

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

MARIA APARECIDA MONTEIRO DEPONTI

**GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO
ELETROMAGNETISMO**

**Bagé
2014**

MARIA APARECIDA MONTEIRO DEPONTI

**GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO
ELETROMAGNETISMO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto sensu em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Márcia Maria Lucchese

Co-orientador: Luís Roberto Brudna
Holzle

**Bagé
2014**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

D422g Deponti, Maria Aparecida Monteiro
Geração de energia elétrica: uma temática para o estudo do
Eletromagnetismo / Maria Aparecida Monteiro Deponti.
123 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2014.
"Orientação: Márcia Maria Lucchese".

1. Ensino. 2. Geração de energia elétrica. 3. Eletromagnetismo. 4.
Aprendizagem. I. Título.

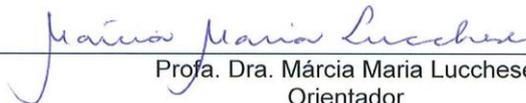
MARIA APARECIDA MONTEIRO DEPONTI

GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Dissertação defendida e aprovada em: 29 de julho de 2014.
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Márcia Maria Lucchese
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dra. Luis Roberto Brudna Hölzle
Coorientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz
FURG



Prof. Dr. Pedro Fernando Teixeira Dorneles
UNIPAMPA

Dedico esta dissertação ao meu esposo Adalberto e aos meus filhos Wellington e Micheli.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, pela vida e pela força nos momentos de angústia, aflição e desânimo.

Agradeço à minha querida mãe, que esteve presente durante a minha jornada acadêmica e pelo incentivo, apoio e amor que sempre manifestou. Ao meu pai (in memoriam), que deve estar muito feliz e orgulhoso, onde estiver...

Ao meu marido, pela compreensão, companheirismo e apoio que foram imprescindíveis para concretizar esta conquista.

Aos meus filhos, Wellinton e Micheli, pela compreensão nos momentos de minha ausência.

À professora Ângela, pelas dicas e sugestões.

À minha orientadora Márcia, pela confiança, pela amizade e pelas longas horas de dedicação e ensinamentos.

Ao meu orientador Luís, pela contribuição e empenho na elaboração desse trabalho.

Um grande mestre e parceiro. Obrigada pela orientação!

Aos meus colegas de mestrado, pelo convívio, pelo coleguismo e pelos momentos especiais que passamos juntos durante esta jornada.

Agradeço ao apoio do Programa Observatório da Educação, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil.

Agradeço a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu conseguisse me tornar mestre!

Muito obrigada!

"Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar possibilidades
para a sua produção ou a sua construção.
Quem ensina aprende ao ensinar
e quem aprende ensina ao aprender".

Paulo Freire

RESUMO

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de abordar conteúdos de Eletromagnetismo, em nível de Ensino Médio, tendo como desafio partir de uma temática relevante para a sociedade sobre geração de energia elétrica e apresentar procedimentos que buscam contemplar a compreensão e a aprendizagem dos alunos do conhecimento científico. Tendo como princípio que as metodologias tradicionais, excesso de aulas expositivas, falta de interesse, programas curriculares lineares que não causam a motivação dos alunos, são alguns aspectos que ainda persistem no ensino de Física, apresentou-se como proposta o uso de aulas contextualizadas, acerca das formas de geração de energia elétrica e as implicações para o meio ambiente. Os procedimentos didáticos utilizados visaram promover a reflexão sobre problemas atuais do cotidiano do aluno e contribuir para a formação, tanto como estudante no processo de ensino/aprendizagem da Física como de cidadão atuante. A aplicação da proposta foi realizada com uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino, o Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre localizado no município de Santiago, no estado do Rio Grande do Sul, na Região Sul do Brasil, durante os meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2013. A investigação consistiu em implementar recursos considerados diferenciados para aquela realidade escolar que pudessem contribuir para a melhoria do ensino/aprendizagem de Física e para a eficácia de metodologias variadas através da elaboração de um material didático mediado pelo uso da pesquisa, com a construção de mapas mentais, seminários, vídeos, experimentos reais e computacionais. Utilizamos como embasamento as teorias de Vigotski, Ausubel e Freire. A análise da pesquisa foi feita a partir dos resultados obtidos com os pré-testes, pós-testes, a construção dos mapas mentais, mapas conceituais e a apresentação do trabalho final confeccionado pelos alunos aliando o estudo dos conteúdos de Eletromagnetismo ao tema gