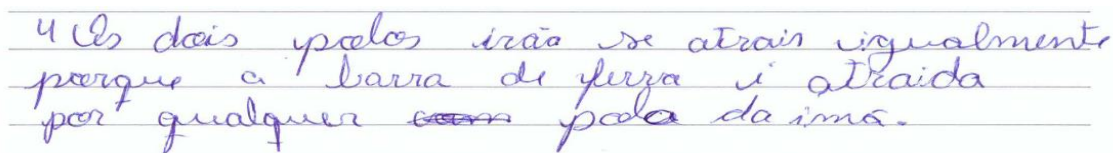
A letra d) buscava saber se acaso partir um ímã ao meio este iria originar um pedaço com somente polo norte e outro com somente polo sul. Nesta questão cerca de 30 alunos apresentaram uma concepção correta na (Figura 35).



d) ambos os pedaços terão polo Norte e Sul

Figura 35: Concepção correta da questão 3 d). Fonte: Digitalizada pela Autora

A partir desta afirmação é possível verificar que os alunos conseguiram definir o conceito de pólos magnéticos. A quarta questão buscava identificar o comportamento e a interação de uma barra de ferro colocada em uma primeira situação na proximidade de um ímã com o polo norte e depois no polo sul. Nesta questão cerca de 30 alunos apresentaram a resposta correta como na (Figura 36).



4 Os dois polos irão se atrair igualmente porque a barra de ferro é atraída por qualquer um polo da imã.

Figura 36: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora

Foi possível perceber que a maioria dos alunos conseguiram relacionar o novo conhecimento com os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do aluno, pois durante a intervenção didática foi demonstrado a interação dos ímãs com outros materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos, desta forma os alunos demonstraram indícios de uma aprendizagem ao aproximar uma barra de ferro em qualquer um dos pólos de um ímã haveria atração.

A quinta questão buscava saber sobre a representação das linhas de campo entre dois pares de ímãs, na situação A havia dois ímãs próximos com pólos iguais e na situação B havia dois ímãs próximos com pólos opostos. Cerca de 26 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 37).

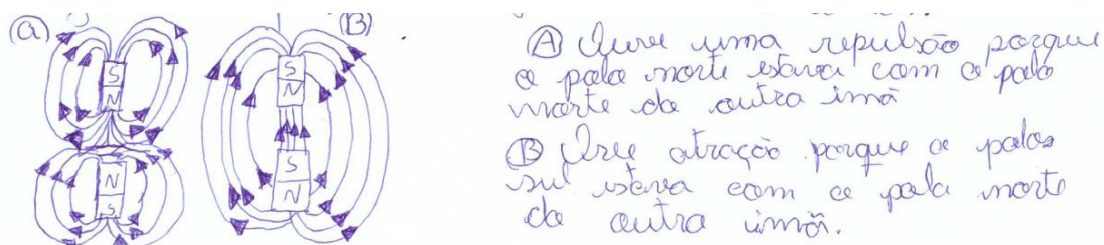


Figura 37: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora

Essa questão mostra que ao longo da intervenção didática ocorreu a reconciliação integradora dos conceitos relacionados ao magnetismo, pois os alunos conseguiram ao longo do processo de ensino aprendizagem diferenciar algumas inconsistências e reconciliar os conceitos de magnetismo de maneira que conseguem escrever corretamente a interação entre os ímãs, porém alguns se confundiram no sentido de representar corretamente as linhas de campo magnético que sempre saem do polo norte e entram no polo sul do ímã.

6.3 Descrição e Análise da UEPS de Eletromagnetismo

6.3.1 Nono encontro

Nesta aula foi iniciado a terceira UEPS que aborda o eletromagnetismo, iniciando com a *situação inicial* a partir da discussão sobre as formas de produção de energia, entre elas as formas de energia renovável e consideradas limpas para o meio ambiente. Foram discutidas cada uma de maneira detalhada. O eletroímã é constituído basicamente por fio

condutor formando diversas voltas enrolado em um núcleo de material ferromagnético como ferro ou aço, cada volta é denominada espira elas devem estar concêntricas formando uma bobina [LOPES 2009].

Na sequência foi realizado o experimento sobre o eletroímã caseiro os alunos foram divididos em grupos e receberam o material e um roteiro acompanhado com quatro questões para identificar os conhecimentos prévios. Os alunos se mostraram bastante interessados em realizar a atividade, quando foi solicitado que aproximassem da limalha de ferro o eletroímã observado na (Figura 38 A), e ficaram surpresos, um aluno perguntou, “é como se fosse um ímã”. Logo foi solicitado que espalhassem a limalha de ferro sobre o papel para observarem a formação das linhas de campo como na (Figura 38 B).

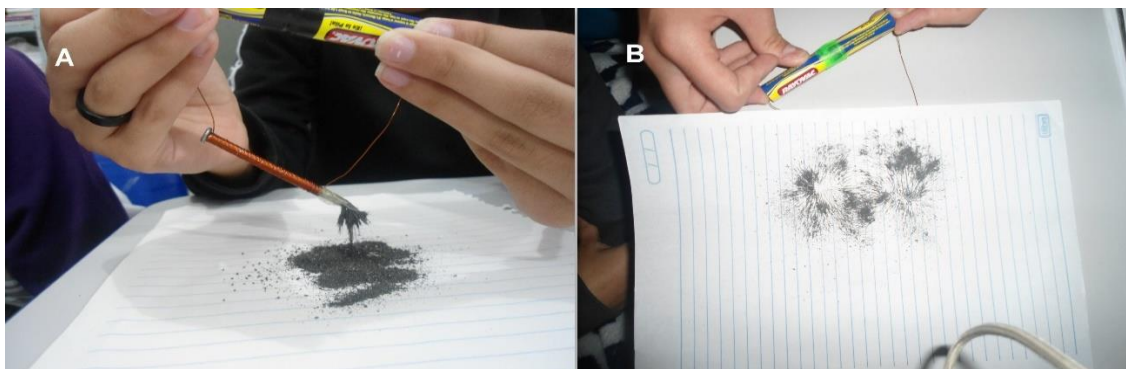


Figura 38: Experimento de eletroímã; A: Eletroímã e limalha de ferro; B: Formação de linhas de campo.
Fonte: Registrada pela Autora

Após o experimento os alunos assistiram um pequeno vídeo sobre um eletroímã que puxa sucatas, este tinha o objetivo de fazer um paralelo ao funcionamento do experimento. Na sequência os alunos responderam seus roteiros relacionando o experimento com o vídeo.

6.3.2 *Décimo encontro*

Neste encontro foi iniciado com a *situação problema*, sendo lembrado dos conceitos abordados na aula anterior, bem como a execução do experimento, também foi desconstruído algumas concepções apresentadas. A primeira questão estava relacionada com o experimento e buscava saber o que acontecia com a limalha quando foi aproximada o prego? E porque isso ocorria? Isso acontece porque a limalha fica fixada no eletroímã como se fosse um ímã. Isso ocorre no momento em que uma corrente elétrica passa pelo fio que compõe o eletroímã gerando um campo magnético. Desta maneira quando o

eletroímã está em funcionamento é como se fosse um ímã momentâneo, a partir do momento em que a corrente é cessada este efeito de ímã também acaba. Já as outras questões estavam relacionadas ao vídeo de um eletroímã industrial, a segunda questão queria saber o que faz o eletroímã atrair as sucatas? Seu funcionamento está relacionado com a corrente elétrica que passa pelos cabos que conectam geram um campo magnético no eletroímã. A terceira questão buscava saber o que ocorria com o eletroímã quando a corrente é cessada? E porque isso acontece? Ao cessar a corrente elétrica o eletroímã deixa de atrair as sucatas feitas de metal. Pois o campo magnético gerado pela corrente desaparece, perdendo o efeito de ímã. E a quarta questão buscava identificar a relação entre o experimento do eletroímã caseiro e o vídeo. A relação entre os dois experimentos ocorre quando o circuito é fechado e a corrente passa pelo fio de cobre gerando um campo magnético. Isso também é semelhante ao campo magnético produzido no eletroímã industrial que atrai as sucatas. Para facilitar a compreensão do processo de desconstrução das concepções alternativas durante o experimento da bússola caseira foi apresentado de maneira detalhada algumas respostas na (Figura 39).

Grupos	Concepção	Eletroímã caseiro (questão 1)	Concepção	Vídeo do eletroímã (questão 2)	Concepção	Vídeo do eletroímã (questão 3)	Concepção	Vídeo do eletroímã (questão 4)
A (manhã)	CPC	"ela é atraída ao prego por conta do eletromagnetismo"	CC	"a energia elétrica e o magnetismo (ímã)"	CC	"ele deixa de atrair os metais por conta da eletricidade ser cortada"	CC	"a mesma coisa, porém um é um eletroímã industrial e outro é um eletroímã caseiro"
A' (tarde)	CC	"a limalha gruda no prego, porque o mesmo está magnetizado pela junção do cobre e da pilha"	CC	"o fio condutor ligado a placa de ferro transporta os elétrons e os mesmos magnetizam a placa de ferro"	CPC	"ele deixa de ser um ímã porque a corrente que são os elétrons é cortada"	CA	"os dois são placas de ferro ou ferros atritados pelos elétrons (ímã)"
B (manhã)	CPC	"ele gruda no prego, porque foi absorvida a energia da pilha e fez ela grudar no prego"	CC	"energia que se transformou em magnetismo"	CPC	"ele para de atrair as sucatas, porque a corrente é cortada"	CPA	"ambos atraem algo"
B' (tarde)	CC	"a limalha se atrai ao prego, porque com a ajuda das pilhas o prego vira um ímã temporário"	CC	"um fio de cobre ligado ao eletroímã passa energia para a placa de ferro fazendo com que ele vire um ímã temporário, assim atrai as sucatas"	CC	"depois de cessar a corrente a energia deixa de passar pelo eletroímã fazendo com que ele deixe de ser um eletroímã, porque para de receber elétrons"	CC	"o experimento com o prego e o ímã são quase a mesma coisa, pois o fio de cobre do eletroímã passa energia para a placa de ferro fazendo virar um ímã temporário"
C (manhã)	CPC	"acontece eletromagnetismo (eletroímã)"	CPC	"os campos magnéticos"		Não fez		Não fez
C' (tarde)	CPC	"ele gruda ao prego"	CPC	"porque os papéis grudam no canudo, como um ímã. Por causa dos elétrons."	CPA	"para de correr energia"	CPC	"os dois eletroímãs são ativados por energia"
D (manhã)	CPC	"ela é atraída pelo prego"	CPA	"o magnetismo"	CPA	"o eletroímã atrai a limalha de ferro"	CC	"o eletroímã do vídeo e o outro soitam os ferros quando não há energia"
D' (tarde)	CPC	"atrai a limalha de ferro"	CPC	"a corrente e troca de elétrons"	CA	"ele é atraído, porque o ferro atrai o ímã"	CPC	"eles grudaram e depois perderam o magnetismo"
E (manhã)	CC	"ela é atraída por causa do eletromagnetismo formando linhas de campo"	CPA	"o magnetismo"	CPC	"o eletroímã solta a sucata porque acaba a corrente magnética"	CPC	"ambas tem o mesmo objetivo. Quando acaba a corrente elétrica é cessada a corrente magnética"
F (manhã)	CC	"ela sente atração conforme os campos e as linhas de campo, porque a energia e o magnetismo são unidos"	CC	"o magnetismo e a energia, assim que desliga as sucatas caem"	CC	"o eletroímã é desmagnetizado, porque ele precisa da energia e magnetismo"	CC	"é que ambos precisam da eletricidade para funcionar"
F' (tarde)	CPC	"a limalha é atraída pelo prego"	CPA	"o magnetismo"	CPC	"ele para pois a eletricidade foi cortada"	CPC	"reação foi igual o prego ele atraiu o metal e depois, perdeu o magnetismo igual o ímã do vídeo"

Figura 39: Categorização das respostas do experimento do Eletroímã caseiro. Elaborada pela Autora

Foi possível perceber na primeira questão parte dos alunos apresentaram uma concepção correta, afirmando que a limalha de ferro é atraída pelo prego, pois o mesmo virou um ímã temporário, e uma grande maioria apresentou uma concepção parcialmente correta, apenas afirmando que a limalha de ferro gruda no prego. Já as outras questões

estavam relacionadas ao vídeo, a segunda questão a grande maioria apresentou concepções corretas e parcialmente correta conseguindo relacionar o princípio de funcionamento do eletroímã de sucatas com o eletroímã caseiro afirmando que quando a placa de ferro recebia energia se comportava como um ímã temporário. E o restante apresentou uma concepção parcialmente alternativa afirmando que a energia que passava no eletroímã se transformava em magnetismo, sem explicar como isso ocorria. Já a questão três e quatro a grande maioria apresentou uma concepção correta seguido de concepções parcialmente correta, afirmaram que deixam de atrair os metais quando a eletricidade é cortada, sem explicar mais detalhes de como esse fenômeno ocorre. E a questão a grande maioria conseguiu associar que os dois eletroímãs apresentavam os mesmos princípios físicos de funcionamento.

No grupo A, na primeira questão, apresentaram uma concepção parcialmente correta *“ela é atraída ao prego por conta do eletromagnetismo”* as alunas atribuem a atração gerada pelo prego está associada com o eletromagnetismo, porém não apresentam mais detalhes de como esse processo acontece. A segunda questão e as outras estavam relacionadas ao vídeo que os alunos assistiram, nesta questão o grupo apresentou uma concepção correta *“a energia elétrica e o magnetismo (ímã)”* as alunas conseguiram perceber que o eletroímã consegue atrair os metais em função da campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa pelos cabos do eletroímã. A terceira questão todas apresentaram uma concepção correta *“ele deixa de atrair os metais por conta da eletricidade ser cortada”* todos conseguiram associar o fenômeno relacionado ao campo magnético. E a quarta questão todas apresentaram uma concepção correta *“a mesma coisa, porém um é um eletroímã industrial e outro é um eletroímã caseiro”* foi possível verificar que todas integrantes conseguiram relacionar ambos experimentos.

No grupo A', na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção correta *“a limalha gruda no prego, porque o mesmo está magnetizado pela junção do cobre e da pilha”* pois perceberam a manifestação de um campo magnético no fio de cobre quando passava corrente por ele. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção correta *“o fio condutor ligado a placa de ferro transporta os elétrons e os mesmos magnetizam a placa de ferro”* novamente os alunos conseguiram relacionar a presença de campo magnético na placa de ferro a partir da presença de corrente elétrica. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente correta *“ele deixa de ser um ímã porque a corrente que são os elétrons é cortada”* aqui parece que os estudantes atribuem o fato de existir a função de ímã apenas a presença de elétrons e não

a formação de um campo magnético decorrente a presença de corrente elétrica. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção alternativa *“os dois são placas de ferro ou ferros atritados pelos elétrons (ímã)”* os alunos não conseguiram relacionar a função do experimento executado.

No grupo B, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta *“ele gruda no prego, porque foi absorvida a energia da pilha e fez ela grudar no prego”* os integrantes afirmaram que a limalha gruda no prego, mas de maneira discreta atribuíram a atração com a corrente elétrica. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção correta *“energia que se transformou em magnetismo”* nesta afirmação os alunos conseguiram relacionar a corrente elétrica com a formação de campo magnético. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente correta *“ele para de atrair as sucatas, porque a corrente é cortada”* os alunos conseguem relacionar a atração do eletroímã com a corrente elétrica. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente alternativa *“ambos atraem algo”* o grupo verificou que ambos eletroímãs atraem alguma coisa sem afirmar que tipos de metais seria possível atrair deixando a resposta incompleta.

No grupo B', na primeira questão, todas as integrantes apresentaram uma concepção correta *“a limalha se atrai ao prego, porque com a ajuda das pilhas o prego vira um ímã temporário”* o grupo percebeu que a corrente que passa pelo fio gera um efeito de ímã temporário no prego. A segunda questão também apresentou uma concepção correta *“um fio de cobre ligado ao eletroímã passa energia para a placa de ferro fazendo com que ele vire um ímã temporário, assim atrai as sucatas”* nesta afirmação as estudantes conseguiram fazer a mesma relação do eletroímã caseiro com o eletroímã do vídeo. A terceira questão todas apresentaram uma concepção correta *“depois de cessar a corrente a energia deixa de passar pelo eletroímã fazendo com que ele deixe de ser um eletroímã, porque para de receber elétrons”* as estudantes conseguiram relacionar a formação de campo magnético no fio condutor. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção correta *“o experimento com o prego e o ímã são quase a mesma coisa, pois o fio de cobre do eletroímã passa energia para a placa de ferro fazendo virar um ímã temporário”* o grupo percebeu que ambos os experimentos possuem o mesmo princípio de funcionamento.

No grupo C, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta *“acontece eletromagnetismo (eletroímã)”* os alunos deixaram a resposta incompleta apenas afirmando eletromagnetismo. A segunda questão

o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta “*é atraída por eletromagnetismo e forma linhas de campo*” os alunos responderam com conceitos inerentes ao conteúdo, mas não conseguiram fazer relações com o que estava acontecendo no experimento. As questões três e quatro o grupo não respondeu.

No grupo C’, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta “*ele gruda ao prego*” os estudantes apenas afirmaram que a limalha gruda no prego, deixando a resposta incompleta. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta “*os campos magnéticos*” s estudantes sabem a atração foi realizada em virtude do campo magnético, mas não fizeram relações de como esse campo magnético surgiu. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa “*para de correr energia*” apenas afirmaram que a corrente é cessada sem explicar os efeitos que ocorrem quando essa corrente deixa de gerar um campo magnético. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta “*os dois eletroímãs são ativados por energia*” os alunos sabem que para ambos eletroímãs funcionarem precisa de corrente elétrica, mas não mencionaram a formação de campo magnético por ambos.

No grupo D, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta “*ela é atraída pelo prego*” os alunos deixaram a resposta incompleta, apenas afirmando que a limalha é atraída pelo prego. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente alternativa “*o magnetismo*” os alunos não conseguem atribuir relações sobre a formação de campo magnético a partir de uma corrente elétrica. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa “*o eletroímã atrai a limalha de ferro*” os estudantes não conseguiram perceber que ao cortar a corrente o eletroímã deixava de atrair a limalha. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção correta “*o eletroímã do vídeo e o outro soltam os ferros quando não há energia*” neste momento os alunos compreenderam a questão verificando a semelhança entre os experimentos.

No grupo D’, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta “*atrai a limalha de ferro*” os estudantes deixaram a resposta incompleta apenas afirmando que a limalha foi atraída pelo prego. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta “*a corrente e troca de elétrons*” o grupo apenas afirmou a corrente e troca de elétrons não relacionando com a formação de campo magnético. A terceira questão todos apresentaram uma concepção alternativa “*ele é atraído, porque o ferro atrai o imã*” os estudantes responderam fugindo

do conceito, pois ele deixa de atrair e o ímã que atrai o ferro não ao contrário. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta *“eles grudaram e depois perderam o magnetismo”* o grupo percebeu que ambos experimentos possuem semelhanças ao princípio de funcionamento, porém deixaram a resposta incompleta.

No grupo E, na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção correta *“ela é atraída por causa do eletromagnetismo formando linhas de campo”* os alunos conseguiram relacionar a formação de campo magnético por meio da atração da limalha pelo prego, evidenciando posteriormente a formação de linhas de campo magnético. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente alternativa *“o magnetismo”* os alunos deixaram a resposta incompleta apenas atribuindo magnetismo, sem explicar a origem deste fenômeno observado no experimento. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente correta *“o eletroímã solta a sucata porque acaba a corrente magnética”* foi possível perceber que os integrantes do grupo sabem que o eletroímã deixa de funcionar em função da corrente elétrica, porém se confundiram ao afirmar sobre uma corrente magnética. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta *“ambas tem o mesmo objetivo. Quando acaba a corrente elétrica é cessada a corrente magnética”* os estudantes conseguiram relacionar os dois experimentos, mas ainda confundem ao afirmar corrente magnética. O grupo E' realizou o experimento, porém não respondeu o roteiro.

No grupo F, na primeira questão, todas as integrantes apresentaram uma concepção correta *“ela sente atração conforme os campos e as linhas de campo, porque a energia e o magnetismo são unidos”* as alunas perceberam que irá ocorrer atração uma vez que a corrente elétrica irá produzir campo magnético e o prego terá efeito de ímã temporário. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção correta *“o magnetismo e a energia, assim que desliga as sucatas caem”* nesta afirmação os alunos conseguiram relacionar a corrente elétrica com a formação de campo magnético. A terceira questão todos apresentaram uma concepção correta *“o eletroímã é desmagnetizado, porque ele precisa da energia e magnetismo”* as alunas conseguiram perceber que o eletroímã deixa de funcionar quando a energia é cessada. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção correta *“é que ambos precisam da eletricidade para funcionar”* as alunas perceberam que existe uma relação entre ambos experimentos e que dependem de energia para funcionarem.

No grupo F', na primeira questão, todos os integrantes apresentaram uma concepção parcialmente correta "*a limalha é atraída pelo prego*" os alunos afirmaram que a limalha é atraída pelo prego, porém não explicaram como isso acontece. A segunda questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente alternativa "*o magnetismo*" os alunos deixaram a resposta incompleta apenas atribuindo o fenômeno ao magnetismo sem explicar como esse magnetismo se manifestou no eletroímã. A terceira questão todos apresentaram uma concepção parcialmente correta "*ele para pois a eletricidade foi cortada*" os estudantes perceberam que o eletroímã deixa de funcionar, mas novamente não explicaram como isso acontece. E a quarta questão o grupo apresentou uma concepção parcialmente correta "*reação foi igual o prego ele atraiu o metal e depois, perdeu o magnetismo igual o ímã do vídeo*" o grupo verificou que ambos eletroímãs atraem o ferro, porém não afirmaram como isso ocorre.

Após este primeiro momento foi questionado, como um guindaste de sucatas consegue atrair materiais de ferro? Um aluno respondeu "*porque passa energia e aí fica igual a um ímã*", e foi indagado, mas será que existe alguma relação entre a corrente elétrica e a formação deste campo magnético? Os alunos concordaram que sim, porém ainda não conseguiram fazer a relação com o experimento do eletroímã caseiro realizado na aula anterior.

Foi dada sequência nas perguntas focos, o que faz as rodas girar de um carrinho? Todos afirmaram que o motor é responsável por este movimento, mas não apresentaram maiores informações sobre seu princípio de funcionamento, isso mostra que não possuem conhecimentos prévios sobre a indução eletromagnética. A pergunta referente a diferença do princípio físico de funcionamento da sanduicheira e do mixer, os alunos afirmaram que uma utiliza a resistência e aquece e o outro é um motor que transforma a energia elétrica em energia mecânica. Dando continuidade foi questionado em relação a produção de energia por meio do dínamo de uma bicicleta, se era um motor, no mesmo instante todos afirmaram que não, pois o dínamo é um gerador diferente do motor. Imediatamente vários estudantes responderam corretamente a diferença entre os dois, pois o motor utiliza energia elétrica e transforma em energia mecânica, já o gerador é ao contrário utiliza a energia mecânica para produzir energia elétrica.

6.3.3 Décimo primeiro encontro

Nesta aula foi iniciado a *revisão*, sendo lembrado os conceitos abordados na aula anterior bem como o experimento do eletroímã. Foi comentado sobre os conceitos de eletricidade já abordados na primeira intervenção didática com o intuito de realizar processo de diferenciação progressiva fazendo relações entre os subsunçores afim de chegar a um subsunçor mais elaborado [MOREIRA 2012].

Dando continuidade questionou-se como o eletroímã funciona? Um aluno afirmou “a energia passa pelo fio e cria um campo magnético parecido com o ímã e aí atrai o ferro”. Foi comentado que a resposta estava correta e foi explicado o funcionamento físico do eletroímã, como se origina seu campo magnético, sua semelhança com um ímã enquanto existe corrente elétrica passando por um fio.

Foi abordado sobre o campo magnético produzido por um fio com corrente e a direção deste campo por meio da regra da mão direita. No qual o polegar indica a direção da corrente e outros dedos abraçam o fio, indicando se o campo magnético está entrando ou saindo.

Na sequência foi realizado a demonstração do experimento de Oersted, os alunos puderam manusear o experimento e se mostraram bem interessados, realizando questionamentos durante a demonstração. Na primeira situação demonstrada na (Figura 40 A), a bússola estava orientada com o campo magnético terrestre. Já na segunda situação na (Figura 40 B) a corrente elétrica estava passando pelo fio e causa uma deflexão na bússola fazendo com que ela mude sua posição pois agora o campo magnético gerado pelo fio está interagindo com a bússola.

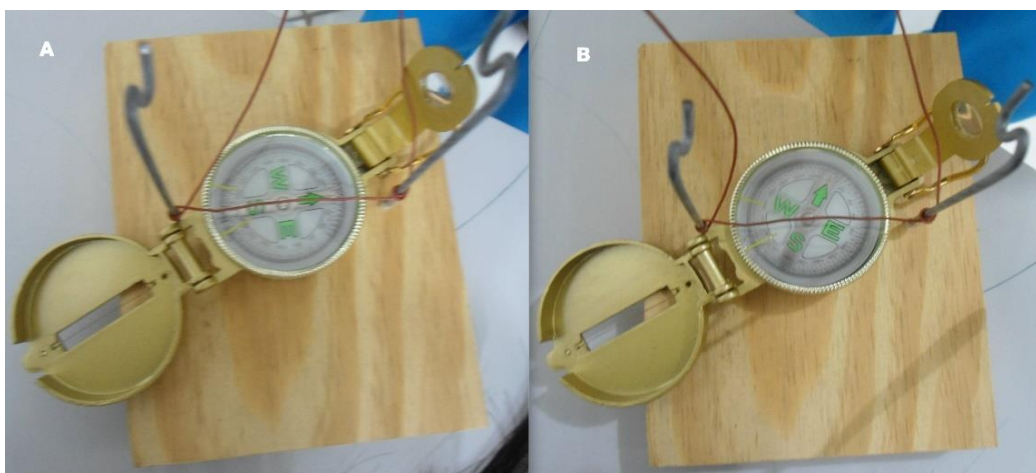


Figura 40: Demonstração do experimento de Oersted; A: Circuito aberto; B: Circuito fechado. Fonte: Registrada pela Autora

Os alunos gostaram e interagiram bastante durante a demonstração. Foi realizado de maneira oral as perguntas dos roteiros, primeiro questionou-se o que acontecia com a bússola quando o circuito era fechado? A maioria dos alunos respondeu que ao fechar o circuito a bússola girou, quando questionado o porquê disto alguns ficaram em silêncio e outros comentaram que a corrente elétrica que passou no fio criou um campo magnético que fez com que a agulha girasse.

Na segunda questão foi questionado se trocamos a polaridade o que acontece? A maioria dos alunos responderam a agulha da bússola gira para o outro lado, por causa do campo magnético criado. A concepção apresentada pela maioria dos estudantes foi parcialmente correta, e uma grande minoria apresentou uma concepção parcialmente alternativa, apenas afirmando que em ambas situações a agulha da bússola girava sem associar o fato de uma corrente ter gerado um campo magnético e esse iria interagir com o campo magnético da bússola.

Dando continuidade foi comentado sobre o contexto histórico do cientista dinamarquês Hans Cristian Oersted, que em 1820 fez a descoberta da interação entre a eletricidade e o magnetismo por meio da deflexão da agulha de uma bússola quando passa corrente elétrica. Diante disto foi questionado aos alunos será que o Oersted descobriu a deflexão da bússola ao acaso? Um aluno respondeu *“eu acho que não porque ele já tinha uma ideia antes do que poderia ser e depois conseguiu observar”*, a explicação do aluno foi o que esperava pois sabe-se que as teorias não são provadas e que o método científico não se inicia pela observação do fenômeno, desta maneira Oersted não descobriu ao acaso a interação entre a eletricidade e o magnetismo.

Isso pode ser corroborado a partir da afirmação de Pinto [2017] sobre a importância da atividade experimental aliada a História da Ciência, como estímulo para favorecer a aprendizagem do ensino de Ciências, pois ambas abordagens promovem a participação e aprendizagem do aluno e contribui para o distanciamento de uma aprendizagem mecânica.

Diante disto foi realizado a discussão sobre a História e Filosofia da Ciência, sobre as características ao qual aconteceu este momento histórico. Segundo Guerra [2004] Oersted era adepto a uma corrente filosófica germânica, *“Naturphilosophie”* no qual acreditava na força da natureza. Desta maneira Oersted já suspeitava da relação entre a eletricidade e magnetismo, seu experimento buscava evidenciar essa suposição.

6.3.4 *Décimo segundo encontro*

Nesta aula foi iniciado a *nova situação problema*, sendo lembrado os conceitos abordados nas aulas anteriores bem como a demonstração do experimento de Oersted com a deflexão da agulha da bússola quando aproximada de um fio com corrente.

De acordo com Guerra [2004] Faraday estava muito interessado nos possíveis casos de indução, a partir do experimento de Oersted mostrou que uma corrente elétrica produzia efeitos magnéticos, buscava verificar se um fenômeno magnético provocado por um ímã poderia desencadear a geração de corrente elétrica.

Diante disto foi realizado a demonstração do experimento de indução de Michael Faraday, no qual surge o aparecimento de uma corrente elétrica quando um fluxo magnético é variável. Para isso foi utilizado uma bobina conectada a um led e um ímã foi atritado a mesma, a partir do movimento do ímã gerou a variação do fluxo magnético gerando a indução de corrente elétrica e o led acendia como mostra a (Figura 41). Nesta demonstração os alunos puderam manusear o experimento e se mostraram muito interessados no fenômeno físico que observaram.

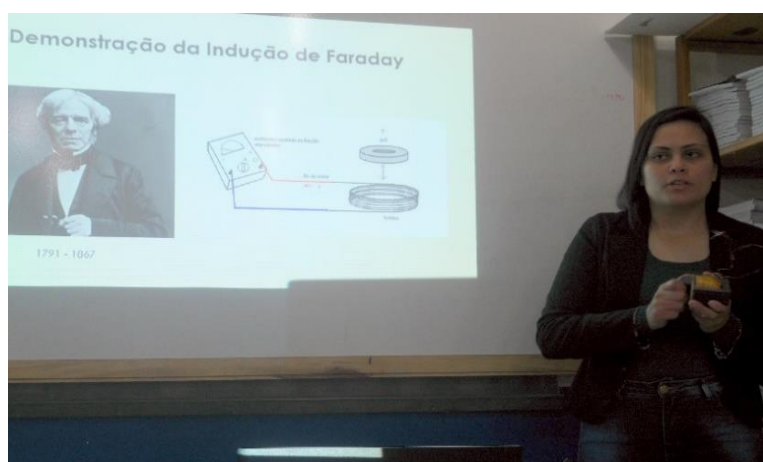


Figura 41: Demonstração do experimento da Indução de Faraday. Fonte: Registrada pela Autora

Diante de tal fenômeno, foi realizado de maneira oral o questionamento de duas perguntas do roteiro, a primeira buscava saber o que acontecia com o led quando o ímã fazia o movimento de aproximar e afastar a bobina. A maioria dos alunos responderam que o led acendia, mas não conseguiram explicar o motivo, alguns afirmaram que o funcionamento do led estava relacionado ao campo magnético do ímã. Neste momento foi explicado o princípio de indução eletromagnética, a partir de um fluxo magnético variável surge a formação de corrente elétrica, corrente essa responsável pelo

funcionamento do led. Foi salientado que haveria necessidade de variação do fluxo magnético caso contrário não surgiria indução de corrente elétrica. E a segunda buscava fazer uma relação do experimento com algo do cotidiano dos estudantes. Um aluno afirmou “acho que o dínamo funciona assim porque é um gerador” o aluno respondeu sobre o dínamo pois durante as aulas foi abordado sobre a diferença de geradores e motores.

Dando continuidade foi mostrado o tubo de Lenz, justamente para demonstrar o princípio de indução e o aparecimento de correntes parasitas em um tubo condutor na (Figura 42 A). Os alunos se mostraram muito curiosos em manusear o tubo de Lenz como mostra a (Figura 42 B). Também foi comentado que as correntes parasitas são indesejáveis para os motores, mas é fundamental para detectores de metal e portas giratórias.



Figura 42: Tubo de Lenz; A: Abordagem da lei de Lenz; B: Evidenciando as correntes parasitas. Fonte: Registrada pela Autora

Ao realizar o experimento com o tubo de Lenz os estudantes ficaram muito curiosos em entender como o fenômeno acontecia. Para isso foi explicado seu princípio físico de funcionamento, quando o fluxo magnético de um ímã se torna variável ao descer o tubo acaba induzindo corrente no condutor de alumínio, uma vez que essas correntes são induzidas elas geram um fluxo magnético que se opõe ao campo magnético que o gerou, desta maneira ocorre o efeito de freiamento do ímã ao descer o tubo de Lenz. A

indução eletromagnética foi trabalhada com o objetivo de elucidar os conceitos que abordam a produção de energia por meio dos geradores.

Após foi comentado o processo de produção de energia elétrica por meio do funcionamento de uma turbina de termoelétrica e hidrelétrica, na sequência foi passado um vídeo sobre a usina de Itaipu, abordando as características da usina, bem como seu funcionamento. Os alunos gostaram do vídeo pois não tinham dimensão do tamanho que a usina hidrelétrica.

Essa etapa foi a *avaliação somativa individual*, no qual foi realizado a leitura e discussão do texto de divulgação científica o pilar da tecnologia e foi solicitado como atividade realizar a confecção de mapa conceitual que aborde os conceitos presentes no texto e inerentes as aulas de Ciências sobre eletromagnetismo. Os alunos realizaram essa atividade em sala e posteriormente entregaram a pesquisadora.

Segundo Silveira [2014] os mapas conceituais contribuem no processo de aquisição de conhecimentos científicos, facilitando a aprendizagem de conceitos relacionados a Ciências naturais do ensino fundamental. Os mapas conceituais são instrumentos essenciais para verificar a aprendizagem dos estudantes, pois é por meio dele que o aluno consegue elaborar e expressar seu conhecimento.

Neste viés Moreira [2005 a] aponta que os mapas conceituais podem ser usados como instrumento de avaliação da aprendizagem, possibilitando a observação da organização conceitual que o sujeito atribui a um dado conhecimento. Para isso buscou-se usar os mapas conceituais na avaliação somativa individual de maneira qualitativa afim de verificar indícios de aprendizagem significativa dos estudantes.

A partir dos mapas conceituais apresentados pelos alunos buscou-se avaliar de maneira qualitativa. Diante disto foram selecionados três mapas para análise que definem o grau de abstração dos alunos em relação aos conceitos abordados nas aulas de Ciências. O primeiro mapa apresentou uma hierarquia, organização nos conceitos e ligações entre si de acordo com a (Figura 43).



Figura 43: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo com mais ligações. Fonte: Digitalizada pela Autora

O mapa exposto foi bem elaborado contemplando os conceitos abordados durante as aulas e também conceitos presentes nos artigos científicos discutidos em sala. O aluno optou por colocar o conceito principal no centro e nas suas imediações distribuir os outros conceitos de acordo com sua hierarquia realizando várias ligações entre eles.

O segundo mapa selecionado na (Figura 44) apresenta conceitos organizados de acordo com o artigo discutido, porém o mapa não possui muitas redes de ligações, mas mostra uma certa abstração de conhecimento. Neste mapa a aluna optou por colocar o conceito principal no topo e com uma cor diferenciada para distinguir dos outros conceitos.

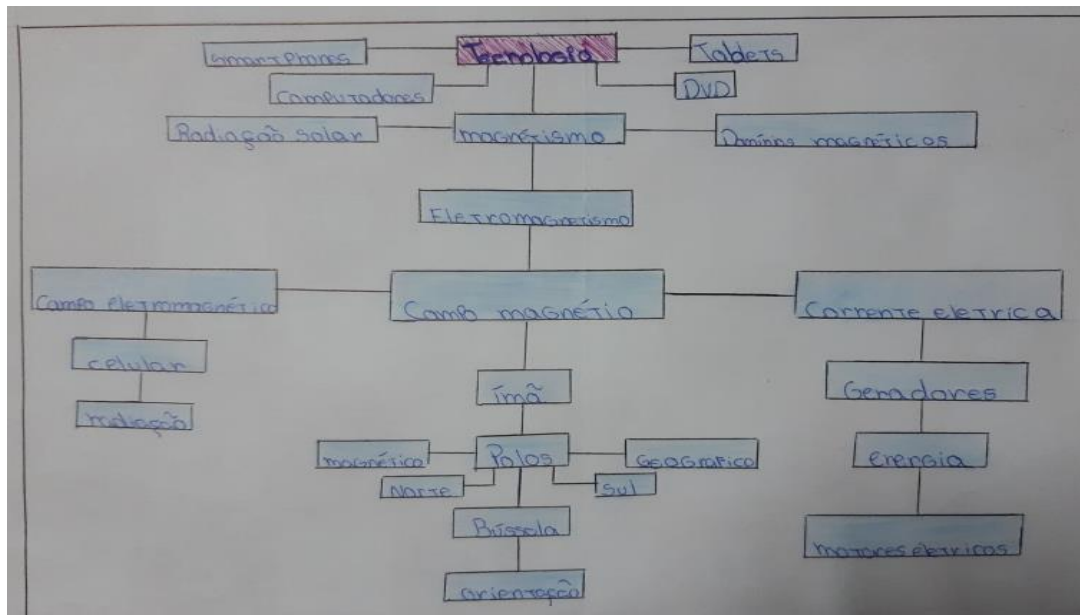


Figura 44: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo. Fonte: Digitalizada pela Autora

O terceiro mapa na (Figura 45), mostra que o aluno não conseguiu relacionar de maneira hierárquica e organizada os conceitos, apresentou poucas ligações entre eles e poucos conceitos mostrando que este estudante apenas se baseou no artigo ao qual foi realizado a discussão em sala não privilegiando outros conceitos que foram abordados ao longo das aulas.

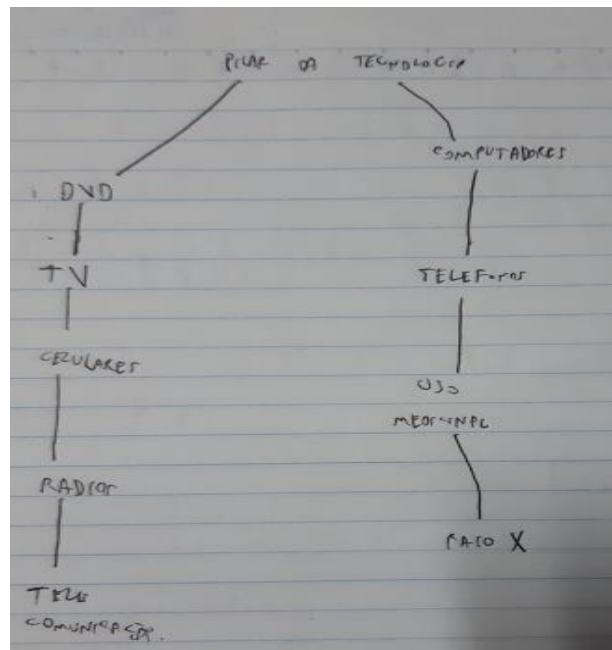


Figura 45: Mapa conceitual sobre Eletromagnetismo com poucas ligações. Fonte: Digitalizada pela Autora

Os conceitos estão espalhados sem apresentar ligações, isso mostra que o aluno não conseguiu abstrair os conceitos. Pode-se afirmar que este aluno não conseguiu elencar todos os conceitos esperados para um mapa com o tema de Eletromagnetismo.

É possível perceber que por mais que o professor se organize para apresentar organizadores prévios para sensibilizar a estrutura cognitiva do aluno para ancorar e relacionar o novo conhecimento com os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do aluno o mesmo deve estar pré disposto em aprender.

6.3.5 *Décimo terceiro encontro*

Nessa etapa foi realizada a *aula integradora* com a apresentação dos trabalhos dos geradores de ambas turmas, no qual foi proposto em grupos a elaboração, construção e apresentação de uma maquete composta por um gerador de energia. Os estudantes abordaram sobre os conceitos físicos envolvidos, como o princípio de indução eletromagnética. Para essa atividade foram fornecido aos alunos, leds e fios finos retirados de um pedaço de cabo de internet, eles também retiraram um motorzinho de algum carrinho velho, DVD em desuso, enfim algum motorzinho que pudesse ser reaproveitado e virar um gerador de energia.

Durante toda a intervenção didática foi discutido como seria esse trabalho, enfatizando a importância de reutilizar esses materiais para confecção da maquete. Desta maneira os alunos utilizaram a criatividade e os conhecimentos adquiridos durante as aulas de Ciências para apresentar seu trabalho final.

Neste viés, Moreira [2011 b] orienta que o ensino deve ser centrado no aluno e o professor assume papel de mediador, o docente fala pouco e o estudante fala muito. Permitir que os alunos discutam significados entre si, em atividades colaborativas ou individuais propicia negociação e reestruturação de significados. Isso foi possível verificar durante a apresentação dos trabalhos, pois os estudantes desempenharam suas atividades apresentando as maquetes com seus geradores, na maioria geradores eólicos e abordaram os conceitos físicos envolvidos na produção de energia. Tanto na turma da manhã quanto na turma da tarde alguns grupos não apresentaram seu trabalho final.

A apresentação dos trabalhos iniciou com a turma da manhã. Os quatro grupos apresentaram sua maquete com seu respectivo gerador, a (Figura 46 A e B) mostram o mesmo princípio físico no qual ambas são geradores eólicos para acender as lâmpadas de uma cidade, para movimentar as hélices do gerador eólico foi utilizado o secador de

cabelos para simular o movimento mecânico e assim conseguir fazer com que o gerador acende os leds. Esses dois grupos de maneira satisfatória apresentaram os conceitos físicos abordados.

A (Figura 46 C) foi composto por apenas um aluno que resolveu fazer o trabalho de maneira individual e um pouco diferente do que foi solicitado que era para construir uma maquete com um gerador de energia elétrica. O que chama a atenção no trabalho deste aluno é que acrescentou dois leds, um de cada lado, e a cada vez que gira uma pequena manivela para um lado o led acende, quando gira para o lado contrário o outro led acende, ou seja quando o movimento possui uma direção contrária a corrente induzida surge naquele local, quando muda a posição surge na outra direção.

Na (Figura 46 D), mostra uma maquete rudimentar, pois os alunos não respeitaram as exigências estabelecidas quanto a construção da maquete e utilizaram uma espécie de correia feita com elástico para proporcionar o movimento mecânico quando colocado na furadeira. Mas de maneira geral utilizaram um motorzinho para fazer o papel de gerador elétrico.

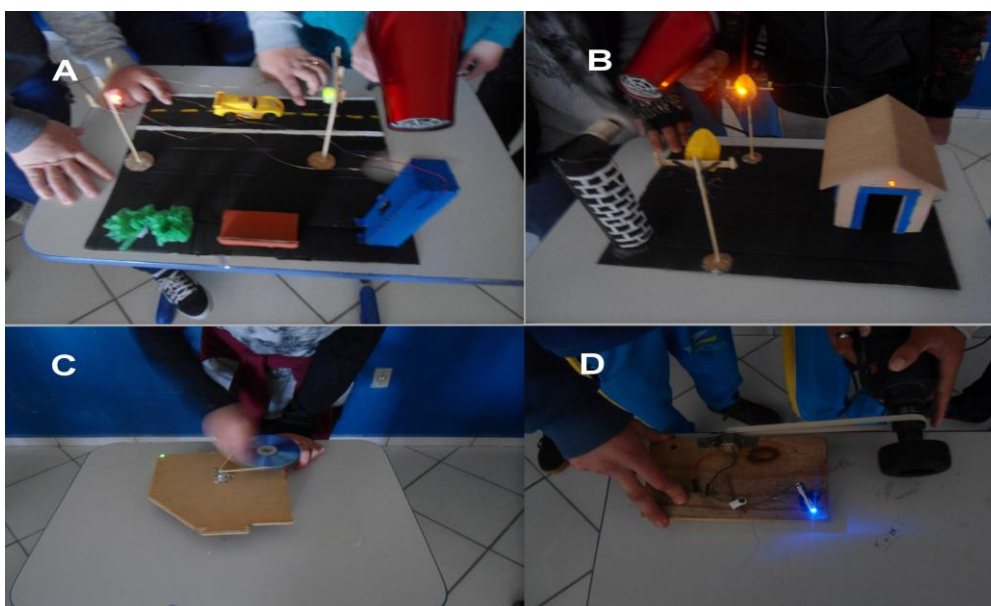


Figura 46: Apresentação das maquetes turma da manhã. Fonte: Registrada pela Autora

Os outros dois grupos não apresentaram o gerador proposto por algum motivo particular e diante disto foi realizada a contextualização dos trabalhos. Já apresentação dos trabalhos realizados pela turma da tarde também foram bem satisfatórios. Essa turma montou maquetes com geradores de energia, a (Figura 47 A), mostra um sistema de

roldana para acender uma espécie de farol. A (Figura 47 B, C e D) abordam sobre a energia eólica gerando a iluminação das casas por esse tipo de energia. Apenas dois grupos se propuseram a explicar satisfatoriamente os conceitos físicos envolvidos no trabalho.



Figura 47: Apresentação das maquetes turma da tarde. Fonte: Registrada pela Autora

Na sequência foi realizado individualmente e sem consulta o questionário de pós-teste com sete questões relacionadas aos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas de Ciências. Este questionário possui questões mais elaboradas se comparadas ao questionário pré-teste de conhecimentos prévios de Eletromagnetismo.

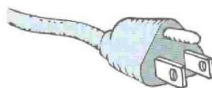
Essa foi a avaliação do questionário pós teste de Eletromagnetismo, no qual foi realizada no final das atividades propostas na UEPS de Eletromagnetismo. O Quadro 02 é referente ao questionário aplicado as duas turmas de 9º ano.

Referências: Questões (1, 3, 4 e 6)⁵; questão (5)⁶ e questão (7)⁷

Questionário Pós-teste de Eletromagnetismo

1- Enquanto está penteando o cabelo, você está arrancando elétrons dele e transferindo-os para o pente. Seu cabelo, então ficará positivamente ou negativamente carregado? E quanto ao pente?

2- A maioria dos plugues de eletrodomésticos, eletrônicos e tomadas de hoje possuem três pinos, qual é a sua finalidade?

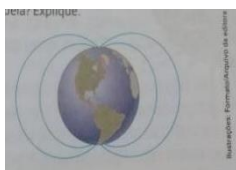


Fonte: [HEWITT 2002, p. 396.]

3- Se você colocar um pedaço de ferro próximo ao pólo norte de um ímã, ocorrerá atração. Por que também ocorrerá atração quando o pedaço de ferro é colocado próximo ao pólo sul do ímã?

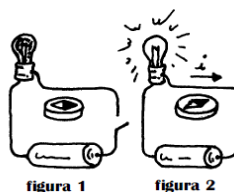
4- Um amigo lhe diz que a porta de uma geladeira, é feita de alumínio. Como você poderia testar isto, para saber se é verdade (sem arranhá-la)?

5- A figura abaixo apresenta algumas linhas de indução do campo magnético terrestre. Mostre, em uma cópia da figura, o sentido dessas linhas e responda: no pólo norte geográfico elas estão entrando na superfície da Terra ou saindo dela? Explique.



Fonte: [LUZ 2013, p. 186.]

6- Observe as duas situações do experimento abaixo. A agulha de uma bússola está próxima a um fio que faz parte de um circuito elétrico. Diante disto apresenta os seguintes comportamentos indicado nas três figuras:



Fonte: [GREF 2005, p. 60.]

a) Como se explica o posicionamento da agulha da bússola na figura 1?

b) Como se explica a alteração da posição da agulha da bússola após o circuito ser fechado na figura 2?

7- Qual a diferença básica existente entre um gerador e um motor elétrico? Cite exemplos do seu cotidiano.

Quadro 2: Questionário pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora

⁵ HEWITT, P. G. Física Conceitual. 9. Ed. Porto Alegre: **Bookmann**. 2002.

⁶ LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. Física contexto & aplicações: ensino médio. 1. ed. São Paulo: **Scipione**, 2013.

⁷ GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física 3 – Eletromagnetismo, 4. ed. **EDUSP**: São Paulo, 2005.

A partir das respostas dos alunos, foi realizado a categorização das turmas e montado duas tabelas e dois gráficos com os dados, na sequência foi realizado a discussão dos dados apresentados, o total de estudantes que responderam ao questionário foi de 53 alunos, compostos da turma da manhã e da tarde.

A Tabela 12 é referente a turma de 9º ano da manhã composta por 30 alunos que estavam presentes no momento da aplicação do questionário.

Concepções do questionário pós-teste de Eletromagnetismo								
Questões	1	2	3	4	5	6 a)	6 b)	7
Concepção Correta	16	19	15	10	16	11	11	19
Concepção Parcialmente Correta	10						6	
Concepção Parcialmente Alternativa	2		7	9	6	12	5	8
Concepção Alternativa		9	7	10	7	5	6	3
Não fez	2	2	1	1	1	2	2	

Tabela 12: Questionário pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões do questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo da turma da manhã de acordo com o Gráfico 7.

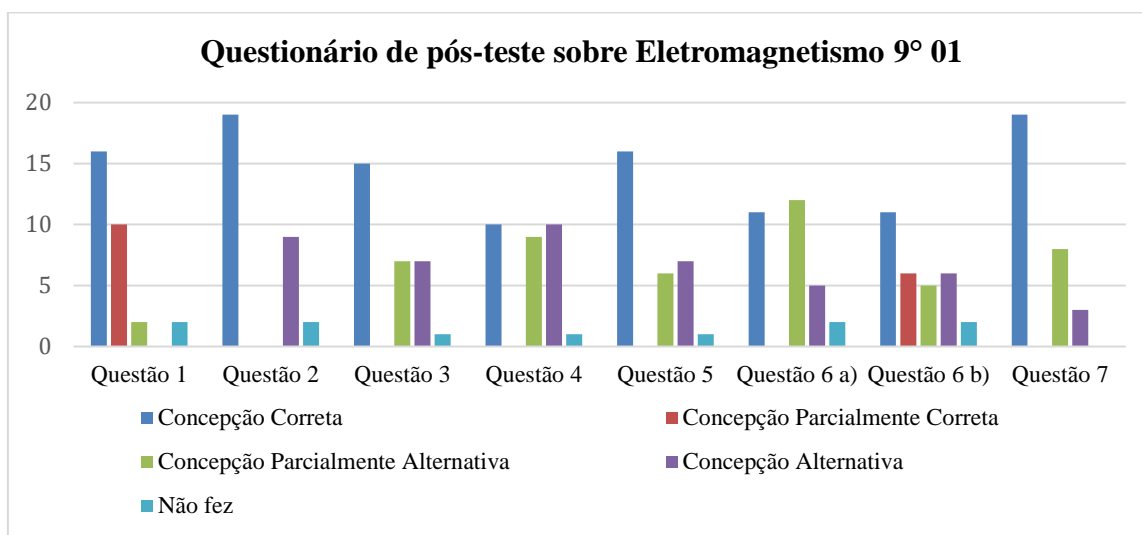


Gráfico 7: Concepções apresentadas no questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora

A Tabela 13 é referente a turma de 9º ano da tarde composta por 23 alunos que estavam presentes no momento da aplicação do questionário.

Concepções do questionário pós-teste de Eletromagnetismo								
Questões	1	2	3	4	5	6 a)	6 b)	7
Concepção Correta	15	14	10	16	11	8	13	17
Concepção Parcialmente Correta	3	6	8			6	4	
Concepção Parcialmente Alternativa	1		3	5	6		3	5
Concepção Alternativa	4	2	2	2	5	9	2	
Não fez		1			1		1	1

Tabela 13: Características do questionário pós teste da turma da tarde. Fonte: Elaborada pela Autora

É possível analisar de maneira mais clara as respostas categorizadas por concepções, das questões do questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo da turma da tarde Gráfico 8.

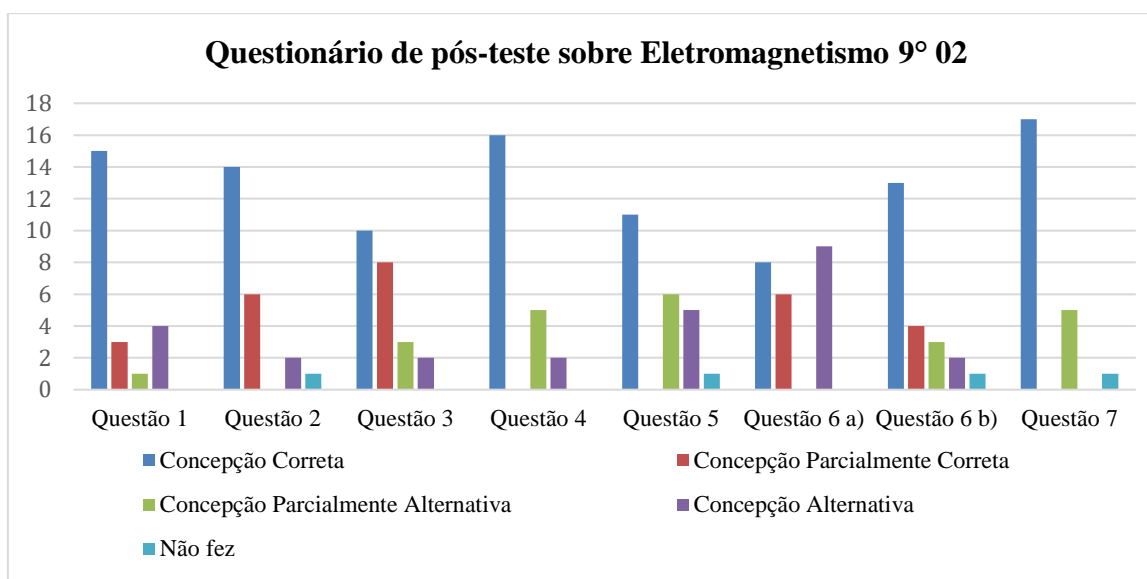


Gráfico 8: Concepções apresentadas no questionário de pós-teste sobre Eletromagnetismo. Fonte: Elaborado pela Autora

Levando em consideração as respostas apresentadas pelas duas turmas, foi possível perceber que a maioria das concepções apresentadas estão corretas e estão apresentadas nos exemplos a seguir após a categorização das questões.

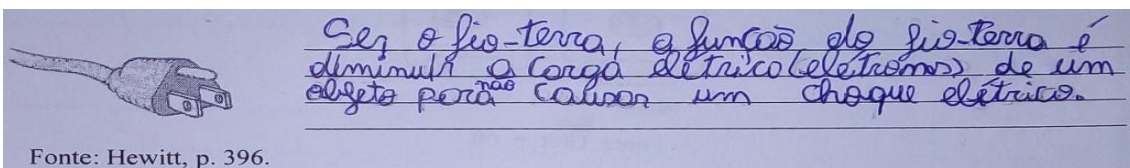
A primeira questão buscava saber se ao pentear o cabelo com um pente o cabelo iria ficar carregado positivamente ou negativamente? E o pente como ficaria? Cerca de 31 alunos apresentaram uma concepção correta como na (Figura 48).

Como o pente está "carregado" eletricamente, ele ~~atrai~~ (o cabelo) terá mais prótons, logo, ficará positivamente carregado. Já o pente (que está recebendo os elétrons) terá mais elétrons que prótons, logo, ficará negativamente carregado.

Figura 48: Concepção correta da questão 1. Fonte: Digitalizada pela Autora

De acordo com a resposta apresentada é possível verificar indícios de aprendizagem significativa, pois a maioria dos alunos conseguiram realizar pontes cognitivas relacionando o novo conhecimento com o conhecimento existente na estrutura cognitiva do aprendiz. E seguido de 13 alunos que apresentaram uma concepção parcialmente correta.

A segunda questão queria saber qual a função do terceiro pino dos plugues de eletrodomésticos e eletrônicos. Cerca de 33 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 49).



Se o fio-terra, a função do fio-terra é diminuir a carga de íons elétricos de um objeto para não causar um choque elétrico.

Fonte: Hewitt, p. 396.

Figura 49: Concepção correta da questão 2. Fonte: Digitalizado pela Autora

Nesta questão apenas 11 alunos apresentaram uma concepção alternativa, afirmando que o terceiro pino era para evitar que o aparelho queime. Isso mostra uma concepção alternativa, pois o terceiro pino é o fio terra e tem a função de descarregar os elétrons livres evitando que a pessoa leve um choque ao encostar no aparelho quando estiver ligado na rede elétrica.

A questão três buscava identificar o porquê um pedaço de ferro poder ser atraído em ambos os pólos de um ímã. Cerca de 25 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 50).

Porque o ímã tem um campo magnético próprio, independente do lado de umá ele será atraído

Figura 50: Concepção correta da questão 3. Fonte: Digitalizada pela Autora

A partir desta resposta foi possível verificar que a maioria dos alunos conseguiram compreender que um ímã possui campo magnético e nos seus pólos este campo é mais intenso. E que um metal como um pedaço de ferro pode ser atraído por ambos os lados de um ímã.

A quarta questão buscava saber se uma geladeira era de alumínio ou não e como poderia testar isso sem arranhá-la? Nesta questão cerca de 26 alunos apresentaram uma concepção correta na (Figura 51).

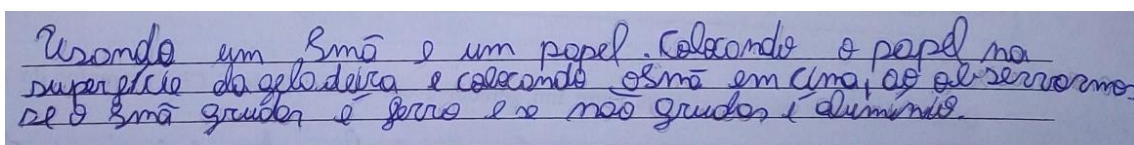


Figura 51: Concepção correta da questão 4. Fonte: Digitalizada pela Autora

As respostas afirmam para aproximar um ímã da geladeira, caso ocorrer atração é porque a geladeira não é de alumínio, porém se não ocorrer atração essa geladeira seria sim de alumínio, isso se deve ao fato de o alumínio ser um material paramagnético e seus domínios magnéticos estarem pouco alinhados quando aproximados de um campo magnético. O que chamou a atenção que cerca de 14 alunos apresentaram uma concepção parcialmente alternativa apenas afirmaram que era necessário aproximar um ímã sem explicar se iria ocorrer atração. E os outros 12 alunos apresentaram uma concepção alternativa afirmando que caso tiver atração a geladeira seria de alumínio, isso mostra que não conseguiram relacionar o novo conhecimento apresentado sobre campo magnético.

A quinta questão mostrava um desenho do campo magnético terrestre e as linhas de campo, questionando se essas linhas de campo iriam entrar ou sair no pólo norte geográfico. E o aluno deveria desenhar as linhas de campo no globo terrestre demonstrando a direção das linhas de campo magnético. Nesta questão cerca de 27 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 52).

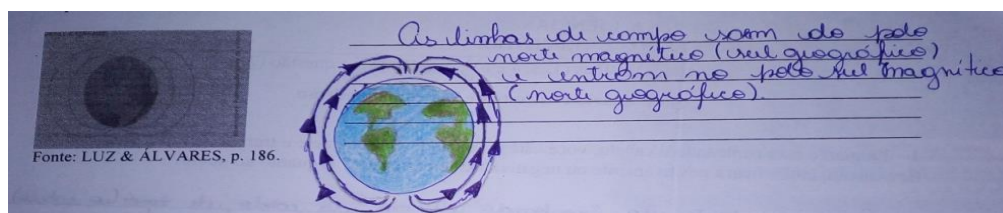
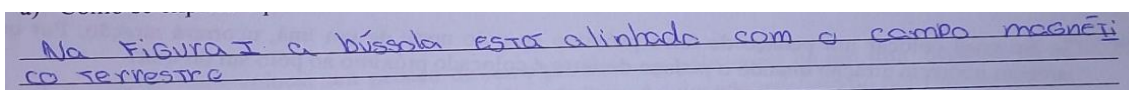


Figura 52: Concepção correta da questão 5. Fonte: Digitalizada pela Autora

Isso mostra que a maioria dos alunos conseguiram compreender que a Terra é como um ímã gigante e possui um campo magnético que protege os seres vivos. Seguido de 12 alunos apresentaram uma concepção parcialmente correta afirmando que as linhas de campo saem do pólo norte e entrando no pólo sul sem definir se estes pólos seriam os magnéticos ou geográficos fazendo com que a resposta fique incompleta.

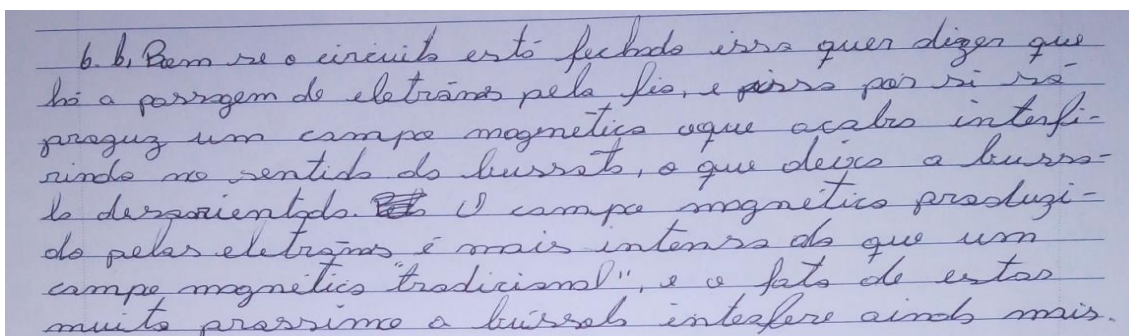
A sexta estava dividida em a) e b); e mostrava uma figura com duas situações, na letra a) mostrava um circuito aberto com uma bússola próximo e foi questionado como se explicava o posicionamento da agulha da bússola na primeira situação. Cerca de 19 alunos apresentaram a concepção correta de acordo com a (Figura 53).



Na Figura I a bússola está alinhada com o campo magnético terrestre

Figura 53: Concepção correta da questão 6 a). Fonte: Digitalizada pela Autora

A resposta foi satisfatória pois nota-se que a bússola está alinhada com o campo magnético terrestre e o fato de o circuito estar aberto e próximo da bússola não influencia no seu funcionamento. O que chamou a atenção é que cerca de 14 alunos apresentaram uma concepção alternativa afirmando que o sistema (circuito) estava aberto e bússola estava funcionando neutra. Isso mostra que alguns alunos não conseguiram associar o fato de a bússola estar se orientando com o campo magnético terrestre e o fato de o circuito estar aberto não influenciaria em nada no seu funcionamento. A questão b) queria saber o que ocorria com a bússola após o circuito ser fechado. Nesta questão cerca de 26 alunos apresentaram uma concepção correta como na (Figura 54).



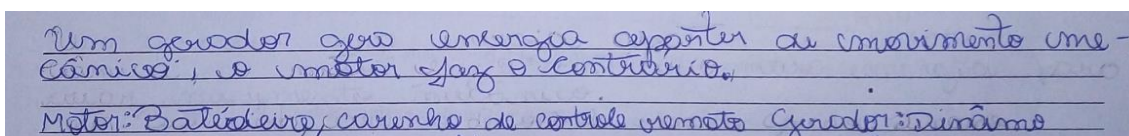
b. b. Bem se o circuito está fechado isso quer dizer que há a passagem de elétrons pela fio, e isso por si só produz um campo magnético que acaba interferindo no sentido do bússola, o que deixa a bússola desorientada. O campo magnético produzido pelos elétrons é mais intenso do que um campo magnético "tradicional", e o fato de estar muito próximo a bússola interfere ainda mais.

Figura 54: Concepção correta da questão 6 b). Fonte: Digitalizada pela Autora

A resposta está coerente pois a partir do momento em que o circuito é fechado é estabelecido a passagem de corrente e surge a formação de um campo magnético que

passa a interagir com a bússola e desta maneira a mesma fica desorientada. É possível perceber que 10 alunos apresentaram uma concepção parcialmente correta apenas afirmando que a bússola fica desorientada, porém não menciona o campo magnético gerado no fio com corrente.

A sétima questão buscava identificar a diferença entre o gerador e o motor elétrico e pedia exemplos do cotidiano. Cerca de 36 alunos apresentaram uma concepção correta de acordo com a (Figura 55).



Um gerador gera energia a partir do movimento mecânico, e o motor faz o contrário.
Motor: Bateria, corrente de controle, motor Gerador: Dinamo

Figura 55: Concepção correta da questão 7. Fonte: Digitalizada pela Autora

A resposta apresentada está correta pois o gerador transforma a energia mecânica em energia elétrica e o motor elétrico faz o processo contrário, transforma a energia elétrica em energia mecânica. Os exemplos apresentados também estão coerentes em relação ao motor elétrico e o gerador. Cerca de 13 alunos apresentaram uma resposta parcialmente correta em relação a diferença entre o motor e o gerador, porém respondeu de maneira incompleta quanto aos exemplos de cada um deles.

Posteriormente os estudantes também realizaram a avaliação das aulas de Ciências, no qual buscava identificar a avaliação das UEPS quanto ao material utilizado ser potencialmente significativo, se os organizadores prévios utilizados facilitaram para a aprendizagem significativa.

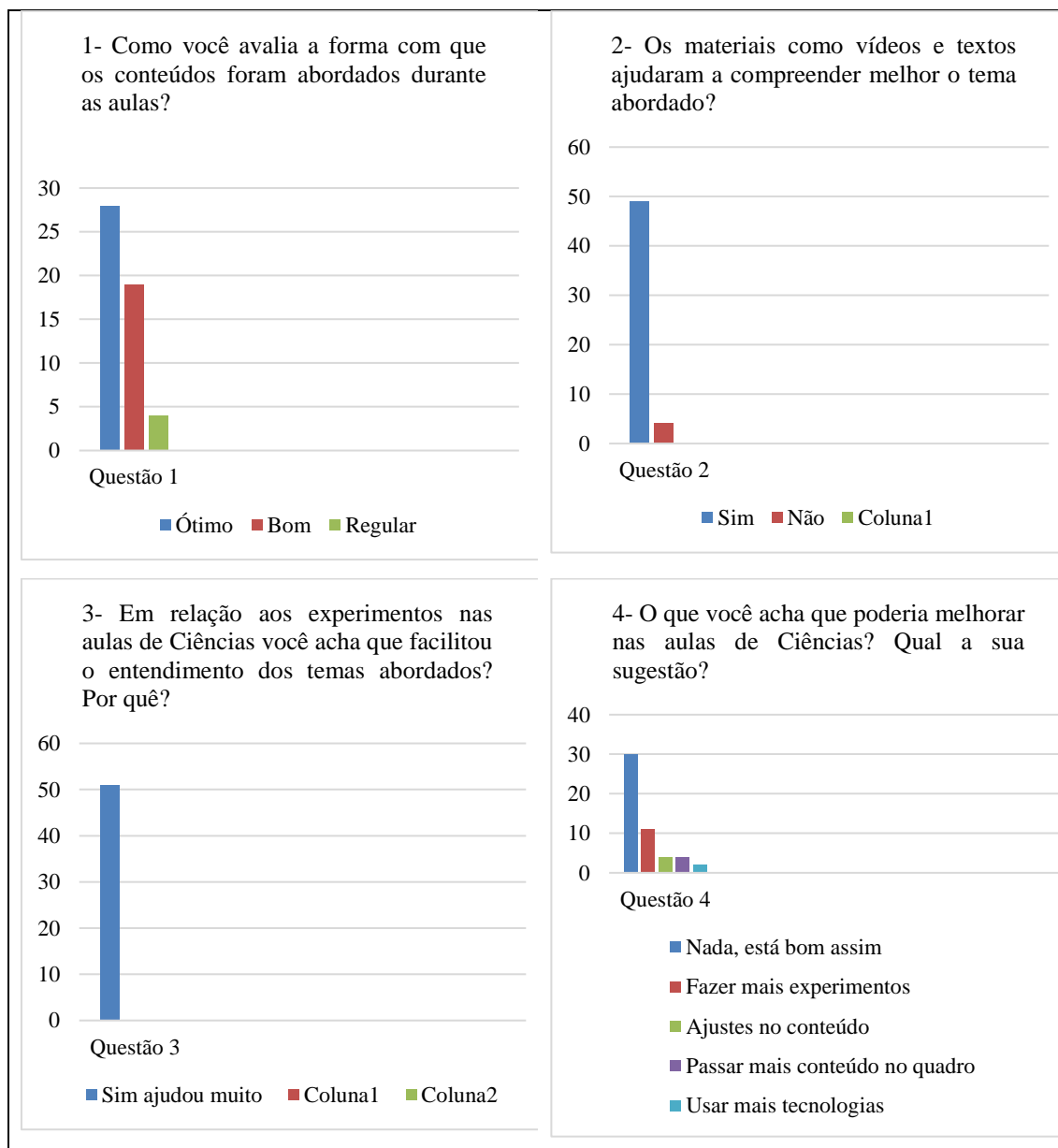
A avaliação da aplicação das UEPSs foi realizada ao final da intervenção didática da última UEPS de Eletromagnetismo, no qual os alunos de ambas as turmas participaram, no total foram 51 estudantes responderam o questionário de avaliação das aulas de Ciências de acordo com o Quadro 3.

Questionário de avaliação das aulas de Ciências

- 1- Como você avalia a forma com que os conteúdos foram abordados durante as aulas?
- 2- Os materiais como vídeos e textos ajudaram a compreender melhor o tema abordado?
- 3- Em relação aos experimentos nas aulas de Ciências você acha que facilitou o entendimento dos temas abordados? Por quê?
- 4- O que você acha que poderia melhorar nas aulas de Ciências? Qual a sua sugestão?

Quadro 3: Questionário de avaliação das aulas de Ciências. Fonte: Elaborado pela Autora

Para facilitar a compreensão dos dados foi elaborado o Quadro 4 com os gráficos das respostas obtidas em cada questão e na sequência foi realizado a discussão dos dados.



Quadro 4: Respostas da avaliação das aulas de Ciências. Fonte: Elaborado pela Autora

A primeira questão buscava saber sobre a avaliação dos alunos acerca da maneira como os conteúdos foram abordados nas aulas de Ciências. Cerca de 28 alunos afirmaram que a forma como foi abordado os conteúdos está ótima contribuindo para compreensão dos conteúdos de Ciências. Seguido de 19 alunos que afirmaram que a aula estava boa e

que o uso de apresentação de slides chamou mais atenção comparado ao uso do quadro para explicar o conteúdo. E 4 alunos afirmaram que as aulas estavam regulares correspondendo suas expectativas.

A segunda questão buscava identificar se os materiais utilizados como vídeos e textos contribuíram para a compreensão dos temas abordados. Nesta questão 42 alunos afirmaram que sim, salientando a importância de ter usado vídeos, textos e principalmente experimentos. Isso corrobora a afirmação de que a utilização de organizadores prévios nas aulas contribui para a abstração dos conceitos abordados nas aulas de Ciências.

A terceira questão queria saber se os experimentos nas aulas de Ciências facilitaram o entendimento dos temas abordados. Nesta questão de maneira unânime os 51 alunos responderam que sim, afirmando que os experimentos são muito interessantes melhorando a compreensão e também desperta a curiosidade. Com essa afirmação acaba reforçando as potencialidades dos organizadores prévios comentado na questão anterior.

E a quarta questão buscava saber o que poderia melhorar nas aulas de Ciências e qual seria a sugestão. Cerca de 30 alunos afirmaram que não precisava mudar nada, pois a maneira que estava sendo ministrada as aulas estava ótimo. Seguido de 11 estudantes que afirmaram que gostariam que tivesse mais experimentos, pois por meio deles deixa as aulas mais interativas conseguindo associar os conhecimentos com a atividade prática.

Essa afirmação corrobora as premissas para ocorrer a aprendizagem significativa, ou seja, o material ser potencialmente significativo e o aluno estar pré disposto a aprender, essa segunda condição depende do aluno, mas está intimamente relacionada com a prática do professor, se o mesmo utilizar organizadores prévios pode desencadear o interesse e a pré disposição dos estudantes [MOREIRA 2012].

Foram 4 alunos que afirmaram a necessidade de alterações no conteúdo como aprofundar um pouco mais o conteúdo abordado, seguido de 2 alunos sugeriram usar mais tecnologias nas aulas. E 4 estudantes afirmaram como sugestão passar mais conteúdos no quadro. Isso mostra como o ensino tradicional voltado para o quadro e giz está bem presente na concepção dos alunos para facilitar sua aprendizagem e quando se propõe uma abordagem diferenciada do conteúdo acaba não correspondendo a uma aprendizagem significativa.

A partir das repostas dos alunos ao questionário foi possível verificar que os mesmos apresentaram uma boa aceitação diante da maneira como as UEPSs foram abordadas ao longo das aulas. Sempre foi utilizando organizadores prévios como experimentos, vídeos e textos de divulgação científica para respeitar as premissas da

aprendizagem significativa que é o material instrucional ser potencialmente significativo e o aluno estar pré-disposto em aprender.

6.4 Participação na Feira Multidisciplinar

No dia 24 de agosto de 2019 aconteceu a feira multidisciplinar na escola envolvendo todos os alunos e comunidade escolar. Todas as turmas da escola ficaram responsáveis por trazer atividades voltadas a um dos quatro elementos da natureza, água, Terra, fogo e ar. As turmas de 9º ano ficaram responsáveis pelo elemento ar, para isso foi apresentado as maquetes com geradores que utilizam como princípio de funcionamento a força do vento para produzir energia limpa e de maneira sustentável.

As feiras de Ciências possibilitam os estudantes abordarem sobre o contexto físico de seu trabalho promovendo o crescimento científico, cultural e social [SOUSA 2020]. Nesta feira multidisciplinar os estudantes de ambas as turmas do 9º ano tiveram a oportunidade de apresentar seus trabalhos e abordar os conceitos físicos como o princípio da indução de Faraday, demonstrado nas Figuras 56 A e B.



Figura 56: Apresentação dos trabalhos na Feira Interdisciplinar. Fonte: Registrada pela Autora

Os alunos se mostraram muito entusiasmados em apresentar seus trabalhos para os outros estudantes e pessoas da comunidade escolar, isso foi observado durante toda a exposição de trabalhos. Algo que chamou a atenção foi a curiosidade dos outros alunos em manusear o experimento nas maquetes e entender como os geradores funcionavam.

Foi muito satisfatório participar deste momento e perceber como os alunos se apropriaram do conhecimento adquirido ao longo das aulas de Ciências, conseguindo responder os questionamentos com propriedade no assunto, sempre abordando sobre o princípio de funcionamento de seus geradores.

Essa participação na feira mostra indícios de aprendizagem significativa, pois os alunos conseguiram interagir o novo conhecimento com o conhecimento existente na estrutura cognitiva. [MOREIRA 2012]. Além disto é possível afirmar que as duas premissas para ocorrer a aprendizagem significativas foram respeitadas o material instrucional ser potencialmente significativo e o aluno estar pré disposto em aprender [MOREIRA 2012]. Isso pode ser verificado pelo engajamento e comprometimento dos estudantes em apresentar seus trabalhos sempre buscando abordar os conceitos físicos envolvidos em seus geradores.

Capítulo 7

Considerações Finais

Durante toda a intervenção didática buscou-se atingir a aprendizagem significativa, sempre levando em consideração o conhecimento prévio do aluno. Para isso foi utilizado organizadores prévios para tornar as aulas mais interativas e despertar o interesse e a atenção do aluno buscando respeitar os princípios da aprendizagem significativa e propiciando o afastamento de uma aprendizagem mecânica. Para atingir esse objetivo foi pensado em um material instrucional que privilegie as duas premissas da aprendizagem significativa, o material ser potencialmente significativo e o aluno estar pré disposto em aprender [MOREIRA 2012].

Cada sequência didática pretendia ancorar os novos conhecimentos com os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno. Para isso foi utilizado vários recursos e estratégias didáticas que auxiliassem na construção do conhecimento dos alunos como organizadores prévios, experimentos, vídeos, leitura e discussão de textos de revista científica, com o objetivo de centrar o ensino no aluno, com atividades colaborativas ou individuais que permitissem a externalização e reorganização dos seus significados [MOREIRA 2011 b].

Durante as aulas estimulou-se a aprendizagem significativa crítica, nos momentos de discussão sempre levando em consideração os princípios da aprendizagem significativa crítica [MOREIRA 2005 b]. O princípio de ensinar aprender perguntas ao invés de respostas, oferecendo oportunidades para os estudantes questionarem sobre o tema abordado em qualquer momento da intervenção didática, sempre propiciando a discussão dos conceitos na busca de uma aprendizagem significativa. O princípio da não centralidade do livro texto foi respeitado, sendo utilizado uma variedade de materiais instrucionais como textos de divulgação científica, demonstrações e experimentos de baixo custo, o aluno não é visto como um agente passivo e sim ativo durante todo o processo de aprendizagem.

A intervenção didática buscou a construção de conhecimento sobre o tema Eletromagnetismo, no qual foram elaboradas três UEPS, a primeira abordava sobre Eletricidade, a segunda sobre Magnetismo e terceira sobre Eletromagnetismo que tinha o objetivo de abordar sobre a indução eletromagnética e fazer a junção dos conhecimentos adquiridos das duas primeiras UEPS. Para isso foi realizado um levantamento dos

conhecimentos prévios dos estudantes e a partir disto foi possível ajustar os objetivos que a sequência pretendia alcançar.

Fazendo um comparativo entre as turmas de 9º ano do ensino fundamental foi possível verificar que ambas as turmas participaram ativamente e intensivamente das atividades desenvolvidas durante todo o processo. Mas é importante fazer algumas análises referente das turmas. Foi possível verificar que a turma da tarde apresentou mais indícios de aprendizagem significativa ao longo de toda implementação didática, mostrando-se mais pré disposta a aprender, sempre realizando mais questionamentos e apresentando melhores resultados na busca de indícios de aprendizagem significativa. Mas o que chamou a atenção foi no trabalho final, no qual a turma da manhã empenhou-se mais para apresentar um bom trabalho seja na estética da maquete quanto na abordagem dos conceitos envolvidos durante a apresentação dos trabalhos.

De modo geral pode-se afirmar que houve indícios de evolução conceitual por parte dos alunos pois os mesmos foram demonstrando evoluções a cada UEPS realizada. O processo de avaliação da aprendizagem dos alunos sempre foi considerado durante toda a intervenção didática, além dos roteiros experimentais, da participação nos momentos dos encontros, também foi necessário realizar o questionário pós-teste para verificar a consolidação dos indícios da aprendizagem significativa.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, o que mostra que a sequência didática atendeu as premissas da aprendizagem significativa e aprendizagem significativa crítica, contribuindo para o ensino de Ciências a partir das estratégias didáticas adotadas para a abordagem do eletromagnetismo aos alunos das séries finais do Ensino Fundamental.

As aulas de física no ensino fundamental oportunizam o professor a pensar e refletir sobre sua prática docente em sala de aula, no qual o objetivo é promover a aprendizagem, a aquisição de conhecimentos e o protagonismo por parte dos estudantes. Para isso o professor busca estratégias que privilegiem momentos de discussão seja em atividades colaborativas com execução de experimentos promovendo socio interacionismo entre os educandos. Para atingir esse objetivo as teorias de aprendizagem são essenciais, pois contribuem e embasam teoricamente o planejamento, a elaboração e a implementação de um trabalho profícuo.

Referências Bibliográficas

- [ALVES 2020] ALVES, A. L.; MOTTA, Y. B. M.; ZANCANELLA, A. C. Geradores elétricos monofásicos e trifásicos como suporte didático para o ensino de Eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n.2: p. 879-908, ago, 2020.
- [ARAUJO 2002] ARAUJO, M. S. T.; MÜLLER, P. “Levitação magnética”: uma aplicação do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.1: p. 110-115, abr, 2002.
- [AZEVEDO 2017] AZEVEDO, G. T.; PEIXOTO, C. J. T.; BARGOS, F. F.; MENEGATTI, C. R. Gerador Trifásico de Baixo Custo para o Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, e3503, 2017.
- [AUSUBEL 2003] AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: **Plátano**, v. 1, 2003.
- [BRASIL 1998] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [CALDAS 2019] CALDAS, R. L.; BRANCO, B. B. G.; FERREIRA, T. O. F.; REIS, M. A. M.; TEIXEIRA M. P. Proposta de ensino por meio de unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre magnetismo. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 14, n. 3, 2019.
- [CALIL 2009] CALIL, P. O professor-pesquisador no Ensino de Ciências. Curitiba: **Editora Ibpex**, 2009.
- [DAMASCENO 2017] DAMASCENO, L. E. F.; PEREIRA, L. F.; SILVA J., C. A. B. A experimentação e o livro virtual auxiliando nas aulas de ciências físicas. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 12, n. 7, 2017.
- [FERREIRA 2016] FERREIRA, E. J. B.; SILVA, A. P. B.; NASCIMENTO, L. F. Fios, bobinas e ímãs: iniciando os estudos em eletromagnetismo. **Física na Escola**, v. 14, n. 2, 2016.
- [FERREIRA 2020] FERREIRA, P. A. V.; MARTINS, A. G.; BICALHO F. S.; SANTOS, B. R. P.; CASTRO, D. J. B. Construção de um pião magnético como estratégia para promover motivação no ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 15, n. 2, 2020.
- [GARDELLI 2018] GARDELLI, D. Antecedentes históricos ao surgimento do Eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n.1: p. 118-137, abr, 2018.
- [GASPAR 2004] GASPAR, A. Motor de ímã móvel. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. especial: p. 188-193, 2004.

[GIACOMELLI 2020] GIACOMELLI, A. C.; SILVA, C. J. S. S.; ROSA, C. T. W. R. Construção de um pêndulo com ímã e bobina destinado ao ensino do eletromagnetismo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2: p. 909-924, ago. 2020.

[GUERRA 2004] GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n.2: p. 224-248, 2004.

[HEWITT 2015] HEWITT, P. G. Física Conceitual. 12. Ed. Porto Alegre: **Bookmann**, 2015.

[HILGER 2013] HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 18, n. 1, p. 199-213, 2013.

[KRASILCHIK 2011] KRASILCHIK, Myriam. Prática de ensino de biologia. São Paulo: **EDUSP**, 2011.

[KRUMMENAUER 2010] KRUMMENAUER, W. L. Situações cotidianas de dilatação térmica como motivação ao estudo deste tema no 9º ano do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 5 (3), pp. 47 – 53, 2010.

[LOBATO 2009] LOBATO, A. C.; SILVA, C. N.; LAGO, R. M.; CARDEAL, Z. L.; QUADROS, A. L. Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno? **Ensaio**, v.11, n.1, junho 2009.

[LOPES 2009] LOPES, D. M.; STEIN-BARANA, A. C. M.; MORENO, L. X. Construção de um guindaste eletromagnético para fins didáticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n.1: p. 199-207, abr, 2009.

[LUZ 2016] LUZ, A. M. R.; ALVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. C. **Física: Contexto & aplicações: ensino médio**. v. 3, 2. Ed. São Paulo: Scipicione, 2016.

[MACETI 2007] MACETI, H.; LEVADA, C. L.; LAUTENSCHLEGUER, Ciência e cotidiano: A física do chuveiro elétrico. **Scientia Plena** 3, (8), p. 313-318, 2007.

[MASSONI 2018] MASSONI, N. T.; BARP, J.; DANTAS, C. R. S. O ensino de Física na disciplina de ciências no nível fundamental: reflexões e viabilidade de uma experiência de *ensino de projetos*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n.1: p. 235-261, abr, 2018.

[MONTEIRO 2010] MONTEIRO, M. A. A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAS, A. As atividades de demonstração e a teoria de vigotski: um motor elétrico de fácil construção e baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, n. 2, p. 371-387, ago. 2010.

[MOREIRA 2005 a] MOREIRA, M.A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 4, n. 2, p.38-44, 2005a.

- [MOREIRA 2005 b] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: **Ed. do autor**, 2005b.
- [MOREIRA 2011 a] MOREIRA, M.A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 2, p. 43-63, 2011a.
- [MOREIRA 2011 b] MOREIRA, M.A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.4, n.1 p.2-17, 2011b.
- [MOREIRA 2012] MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Curriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.
- [OLIVEIRA 1993] OLIVEIRA, M. K. Vygotsky – Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: **Scipione**, 1993.
- [PINTO 2017] PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B.; FERREIRA, E. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 176-196, abr. 2017.
- [RODRIGUES 2018] RODRIGUES, J. J. V.; NEIDE, I. G. Contribuições para o entendimento da indução eletromagnética por meio de atividades experimentais e computacionais integradas. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 13, n. 1, 2018.
- [SAKA 2006] SAKA, A.; CERRAH, L.; AKDENIZ, A.R.; AYAS, A. A Cross-Age Study of the Understanding of Three Genetic Concepts: How Do They Image the Gene, DNA and chromosome? **Journal of Science Education and Technology**, v.15, n.2, p. 192 – 202, 2006.
- [SALES 2020] SALES, S. N.; LIMA, J. B.; MARQUES, C. V. V. C. O.; MARQUES, P. R. B. O. Construção e aplicação de sequência didática experimental baseada em conteúdos sobre natureza elétrica da matéria. **Experiências em Ensino de Ciências**, V. 15, n. 3, 2020.
- [SEARS 2016] SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YONG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III Eletromagnetismo**. 14. Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.
- [SILVEIRA 2014] SILVEIRA, F. P. R. A. Ensinando e investigando o uso de mapas conceituais como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, V. 19, n. 3, p. 625-642, 2014.
- [SOUSA 2020] SOUSA, M. S. M. A geleca magnética como proposta de ensino sobre o magnetismo em espaços não formais: Construindo uma oficina didática para feira de ciências. **Física na Escola**, v. 18, n. 2, 2020.
- [SOUZA 2010] SOUZA R. R.; GUSKEN, E.; MUNDIM, A.G. Brincando com correntes induzidas. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, 2010.

[SOUZA F. 2011] SOUZA F., M. P.; BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Sugestão de experimentos referentes à eletricidade e magnetismo para utilização no Ensino Fundamental. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.

[TEIXEIRA 2019] TEIXEIRA, O. P. B. A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. **Ciência Educação**, Bauru, v. 25, n.4, p. 851-854, 2019.

[VIGOTSKII 2010] VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV A. N. Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem. São Paulo: **Ícone**, 2010.

[ZABALZA 2004] ZABALZA, M.A. Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: **Artmed**, 2004.



**O ELETROMAGNETISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA DE
UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS (UEPS)**

KÉLEN DA SILVA XAVIER

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA -UFSC

2021

O ELETROMAGNETISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSTA
DE UTILIZAÇÃO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Kélen da Silva Xavier

Orientador:

Claudio Michel Poffo

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da
Universidade Federal de Santa Catarina 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:

Dr. Claudio Michel Poffo
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Marcelo Freitas de Andrade
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Marcia Martins Szortyka
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Tiago Elias Allievi Frizon
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, SC
Julho de 2021

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO AO PROFESSOR	5
APÊNDICE A. 1 - UEPS A: Os processos de eletrização e o circuito simples como organizadores prévios do estudo da Eletricidade	6
ANEXOS	10
Anexo 1	10
Questionário de concepções alternativas sobre eletromagnetismo.....	10
Anexo 2	12
Eletrização por atrito, contato e indução	12
Anexo 3	15
Diferentes luminosidades do led.....	15
Anexo 4	17
Hidrelétrica em casa	17
Anexo 5	19
Atividade avaliativa sobre eletricidade.....	19
APÊNDICE A. 2 – UEPS B: Bússola caseira como organizador prévio do estudo do Magnetismo	20
ANEXOS	24
Anexo 1	24
Bússola Caseira	24
Anexo 2	25
Curiosidade magnética	25
Anexo 3	27
Atividade avaliativa sobre Magnetismo	27
APÊNDICE A. 3 - UEPS C: Eletroímã caseiro como organizador prévio do estudo do Eletromagnetismo	28
Anexo 1	32
Eletroímã caseiro	32
Anexo 2	34
Experimento de Oersted	34
Anexo 3	35

Indução de Faraday.....	35
Anexo 4	36
Pilar da tecnologia	36
Anexo 5	39
Questionário Pós-teste de Eletromagnetismo	39
Anexo 6	41
Questionário de avaliação das aulas de Ciências	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS	43

APRESENTAÇÃO AO PROFESSOR

O educador desempenha uma função muito importante na vida escolar do indivíduo, é o professor que realiza o processo de mediação de conhecimento, para isso sempre busca novas estratégias que auxiliem o processo de aprendizagem. De acordo com Souza F. *et al*, (2011) a atividade experimental deve ser centrada na interação do estudante com o objetivo de ensino, justificando a utilização de experimentos. Essa prática desperta o interesse e dedicação do aluno para as aulas de Ciências no qual é abordado tópicos de Física.

Uma das grandes dificuldades encontradas no ensino de Ciências a falta de espaço apropriado, um laboratório, e muitas escolas não possuem. Mas o fato de não existir laboratório não inviabiliza a prática experimental, pois com experimentos mais dinâmicos e de fácil manipulação contribuem para a aprendizagem e permite a compreensão sobre o fenômeno físico que foi apresentado. Além disso é importante propor atividades de baixo custo, fácil manipulação e construção para explorar todas as potencialidades do recurso utilizado (MONTEIRO *et al*, 2010).

O produto educacional desenvolvido buscou mostrar como o eletromagnetismo pode ser abordado de maneira mais dinâmica nas séries finais do ensino fundamental, contando com aulas expositivas dialogadas, atividades experimentais e a proposta de construção de uma maquete com um gerador, construído com materiais de baixo custo com a utilização de motorzinhos de aparelhos elétricos descartados.

Este documento contém três sequências didáticas que ocuparam cerca de 26 aulas contendo a abordagem teórica dos conceitos inerentes ao Eletromagnetismo, questionários de identificação de conhecimentos prévios, roteiros de experimentos a serem desenvolvidos ao longo de cada sequência didática, todos os materiais e passos para a elaboração e implementação estão descritas neste material que foi desenvolvido pensando na inserção e discussão do tema Eletromagnetismo em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental.

APÊNDICE A. 1 - UEPS A: Os processos de eletrização e o circuito simples como organizadores prévios do estudo da Eletricidade

Contexto

Essa sequência didática busca abordar sobre a eletrostática, a estrutura do átomo, bem como os processos de eletrização por atrito, contato e indução, discutindo e realizando comparativo com os fenômenos do cotidiano. Também aborda sobre a eletrodinâmica enfatizando o funcionamento de circuito simples com o intuito de contribuir para o ensino de Ciências, sempre utilizando atividades experimentais de baixo custo.

Objetivo Geral

Apresentar a implementação de uma sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), por meio das UEPS (MOREIRA, 2011 a), no qual aborda eletricidade relacionando aos fenômenos elétricos presentes no cotidiano.

Objetivos específico

Abordar os processos de eletrização que estão relacionados a eletrostática;

Diferenciar eletrostática da eletrodinâmica por meio da utilização de circuito simples.

Materiais necessários

Sala de aula

Materiais relacionados aos experimentos que estão em anexo.

O processo de implementação desta UEPS foi de 8 aulas de 54 minutos.

Foi utilizado um mapa conceitual elaborado pela autora com a finalidade de auxiliar durante a execução da sequência didática da Figura A 1.

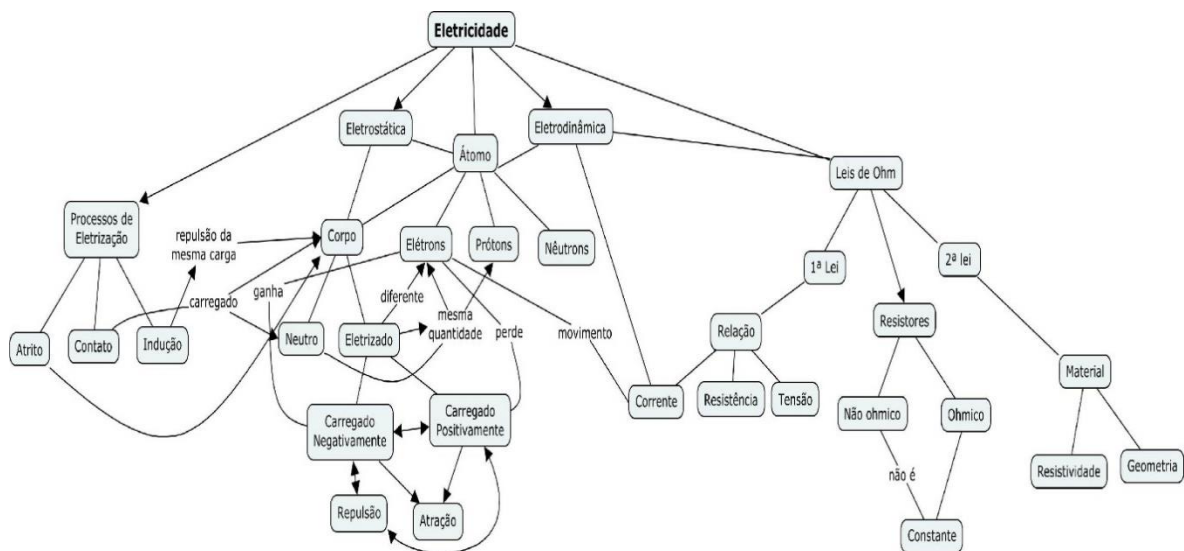


Figura A 1 - Mapa conceitual (MOREIRA, 2011 a) sobre Eletricidade
 Fonte: elaborado pela Autora

Também foi construído um diagrama V para nortear a sequência didática na Figura A 2.

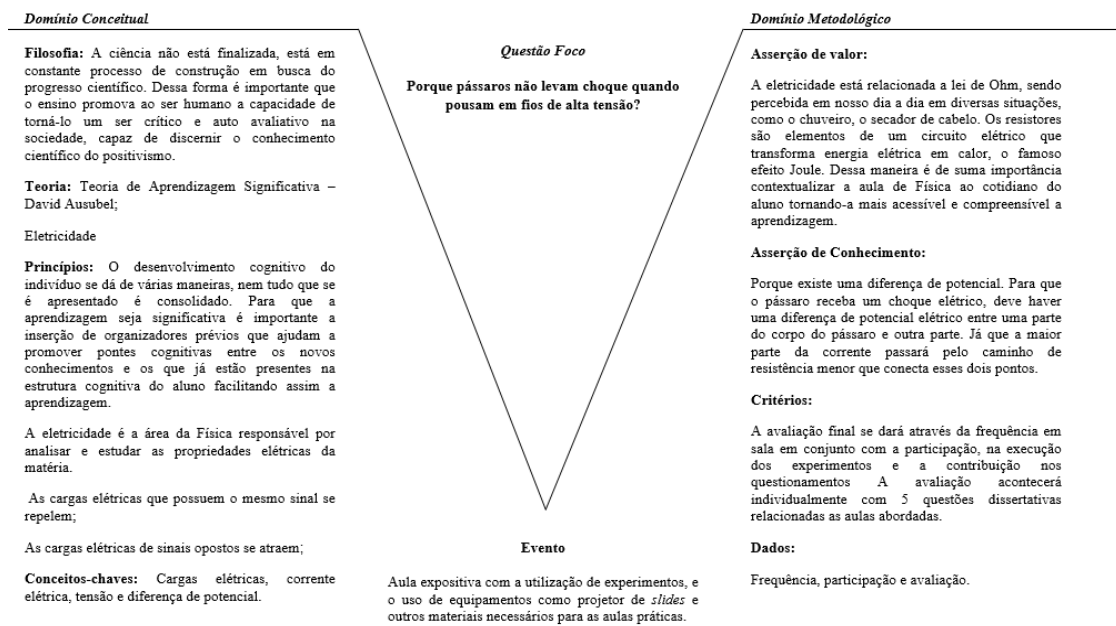


Figura A 2: Diagrama V (MOREIRA, 2011 a) sobre Eletricidade
 Fonte: elaborado pela Autora

Aspectos Sequenciais:

Situação inicial: (2 aulas) Será iniciado a aula com a aplicação de um questionário de pré-teste sobre eletromagnetismo (anexo 1). Após será realizado o experimento dos processos de eletrização (anexo 2), no qual esta atividade será em grupos com quatro ou

cinco estudantes. A partir disto os alunos irão responder um roteiro com questões para verificar suas percepções sobre o experimento. Na sequência será iniciado uma aula expositiva dialogada sobre eletricidade.

Situações-problema: (2 aulas) Será iniciado com aula expositiva-dialogada, buscando abordar algumas questões, a) Por que quando saímos de um carro que estava andando, encostamos na lataria e sentimos um choque?, b) Por que uma pessoa com o dedo levemente cortado se encostar no registro de metal do chuveiro leva um choque? e c) Por que pássaros não levam choque quando pousam em fios de alta tensão? Estas questões fazem parte da aula expositiva-dialogada e devem ser discutidas ao decorrer da aula, levando sempre em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Durante esta aula também será o momento de desconstruir as concepções alternativas evidenciadas no experimento dos processos de eletrização.

Revisão: (2 aulas) Esta aula se destina a abordar conceitos de eletricidade relacionados às cargas elétricas, tensão, diferença de potencial, resistência e corrente elétrica, bem como os aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos presentes no cotidiano dos alunos. Nesta aula será abordado sobre os circuitos e para isso será realizado o experimento sobre os diferentes brilhos de um led (anexo 3), os alunos irão responder o roteiro com duas questões.

Nova Situação-problema: (1 aula) Neste momento é indagado aos alunos, com a seguinte pergunta: Como acontece o processo de produção de energia elétrica? Para esta etapa será realizado, a leitura e discussão de um pequeno texto que aborda sobre a produção de energia elétrica de uma mini hidrelétrica que aproveita água proveniente de uma casa¹ (anexo 4). Após a leitura e discussão, os principais conceitos relacionados ao texto serão colocados no quadro. Nesta oportunidade será aproveitado para ensinar os alunos a fazer mapa conceitual.

Avaliação somativa individual: Deve acontecer durante toda a sequência didática, nos registros dos roteiros, na participação dos alunos durante as respostas das situações problema e na avaliação final.

¹ **Hidrelétrica em casa.** Revista Ciência Hoje para as Crianças. ed. 260. set. 2014. Disponível em:<<http://chc.org.br/hidreletrica-em-casa/>>. Acesso em 12 mar. 2019.

Aula integradora: (1 aula) Esta aula será para tirar as dúvidas sobre os temas abordados e também se destina a atividade final, no qual os alunos individualmente irão responder cinco questões (anexo 5) acerca do tema abordado durante as aulas.

Avaliação da Aprendizagem na UEPS: Será feita através da participação dos alunos na execução dos experimentos, nas questões avaliativas dos roteiros, pelas contribuições nos questionamentos sobre os conceitos abordados nas aulas expositivas-dialogadas.

Avaliação da UEPS: Será entregue algumas perguntas aos alunos relacionados ao modo de abordagem da sequência didática, e também será avaliado as observações oriundas durante a aplicação das aulas e se os alunos conseguiram apresentar indícios de uma aprendizagem significativa.

Total de horas-aula: 8

ANEXOS

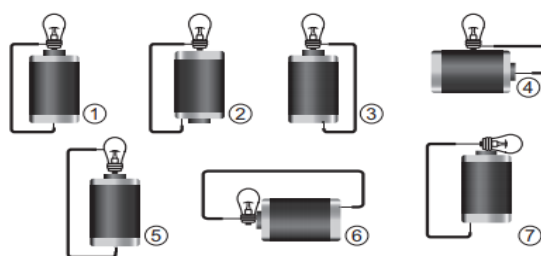
Anexo 1

Questionário de concepções alternativas sobre eletromagnetismo.

Referências: Questão (1)², questão (2)³

- 1- Em alguns dias principalmente nos mais secos, podemos levar pequenos choques quando encostamos em objetos de metal ou até mesmo em outras pessoas. Que explicação você daria para este fato?

- 2- Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:
Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Fonte: <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/06/prova-enem-azul-2011-1dia.pdf>

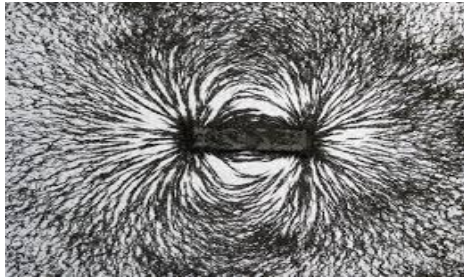
- 3- As lâmpadas que enfeitam as árvores de Natal, o conhecido pisca pisca. O que acontece à corrente elétrica nas lâmpadas se uma das que está em série queimar?

² CARNEVALLE, M. R. **Projeto Araribá: Ciências**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

³ **Exame Nacional do Ensino Médio**. Inep. Ministério da Educação. 2011. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/06/prova-enem-azul-2011-1dia.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

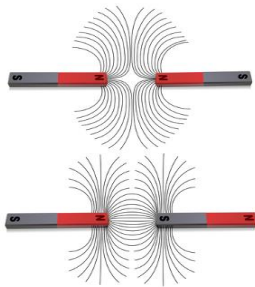
- 4- As alianças banhadas a ouro são constituídas por uma liga metálica de ouro, prata e cobre. Quando esta aliança é aproximada de ímã por que não fica grudada?

- 5- O planeta Terra é considerado um ímã gigante e possui um campo magnético que protege os seres vivos dos ventos solares e da radiação do sol. Observando a figura abaixo qual a relação do campo magnético terrestre com o ímã?



Fonte: http://masimoes.pro.br/fisica_el/campos-magneticos-produzido.html

- 6- De acordo com as figuras abaixo por que os ímãs se separam e se juntam? Que fatores levam para que isso ocorrer?



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/magnetismo.htm>

- 7- Caso um carrinho de controle remoto caia no chão e se desmonte você perceberá que dentro do motorzinho possui um ímã. Na sua opinião para que serve este ímã?

Anexo 2

Eletrização por atrito, contato e indução

Material:

- Balão;
- Canudo;
- Papeis picados.



Figura 1: Balão grudado no cabelo

Fonte:

<http://www.falamae.com/2014/08/pequenos-cientistas-10-eletricidade.html/>

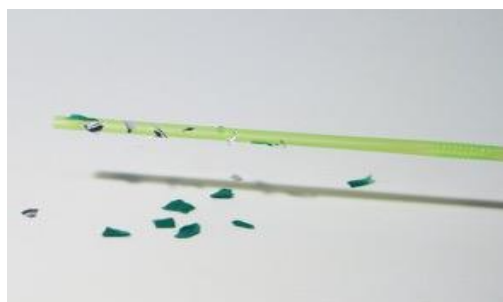


Figura 2: Canudo próximo dos papéis

Fonte:

https://www.ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5048p_electrostaticStraw.html

Procedimento:

- Esfregue o balão no seu cabelo e levante o balão levemente como na Figura 1.
- Atrite o canudo com um papel e passe perto dos papéis picados como na Figura 2.

O que observar:

- Como o balão e o canudo interagem com os objetos atritados;

Questões:

- 1- O que acontece quando o balão ao levantar depois que é atritado no cabelo? Por que isso ocorre?
- 2- Após atritar o canudo e aproximar dos papéis picados o que acontece? Por que isso ocorre?

Respostas:

- 1- O balão ficará grudado e irá atrair parte dos fios de cabelo em função do processo de eletrização por atrito do cabelo com o balão. Neste caso o balão ficou carregado negativamente e o cabelo carregado positivamente, por isso ocorre a atração entre ambos após o atrito.
- 2- Os papéis ficam grudados no canudo. Isso ocorre porque o canudo estava carregado negativamente quando foi atritado ao guardanapo, deste modo ao se aproximar dos papéis picados que estão neutros, acabam sendo atraídos pelo canudo de maneira que fiquem fixados. A partir do momento que ocorrem o compartilhamento de cargas, ambos os corpos irão ficar carregados negativamente e aos poucos os papéis irão cair do canudo.

Eletrização por indução

Material:

- Suporte de madeira
- Dois canudos;
- Linha de costura;
- Papel alumínio;
- Guardanapo.



Figura 3: Pêndulo elétrico

Fonte:

http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Demo%20Canudinho.htm

Procedimento:

- Montar o aparato da Figura 3;
- Atrite um canudo com o guardanapo e aproxime da moeda de papel alumínio;
- Posteriormente encoste o canudo na moeda.

O que observar:

- Como a moeda de alumínio se comporta quando o canudo se aproxima.

Questões:

- 1- Ao atritar o canudo e aproximar da moeda o que acontece? Por que isso ocorre?
- 2- Ao encostar o canudo na moeda o que acontece? Por que isso ocorre?

Respostas:

- 1- Ele atrai a moeda de alumínio de maneira que fique muito próxima do canudo sem ocorrer o contato em um primeiro momento. Isso acontece porque o canudo está carregado negativamente e quando ele é aproximado faz com que ocorra a indução das cargas positivas que migram para as proximidades da moeda na parte próxima ao canudo.
- 2- No momento que ocorre o contato acontece o compartilhamento de cargas e ambos ficam carregados com cargas de mesmo sinal. Desta maneira após o contato não ocorre mais atração e sim repulsão entre o canudo e a moeda de alumínio.

Anexo 3

Diferentes luminosidades do led

Material:

- 1 led de 3 volts;
- Duas pilhas de 1,5 volts;
- 20 centímetros de fio de cobre;
- 20 centímetros de fio níquel-cromo;
- Três fios conectores
- Fita crepe

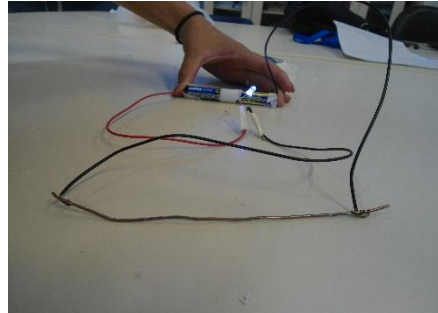


Figura 4: Circuito fechado
Fonte: Elaborada pela autora

Procedimento

- Conecte as duas pilhas com fita crepe, após com os fios conectores e fixe-os na pilha com a fita crepe;
- Também conecte o led com um dos fios que estão conectados na pilha, e a outra extremidade livre para conectar com os fios de cobre e de níquel-cromo;
- Feche o circuito primeiro com o fio de cobre e observe, de acordo com a Figura 4.
- Agora repita o mesmo passo com o fio de níquel-cromo.

O que observar

- As diferenças do brilho do led com fios diferentes;

Questões:

- 1- O que acontece quando os fios do circuito são conectados ao fio de cobre, e depois ao fio de níquel cromo? Porque isso aconteceu?
- 2- A diferença da seção transversal (área) de cada fio, interfere no brilho do led? Porque isso acontece?

Respostas:

- 1- Em ambos os fios a corrente irá passar e o led irá acender. Porém no fio de níquel cromo o brilho do led é menos intenso comparado ao brilho do led que está conectado no fio de cobre. Isso ocorre porque o fio de níquel cromo apresenta mais resistência do que o fio de cobre, em função disto no fio que possui menor resistência irá permitir a passagem de mais corrente e o brilho do led também será mais intenso.

- 2- Sim, pois em função da área de seção transversal é o que irá definir a diferença de resistência entre os fios e conseqüentemente o brilho que os leds irão apresentar, mas levando em consideração que ambos os fios possuem o mesmo comprimento.

Anexo 4

Hidrelétrica em casa⁴

Você já deve ter ouvido falar de maneiras alternativas de gerar energia sem poluir o meio ambiente. Um exemplo são as hidrelétricas, que produzem energia a partir da força dos rios. Mesmo sem causar sujeira, as usinas hidrelétricas também têm impacto ambiental, pois sua instalação alaga áreas enormes e destrói os ecossistemas ali existentes.

Pensando nisso, criativos engenheiros da empresa Água Terra Ar (ATA) criaram um tipo de usina hidrelétrica que pode ser instalada sem causar alagamento e, acredite, dentro da sua própria casa. É a Usina Geradora de Energia Sustentável (UGES), que não usa a força dos rios, mas sim da água encanada que chega a reservatórios caseiros como as caixas d'água.



Parte da Uges que fica na caixa d'água transformando a água que entra em energia. (foto: Jorge Correa)

O projeto é uma alternativa limpa para gerar eletricidade e produz mais da metade da energia consumida por uma casa. Além disso, por ser móvel e prática, pode ser instalada em qualquer lugar onde tenha abastecimento de água. “É uma solução barata para comunidades isoladas, residências, indústrias e centros comerciais”, avalia a engenheira da ATA e uma das responsáveis pelo invento Jorgea Correa. “Ela pode ajudar a contornar problemas como apagões por se tratar de uma energia independente, que é gerada na sua própria casa”.

⁴ Referência: **Hidrelétrica em casa**. Revista Ciência Hoje para as Crianças. ed. 260. set. 2014. Disponível em: < <http://chc.org.br/hidreletrica-em-casa/>>. Acesso em 12 mar. 2019.

Produzir e armazenar

A UGES, assim como uma hidrelétrica comum, conta com uma turbina, mas, ao invés de ser o rio a girá-la, é a água que entra na caixa d'água que provoca esse movimento.

“A água encanada chega com uma força que, ao passar pelo equipamento, faz a turbina girar e produz energia elétrica”, explica o engenheiro e coautor do projeto Mauro Serra, também da ATA. “Essa energia é levada até a segunda parte da UGES através de fiação elétrica e é transformada e armazenada, abastecendo o local e gerando energia. A energia não consumida fica armazenada em baterias até que alguém precise utilizá-la”.



Parte móvel da Uges que acumula a energia gerada pelo consumo de água. (foto : Jorgea Correa)

Vale destacar que, embora possa ser instalada em qualquer lugar, essa pequena e portátil usina hidrelétrica tem restrições, pois não gera energia suficiente para suportar aparelhos de alto consumo como micro-ondas e chuveiros elétricos. “Ela é ideal para geladeiras, televisões, liquidificadores, *notebooks* e outros aparelhos que tenham baixo ou médio consumo de eletricidade, além de lâmpas comuns”, esclarece Jorgea.

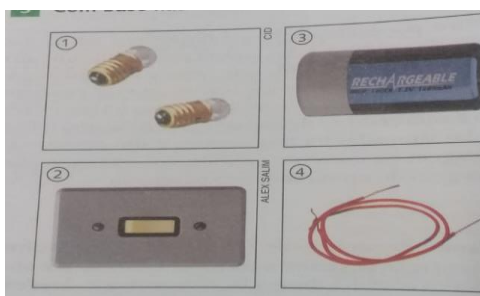
A UGES começará a ser vendida dentro de alguns meses após o término de sua construção e início da produção e poderá ser usada por qualquer pessoa. Para isso, basta conectá-la no reservatório de água local e no quadro de energia da residência ou diretamente em algum aparelho específico. Já pensou como seria legal contar para os seus amigos que você tem uma usina hidrelétrica bem na sua casa?

Anexo 5

Atividade avaliativa sobre eletricidade

Referências: Questões (1, 4 e 5)⁵, questão (2)⁶ e questão (3)⁷

- 1- Em alguns pedágios rodoviários existe um fino arame metálico fixado verticalmente no piso da rodovia, que entra em contato com os carros antes que eles alcancem a guarita do funcionário do pedágio. Qual a finalidade do arame?
- 2- Responda as questões.
 - a) Quando dizemos que um corpo está eletricamente neutro?
 - b) De quais maneiras os corpos podem se eletrizar?
 - c) O que pode acontecer quando dois corpos carregados eletricamente são colocados próximos?
 - d) Como se comportam os elétrons livres da maçaneta de uma porta?
- 3- Com base nas fotos:



Fonte: CRUZ, p. 134

Responda:

- a) O que transforma a energia elétrica em luz e calor?
 - b) O que gera eletricidade?
 - c) O que conduz a eletricidade?
 - d) O que abre e fecha o circuito.
- 4- Em qual dos circuitos mostrados abaixo existe uma corrente passando pelo filamento da lâmpada?



Fonte: Hewitt, p. 405

- 5- Qual o valor da corrente que fluirá por uma lâmpada de resistência igual a 60Ω , quando 12 V forem aplicados através dela?

⁵ Referência: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. Ed. Porto Alegre: Bookmann. 2002.

⁶ Referência: CARNEVALLE, M. R. **Projeto Araribá: Ciências**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

⁷ Referência: CRUZ, J. L. C. **Projeto Araribá: Ciências**. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2006.

APÊNDICE A. 2 – UEPS B: Bússola caseira como organizador prévio do estudo do Magnetismo

Contexto

Essa sequência didática busca abordar sobre as características do magnetismo terrestre por meio da utilização e orientação da bússola caseira com o campo magnético da Terra, e desta maneira abordar os conceitos físicos envolvidos nas características magnéticas dos ímãs, bem como a orientação dos pólos verificando a força de atração e força de repulsão dos ímãs e a visualização de linhas de campo com a utilização da limalha de ferro, essas atividades experimentais buscam contribuir com o ensino de Ciências.

Objetivo Geral

Apresentar a implementação de uma sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), por meio das UEPS (MOREIRA, 2011 a), no qual aborda as características do magnetismo relacionada aos fenômenos magnéticos presentes no cotidiano.

Objetivos específicos

Abordar as características e propriedades do magnetismo;

Relacionar o campo magnético terrestre com a orientação da bússola;

Verificar a força magnética na interação de ímãs presentes no cotidiano dos alunos.

Materiais necessários

Sala de aula

Materiais relacionados aos experimentos que estão em anexo.

O processo de implementação desta UEPS foi de 8 aulas de 54 minutos.

Foi utilizado um mapa conceitual elaborado pela autora com a finalidade de auxiliar durante a execução da sequência didática Figura B 1.

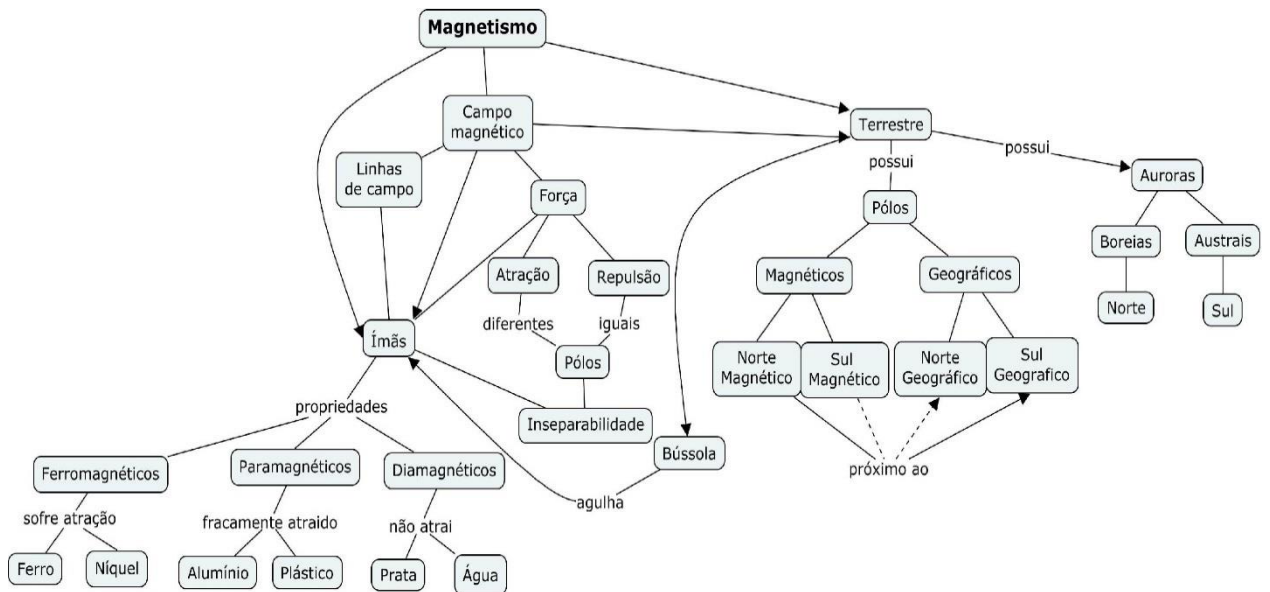


Figura B 1 - Mapa conceitual (MOREIRA, 2011 a) sobre Magnetismo
 Fonte: elaborado pela Autora

O diagrama V foi elaborado para nortear o planejamento das aulas da sequência didática representado na Figura B 2.

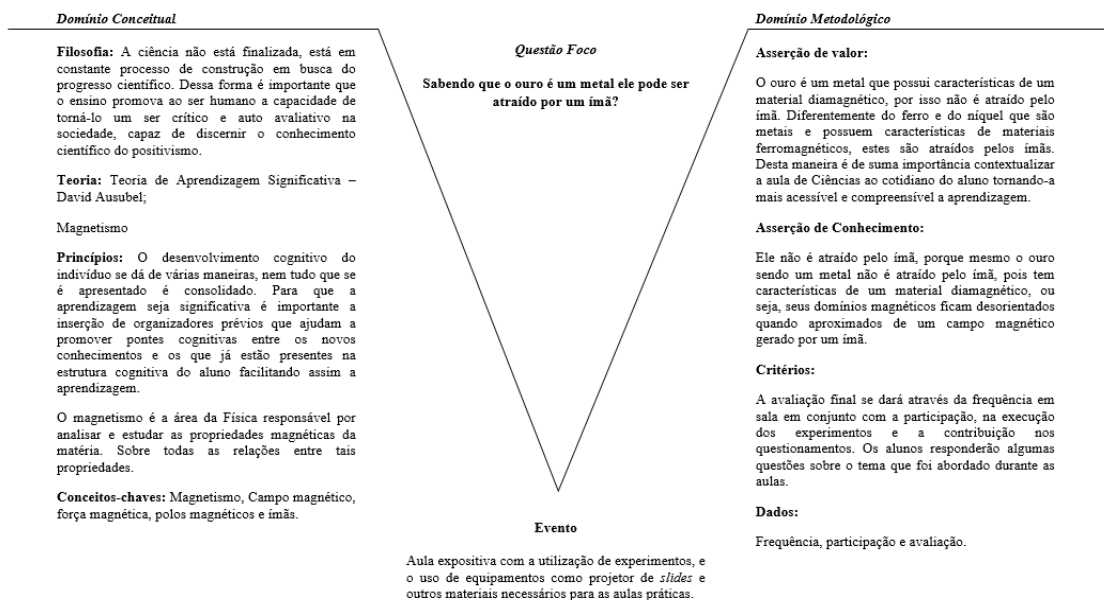


Figura B 2 - Diagrama V (MOREIRA, 2011 a) sobre Magnetismo
 Fonte: elaborado pela Autora

Aspectos Sequenciais:

Situação inicial: (2 aulas) Será iniciado com o experimento da bússola caseira (anexo 1), no qual esta atividade será em grupos com quatro ou cinco estudantes. A partir disto os alunos irão responder um roteiro com questões para verificar suas percepções sobre o experimento. Após será apresentado um vídeo intitulado Aurora Boreal, Austral e campo magnético da Terra⁸. Essas duas práticas servirão como organizadores prévios. Após esta atividade os alunos serão indagados como o campo magnético terrestre pode proteger a Terra dos ventos solares? E como uma bússola caseira se orienta?

Situações-problema: (2 aulas) Será iniciado uma aula expositiva-dialogada, buscando abordar algumas questões, a) Por que um ímã quebrado ainda é capaz de atrair metais e moedas? b) A aliança de ouro é um metal, porque ela não é atraída pelo ímã?, c) Por que dois ímãs colocados a uma certa distância exercem atração e repulsão?, d) Por que ímãs são encontrados em aparelhos elétricos? e e) Onde podem ser encontrados ímãs no cotidiano? Estas questões fazem parte da aula expositiva-dialogada e devem ser discutidas ao decorrer da aula, levando sempre em consideração os conhecimentos prévios dos alunos.

Durante esta aula serão abordados conceitos relacionados às propriedades dos ímãs, o magnetismo terrestre, os ímãs que estão presentes no cotidiano nos mais diversos aparelhos elétricos e eletrônicos e momento de desconstruir as concepções alternativas evidenciadas no experimento da bússola caseira.

Revisão: (2 aulas) Esta aula se destina a abordar conceitos relacionados ao magnetismo no cotidiano. Será realizada uma aula prática sobre fenômenos magnéticos, no qual os alunos irão manusear alguns experimentos: 1) dois ímãs circulares furados no meio de tamanhos iguais serão colocados em uma haste, em um primeiro momento os lados de mesma polaridade virados para si e no segundo momento com os polos opostos de mesmo lado, para observar a força magnética de atração e repulsão, o campo magnético e os materiais que são diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos e 2); a utilização de ímãs com vários formatos para observar as linhas de campo, juntamente com a limalha de ferro sobre uma folha de papel.

⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=diMTrhg15Es&t=22s>

Nova Situação-problema: (1 aula) Neste momento é indagado os alunos, com a seguinte pergunta como uma bússola se orienta? Para esta etapa será realizado a leitura e discussão de um pequeno texto que aborda as características do campo magnético terrestre e como a bússola se orienta (anexo 2). Após a leitura e discussão, os principais conceitos relacionados ao texto serão colocados no quadro com o auxílio dos alunos, e na sequência irão confeccionar seu mapa conceitual.

Avaliação somativa individual: Deve acontecer durante toda a sequência didática, nos registros dos roteiros, na participação dos alunos durante as respostas das situações problema e na avaliação final.

Aula integradora: (1 aula) Esta é para tirar as dúvidas finais que surgirem sobre os temas abordados e também se destina a atividade final, desta sequência didática no qual será entregue cinco questões (anexo 3) para responder em sala. Os alunos individualmente podem consultar seu material para fazer o trabalho sobre magnetismo.

Avaliação da Aprendizagem na UEPS: Será feita através da participação dos alunos na execução dos experimentos, nas questões avaliativas dos roteiros, pelas contribuições nos questionamentos sobre os conceitos abordados nas aulas expositivas-dialogadas e também na entrega dos mapas conceituais que serão realizados individualmente.

Avaliação da UEPS: Será entregue algumas perguntas aos alunos relacionados ao modo de abordagem da sequência didática, e também será avaliado as observações oriundas durante a aplicação das aulas e se os alunos conseguiram apresentar indícios de uma aprendizagem significativa.

Total de horas-aula: 8

ANEXOS

Anexo 1

Bússola Caseira

Material

- 1 agulha de costura;
- 1 pedaço de isopor;
- 1 recipiente com água;
- 1 ímã;

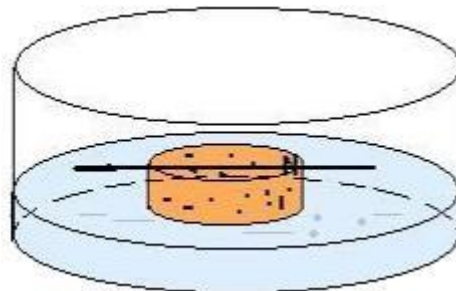


Figura 1: Bússola Caseira

Fonte:

http://www.universodesbravador.com.br/gebral/faca_voce/outros/index_bussola_caseira_01.htm

Procedimento:

1. Imantar a agulha no ímã, depois coloque a agulha sobre o isopor, conforme a Figura 1;
2. Coloque esta bússola dentro do recipiente com água.

O que observar:

- Para onde a agulha aponta.

Questões:

- 1- O que aconteceu com a agulha da bússola? Por que ela se posiciona sempre na mesma direção?
- 2- Se virarmos de lado a bússola ela se alinhará novamente? Por quê?

Respostas:

- 1- A agulha sempre fica na mesma posição. Isso ocorre porque a agulha que agora é um ímã, irá se alinhar com o campo magnético terrestre.
- 2- Sim, pois a agulha imantada irá se alinhar com o campo magnético terrestre, mesmo virando de lado ela irá voltar a sua posição inicial de alinhamento.

Anexo 2

Curiosidade magnética⁹

Você conhece o capitão Jack Sparrow, do filme Piratas do Caribe? Além de esperto e engraçado, ele tem uma bússola mágica que sempre aponta para o que ele mais deseja no mundo.

No mundo real, as bússolas são baseadas totalmente na ciência, mas não deixam de ser tão incríveis quanto aquela afinal, sem elas as aventuras de piratas e navegadores de verdade jamais aconteceriam! Você sabe como esses instrumentos funcionam?

De maneira geral, a bússola utiliza os campos magnéticos da Terra para determinar para que lado fica o Norte e, assim, orientar o viajante. Isso é possível porque o núcleo da Terra é formado por metal em estado líquido e sólido. Ele gera um campo magnético que transforma nosso globo em um grande ímã, com polos norte e sul, localizados próximo aos pólos Norte e Sul geográficos – aqueles que sinalizamos no mapa.

A agulha da bússola também é um ímã, que se alinha ao campo magnético da Terra, apontando para o sul magnético do planeta. Mas espera aí: a bússola não aponta para o Norte? Pode parecer estranho, mas os polos magnéticos e geográficos da Terra são invertidos, ou seja, o sul magnético está localizado no Norte geográfico e vice-versa.



⁹ Referência: **Curiosidade Magnética**. Ciência Hoje das Crianças. ed. 253, fev. 2014. Disponível em: <<http://chc.org.br/curiosidade-magnetica/>>. Acesso em 09 mar. 2019.

<p>Bússola do Capitão Jack Sparrow, que aponta para o que mais se deseja no mundo, no filme Piratas do Caribe. (foto: Flickr/Anime Nut/ CC BY-NC-ND 2.0)</p>	<p>Bússola tradicional. Quando elas apontam para o Norte geográfico, lá pelo Canadá, na verdade, querem dizer que ali é o polo sul magnético da Terra. (foto: Flickr/Calsidyrose/ CC BY 2.0)</p>	<p>exatamente no mesmo lugar. Por convenção, o norte magnético (nm) fica no Norte e o sul magnético (sm) no Sul do planeta, embora a realidade física diga o contrário. A bússola aponta sempre em direção ao Norte.</p>
--	--	--

Que baita confusão! Isso acontece porque as orientações de Norte e Sul nos mapas foram estabelecidas antes de entendermos o magnetismo da Terra. Quando os cientistas perceberam que os polos magnéticos e geográficos estavam invertidos, já era muito tarde...

Para evitar confusão e não ser necessário mudar todos os mapas conhecidos, ficou assim mesmo. E aí vai mais uma informação para você ficar de queixo caído: em alguns momentos do passado, os polos magnéticos da Terra já foram diferentes – o polo norte magnético já virou polo sul e vice-versa. “Esse tipo de mudança drástica é algo natural e já ocorreu diversas vezes”, conta Eder Molina, geofísico do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. “Vai acontecer de novo. Só não é possível prever exatamente quando – provavelmente daqui a milhares de anos”. As consequências do fenômeno, segundo ele, podem até fazer o campo magnético da Terra, que protege nosso planeta da radiação solar, deixar de existir por algum tempo. Viu só? As bússolas reais não deixam nada a dever às bússolas do cinema – também são cheias de mistério e curiosidade!

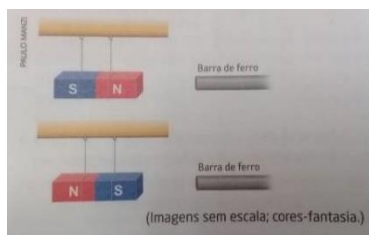
Anexo 3

Atividade avaliativa sobre Magnetismo

Referências: Questão (1)¹⁰; questão (3)¹¹, questões (4 e 5)¹²

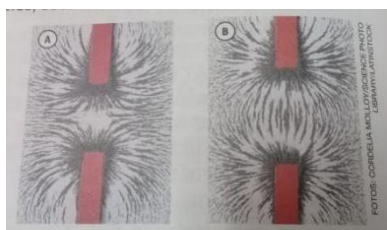
- 1- Por que um ímã atrairá uma agulha comum ou um clipe metálico para prender papéis, mas não um lápis de madeira?
- 2- Como uma bússola se orienta com o campo magnético terrestre? Explique.
- 3- Corrija em seu caderno, as afirmações erradas.
 - a) O pólo sul geográfico coincide com o pólo sul magnético da Terra.
 - b) Os ímãs atraem qualquer tipo de objeto.
 - c) A Terra tem pólos magnéticos.
 - d) Ao se partir um ímã ao meio, obtém-se um pedaço com somente o pólo norte e outro com somente o pólo sul.

- 4- Dois ímãs presos ao teto por meio de barbantes e são colocados nas proximidades de uma barra de ferro, como mostra a figura abaixo. Um dos ímãs tem seu pólo norte voltado para a barra de ferro, e outro tem seu pólo sul. Em cada uma das situações, qual será o comportamento do ímã? Faça um desenho.



Fonte: Carnevalle, p. 224

- 5- Quatro ímãs são colocados sobre uma mesa e separados dois a dois por uma pequena distância. Os ímãs da primeira dupla são arranjados com o pólo norte de um voltado para o pólo norte do outro, e os ímãs do segundo conjunto, com o pólo norte de um voltado para o pólo sul do outro. Ao espalhar limalha de ferro sobre todos eles, obtêm-se duas fotografias.



Fonte: Carnevalle, p. 224

- Faça um desenho com a representação das linhas de campo em cada um dos casos e interprete as configurações segundo as forças de interação entre os ímãs.

¹⁰ HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. Ed. Porto Alegre: Bookmann. 2002.

¹¹ CRUZ, J. L. C. **Projeto Araribá: Ciências**. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2006.

¹² CARNEVALLE, M. R. **Projeto Araribá: Ciências**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

APÊNDICE A. 3 - UEPS C: Eletroímã caseiro como organizador prévio do estudo do Eletromagnetismo

Contexto

Essa sequência didática busca abordar sobre o funcionamento de um eletroímã caseiro a partir da junção dos conceitos de eletricidade e magnetismo, também verificando por meio do experimento de Oersted o surgimento do eletromagnetismo. A partir dos conceitos físicos apresentados abordar sobre a produção de energia por meio da indução de Faraday, buscando contribuir para o ensino de Ciências.

Objetivo Geral

Apresentar a implementação de uma sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), por meio das UEPS (MOREIRA, 2011 a), no qual aborda sobre o eletromagnetismo relacionando o princípio da indução de Faraday relacionando com o funcionamento dos geradores presentes no cotidiano do aluno.

Objetivos específicos

Abordar sobre a formação de campo magnético em um eletroímã;

Relacionar os conceitos de eletromagnetismo com o princípio de geração de energia.

Materiais necessários

Sala de aula

Materiais relacionados aos experimentos que estão em anexo.

O processo de implementação desta UEPS foi de 10 aulas de 54 minutos.

Foi utilizado um mapa conceitual elaborado pela autora com a finalidade de auxiliar durante a execução da sequência didática de acordo com a Figura C 1.

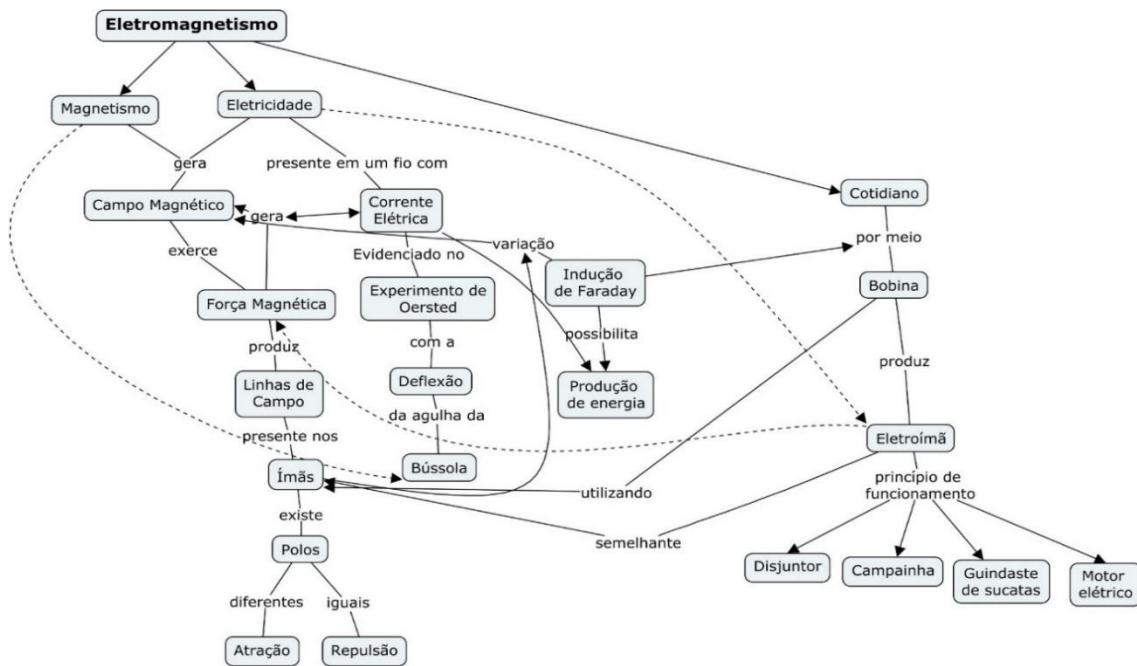


Figura C 1 - Mapa conceitual (MOREIRA, 2011 a) sobre Eletromagnetismo
 Fonte: elaborado pela Autora

Também foi construído um diagrama V para nortear a sequência didática conforme a Figura C 2.

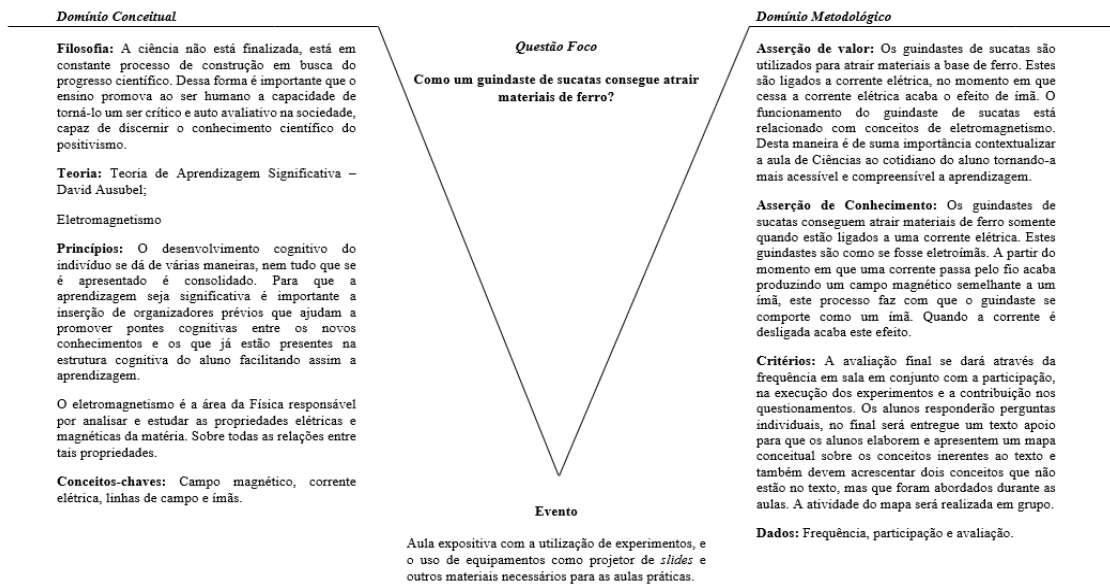


Figura C 2 - Diagrama V (MOREIRA, 2011 a) sobre Eletromagnetismo
 Fonte: elaborado pela Autora

Aspectos Sequenciais

Situação inicial: (2 aulas) Será iniciado com a retomada dos conceitos sobre eletricidade e magnetismo buscando relacionar a corrente elétrica com a produção de campo magnético por meio de uma aula expositiva dialogada. Após será proposto a construção de um experimento sobre o eletroímã caseiro (anexo 1), esta atividade será realizada em grupo de quatro ou cinco estudantes. Por meio do roteiro os alunos irão responder algumas questões para verificar as percepções sobre o experimento relacionando-o com o vídeo que será exibido um sobre um eletroímã utilizado para remover sucatas¹³.

Situações-problema: (2 aula) Será retomada a aula expositiva dialogada sobre corrente elétrica, e produção de um campo magnético por meio de um fio com corrente elétrica, força magnética e também serão abordadas algumas questões, a) O que faz o eletroímã atrair as sucatas? b) Como um motor elétrico de um carrinho consegue girar as rodinhas? c) Qual a diferença entre uma torradeira e um liquidificador? d) Como um dínamo de uma bicicleta produz luz? e) Como acontece a produção de energia elétrica?

Estas questões fazem parte da aula expositiva dialogada e devem ser discutidas no decorrer da aula, sempre levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Neste momento será discutido o experimento do eletroímã caseiro, com o objetivo de desconstruir os erros conceituais que possam ter surgido durante a execução do experimento e relacionar com as situações problema acima expostas.

Revisão: (2 aulas) Estas aulas se destinam a terminar a aula expositiva dialogada no qual retomado os conceitos de eletromagnetismo, para evidenciar a força magnética em um fio com corrente, e que um fio com corrente é capaz de gerar um campo magnético será realizado a demonstração do experimento de Oersted (anexo 2) no qual a agulha da bússola sofre deflexão no momento em que um campo magnético externo. Este é causado por um fio com corrente que exerce uma força sobre agulha da bússola. Posteriormente serão retomadas as questões da situação problema, buscando relacionar com os conceitos, como: campo magnético, força magnética, regra da mão direita que estão envolvidos em um gerador elétrico e um motor elétrico.

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ghDFP-OiDMM>>. Acesso em 27 mar. de 2019.

Nova Situação-problema: (1 aula) Será realizado a demonstração do experimento da indução de Faraday (anexo 3), no qual a intenção é mostrar que a variação de um campo magnético é capaz de produzir corrente elétrica. Na sequência será exibido um vídeo intitulado Entramos nas Turbinas de Itaipu¹⁴. Após será realizado a discussão do vídeo que aborda como uma hidrelétrica funciona.

Avaliação somativa individual: (1 aula) Como atividade avaliativa os alunos irão construir individualmente um mapa conceitual sobre os conceitos abordados nas aulas de eletromagnetismo.

Aula integradora: (2 aulas) Será iniciado com a leitura e discussão do texto Pilar da Tecnologia (anexo 4) para contextualizar um recorte histórico sobre a tecnologia relacionada ao eletromagnetismo. Após será tirado as dúvidas finais que surgirem sobre os temas abordados e também uma proposta de atividade em grupo, nesta os alunos podem ter auxílio de pesquisa bibliográfica e dos conhecimentos compartilhados nas aulas anteriores.

Os alunos devem construir um experimento, ou seja, mini gerador no qual irão apresentar seu funcionamento aos demais colegas. Será solicitado a entrega de uma parte escrita deste trabalho que busca abordar sobre as formas de produção de energia sustentável. Posteriormente os alunos individualmente irão responder um questionário de pós-teste (anexo 5) e entregar ao final da aula.

Avaliação da Aprendizagem na UEPS: Será feita através da participação dos alunos na execução dos experimentos, nas questões avaliativas dos roteiros, pelas contribuições nos questionamentos sobre os conceitos abordados nas aulas expositivas dialogadas e também na entrega dos mapas conceituais que serão realizados individualmente e apresentação do mini gerador à turma como atividade final.

Avaliação da UEPS: Será entregue algumas perguntas aos alunos relacionados ao modo de abordagem da sequência didática (anexo 6), e também será avaliado as observações oriundas durante a aplicação das aulas e se os alunos conseguiram apresentar indícios de uma aprendizagem significativa.

Total de horas-aula: 10

¹⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=48IlepuOvLw>>. Acesso em 27 mar. de 2019.

Anexo 1

Eletroímã caseiro

Material:

- 1 prego de ferro;
- Fio de cobre;
- 2 pilhas de 1,5 V;
- Limalha de ferro

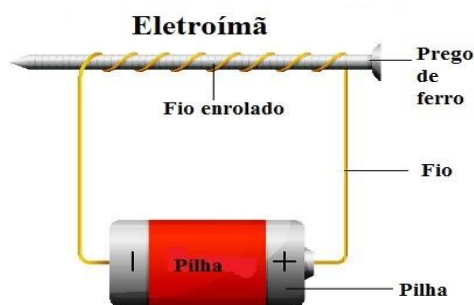


Figura 1: Eletroímã caseiro

Fonte:

<http://fisicamagnetica2017.blogspot.com/2017/09/mas-permanentes-e-transitorios.html>

Procedimento:

1. Enrole o fio de cobre no prego conforme a Figura 1;
2. Depois feche o circuito na pilha, aproxime o prego na limalha de ferro.

O que observar:

- Como o eletroímã caseiro funciona;

Questões:

- 1- O que acontece com a limalha quando é aproximado o prego? Por quê?

Questões abaixo relacionadas ao vídeo.

- 2- O que faz o eletroímã atrair as sucatas?
- 3- Quando é cessada a corrente, o que acontece com o eletroímã? Por que isso ocorre?
- 4- Faça uma relação entre o experimento com o prego e o vídeo.

Respostas:

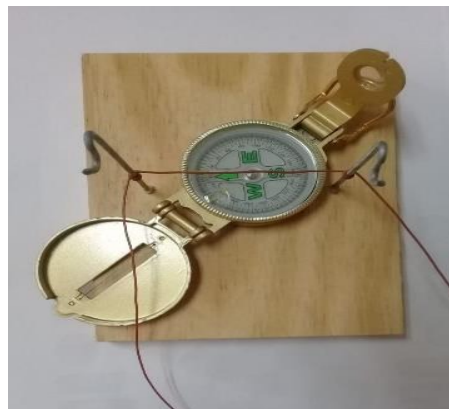
- 1- A limalha fica fixada no eletroímã como se fosse um ímã. Isso ocorre no momento em que uma corrente elétrica passa pelo fio que compõe o eletroímã gera um campo magnético. Desta maneira quando o eletroímã está em funcionamento é como se fosse um ímã momentâneo, a partir do momento em que a corrente é cessada este efeito de ímã também acaba.
- 2- A corrente elétrica que passa pelos cabos que conectam geram um campo magnético no eletroímã.
- 3- Deixa de atrair as sucatas feitas de metal. Pois no momento em que a corrente é cessada, o campo magnético também desaparece, perdendo o efeito de ímã.
- 4- Os dois experimentos estão muito relacionados pois quando é fechado o circuito e a corrente passa pelo fio de cobre gera um campo magnético. Isso também é semelhante ao campo magnético produzido no eletroímã que puxa sucatas.

Anexo 2

Experimento de Oersted

Material:

- Fio de cobre;
- Bússola;
- 1 bateria de 9 volts.



Procedimento:

1. Primeiro, monte o aparato conforme a Figura 2;
2. Feche o circuito na bateria.

Figura 2: Experimento de Oersted
Fonte: Elaborado pela autora

O que observar:

- O que ocorre com a bússola;

Questões:

- 1- O que aconteceu com a agulha da bússola quando o circuito é fechado? Por que isso acontece?
- 2- Se trocar a polaridade da bateria e fechar o circuito novamente o que ocorre? Por que isso acontece?

Respostas:

- 1- A agulha da bússola sofre deflexão. Isso ocorre porque quando é fechado o circuito e a corrente passa pelo fio, gera um campo magnético que irá interagir com a agulha da bússola fazendo ela sofrer deflexão.
- 2- Novamente a agulha da bússola sofre deflexão, mas agora a agulha vira para o lado contrário ao caso anterior. Isso ocorre porque a corrente gera um campo magnético e dependendo do sentido da corrente, e essa corrente pela regra da mão direita estabelece uma força magnética e essa força magnética que é responsável por gerar a deflexão na agulha da bússola.

Anexo 3

Indução de Faraday

Material:

- Bobina pronta;
- Fio de cobre, para fazer a bobina;
- Ímã.

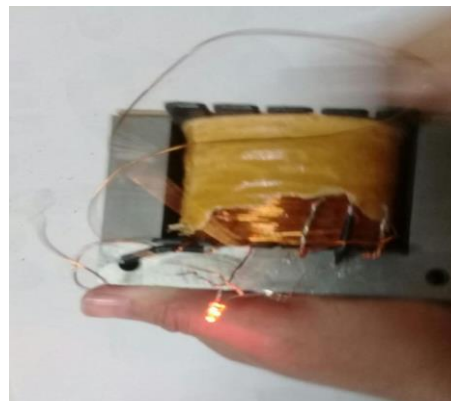


Figura 3: Indução eletromagnética
Fonte: Elaborado pela autora

Procedimento:

3. Faça o movimento de aproximar e retirar o ímã do lado de fora da bobina, conforme a Figura 3.

O que observar:

- O que ocorre com o led;

Questões:

- 1- O que aconteceu com o led quando o ímã faz o movimento de aproximar e afastar da bobina? Por que isso ocorre?
- 2- Faça uma relação com o que aconteceu no experimento, com algo que existe no seu cotidiano.

Respostas:

- 1- O led acende. Isso ocorre quando o ímã é movimentado, pois gera uma variação do fluxo magnético, induzindo corrente no fio de cobre.
- 2- O experimento mostra a indução de Faraday, ou seja, a indução eletromagnética presente nos geradores elétricos.

Anexo 4

Pilar da tecnologia¹⁵

Algumas tecnologias, de tão incorporadas ao nosso cotidiano, parecem invisíveis: mal paramos para pensar em como funcionam, ou quanta pesquisa foi necessária para que fossem criadas. É como sempre estivessem estado ali. Quem tem cerca de 40 anos ou menos, por exemplo, acha natural ter em casa um (ou alguns) aparelhos de televisão a cores, cuja popularização se intensificou nos anos 1970. Os mais jovens, então, já nasceram imersos em várias outras tecnologias: telefones sem fio, videocassetes e micro-ondas, que invadiram as casas lá pela década de 1980; aparelhos de DVD, computadores, celulares e a própria internet, cuja disseminação se intensificou nos anos 1990. Que falar das crianças e adolescentes de hoje, nascidas em meio a *smartphones* e *tablets*, passeando em carros com computadores de bordo e assistindo TV em altíssima definição e três dimensões?

Em meio a tanta tecnologia, que avança tão rapidamente quanto se incorpora à nossa vida, é difícil se manter consciente de como cada aparelho funciona. A maioria acaba encarando essas máquinas como caixas pretas, no sentido de que não se sabe o que de fato há lá dentro – o que, obviamente, não é verdade: para cada geringonça tecnológica que compramos hoje a humanidade precisou, ao longo de sua história, desenvolver mecanismos, simples ou complexos, capazes de fazê-la funcionar.

Se pararmos para pensar, veremos que o homem sempre tentou transformar fenômenos, materiais e objetos para facilitar sua vida. Lá atrás, descobrimos como dominar o fogo e construimos instrumentos e ferramentas usando pedra lascada e metais. Hoje, somos capazes de produzir novos fenômenos físicos e montamos novos materiais átomo por átomo, utilizando a nanotecnologia. Um grande caminho percorrido...

Uma parte importante da tecnologia presente em nossos lares tornou-se possível a partir da investigação fundamental da matéria e das suas interações, em outras palavras, da pesquisa do que chamamos “ciência básica”. Em particular, muitos dispositivos e

¹⁵ OLIVEIRA, A. Pilar da tecnologia. **Revista Ciência Hoje**. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br/coluna/pilar-da-tecnologia/>>. Acesso em 12 mar. 2019.

equipamentos se baseiam no magnetismo da matéria, um fenômeno conhecido desde tempos remotos.

Ciência que vem da Antiguidade

Tudo começou com uma pedra encontrada na região da Magnésia, na Grécia, que funciona como ímã natural. O filósofo grego Tales de Mileto foi o primeiro a propor uma explicação para que isso acontecesse: ao observar que as magnetitas ora se atraíam, ora se repeliam, atribuiu o comportamento ao fato de que a pedra possuiria “uma alma própria”. Mais tarde, Platão tentou explicar os fenômenos magnéticos admitindo que a atração e a repulsão fossem devidas à “umidade” e à “secura” da magnetita.

Algumas centenas de anos à frente, o século 19 também foi um período de grande avanço na ciência. Em particular, nessa época foi descoberto que os fenômenos magnéticos e elétricos estavam associados. O francês André-Marie Ampère e o holandês Hans Christian Oersted descobriram que correntes elétricas geram campos magnéticos, permitindo aprofundar os estudos do magnetismo e da eletricidade. O inglês Michael Faraday e o estadunidense Joseph Henry, de forma independente, descobriram a lei da indução eletromagnética, mostrando que campos magnéticos que variam com o tempo produzem correntes elétricas – propriedade que permitiu o desenvolvimento de geradores e motores elétricos, indispensáveis nos dias atuais. Há cerca de 2 mil anos, os chineses perceberam que essas “pedras com alma própria”, se deixadas livres para se movimentarem, tendiam a se alinhar em uma direção específica, servindo como um instrumento para orientação. Surgiu a bússola, cujo funcionamento está baseado na interação entre os campos magnéticos do ímã e da Terra. Incorporada aos navios e utilizada para guiar longas viagens, essa tecnologia permitiu que os europeus fizessem a primeira grande exploração planetária da história, no século 15.



Os materiais magnéticos e suas interações com os campos magnéticos e elétricos permitiram o surgimento de muitas de nossas facilidades do cotidiano. (foto: Windell Oskay/Flickr CC BY 2.0)

Na segunda metade do mesmo século, em 1873, escocês James Clerck Maxwell unificou essas descobertas e mostrou também que a luz é uma forma de radiação eletromagnética, ou seja, ela ocorre devido às oscilações de campos elétricos e magnéticos. Alguns anos depois, em 1888, o físico alemão Henrich Rudolph Hertz produziu ondas eletromagnéticas, comprovando a teoria de Maxwell. Esses estudos logo se desdobraram em tecnologias, notadamente o desenvolvimento dos telégrafos sem fio e do rádio. Mesmo os celulares atuais ainda se valem desse conhecimento, recebendo e transmitindo informações para torres que se conectam entre si e com os satélites por meio de ondas eletromagnéticas.

Ainda no século 19, teve início o desenvolvimento dos primeiros aparelhos de gravação magnética. O engenheiro dinamarquês Valdemar Poulsen, em 1898, criou o primeiro gravador de voz magnetizando um fio de aço. Embora não fizesse gravações com a alta qualidade que exigimos hoje, o aparelho utilizava um princípio bastante simples: sendo o som da nossa voz uma propagação de ondas mecânicas no ar, o microfone captava essas perturbações, fazendo vibrar um ímã que magnetizava o fio de aço, passado lentamente. Para reproduzir o som, utilizava-se o processo inverso – o fio a se deslocar atraía ou afastava o ímã, fazendo com que ele produzisse uma vibração em uma superfície para gerar o som.

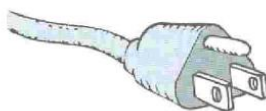
Anexo 5

Questionário Pós-teste de Eletromagnetismo

Referências: Questões (1, 3, 4 e 6)¹⁶; questão (5)¹⁷ e questão (7)¹⁸

1- Enquanto está penteando o cabelo, você está arrancando elétrons dele e transferindo-os para o pente. Seu cabelo, então ficará positivamente ou negativamente carregado? E quanto ao pente?

2- A maioria dos plugues de eletrodomésticos, eletrônicos e tomadas de hoje possuem três pinos, qual é a sua finalidade?



Fonte: Hewitt, p. 396.

3- Se você colocar um pedaço de ferro próximo ao polo norte de um ímã, ocorrerá atração. Por que também ocorrerá atração quando o pedaço de ferro é colocado próximo ao polo sul do ímã?

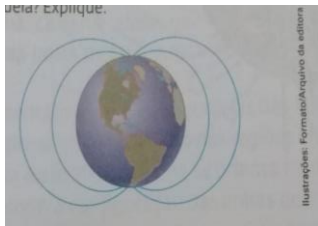
4- Um amigo lhe diz que a porta de uma geladeira, é feita de alumínio. Como você poderia testar isto, para saber se é verdade (sem arranhá-la)?

¹⁶ HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. Ed. Porto Alegre: Bookmann. 2002.

¹⁷ LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física contexto & aplicações: ensino médio**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2013.

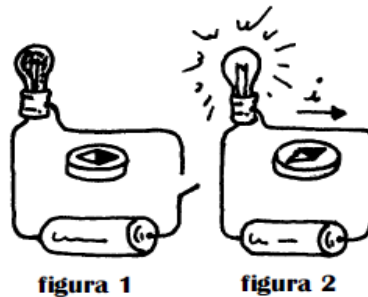
¹⁸ GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3 – Eletromagnetismo**, 4. ed. EDUSP: São Paulo, 2005.

5- A figura abaixo apresenta algumas linhas de indução do campo magnético terrestre. Mostre, em uma cópia da figura, o sentido dessas linhas e responda: no pólo norte geográfico elas estão entrando na superfície da Terra ou saindo dela? Explique.



Fonte: LUZ & ÁLVARES, p. 186.

6- Observe as duas situações do experimento abaixo. A agulha de uma bússola está próxima a um fio que faz parte de um circuito elétrico. Diante disto apresenta os seguintes comportamentos indicado nas três figuras:



Fonte: Gref, p. 60.

a) Como se explica o posicionamento da agulha da bússola na figura 1?

b) Como se explica a alteração da posição da agulha da bússola após o circuito ser fechado na figura 2?

7- Qual a diferença básica existente entre um gerador e um motor elétrico? Cite exemplos do seu cotidiano.

Anexo 6

Questionário de avaliação das aulas de Ciências

1- Como você avalia a forma com que os conteúdos foram abordados durante as aulas?

2- Os materiais como vídeos e textos ajudaram a compreender melhor o tema abordado?

3- Em relação aos experimentos nas aulas de Ciências você acha que facilitou o entendimento dos temas abordados? Por quê?

4- O que você acha que poderia melhorar nas aulas de Ciências? Qual a sua sugestão?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material de apoio ao professor de Física é destinado aos docentes que trabalham na área de Ciências da Natureza, que desejam abordar o ensino de Eletromagnetismo para alunos de séries finais do Ensino Fundamental. O material foi desenvolvido com o objetivo de tornar as aulas mais dinâmicas, despertando o interesse do aluno e motivar a participação, sempre visando uma pré disposição em aprender.

O aluno só aprende a partir do que já sabe (Moreira, 2012) por isso é importante levar em consideração seus conhecimentos prévios sobre o tema abordado. Também é necessário levar em consideração as duas premissas para ocorrer a aprendizagem significativa, o material ser potencialmente significativo e o aluno estar pré disposto a aprender (MOREIRA, 2012).

Essa dissertação buscou mostrar como é possível tornar as aulas de Ciências mais interativas abordando o tema de Eletromagnetismo e associando ao cotidiano dos alunos com a inserção de atividades experimentais nas aulas de Ciências, e desta maneira contribui para o processo de aprendizagem do estudante.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- CARNEVALLE, M. R. **Projeto Araribá: Ciências**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2014.
- CRUZ, J. L. C. **Projeto Araribá: Ciências**. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3 – Eletromagnetismo**, 4. ed. EDUSP: São Paulo, 2005.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9. Ed. Porto Alegre: Bookmann. 2002.
- LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física contexto & aplicações: ensino médio**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2013.
- MONTEIRO, M. A. A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. As atividades de demonstração e a teoria de vigotski: um motor elétrico de fácil construção e baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, n. 2, p. 371-387, ago. 2010.
- MOREIRA, M.A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 4, n. 2, p.38-44, 2005a.
- MOREIRA, M.A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, n. 2, p. 43-63, 2011a.
- SOUZA F., M. P.; BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Sugestão de experimentos referentes à eletricidade e magnetismo para utilização no Ensino Fundamental. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.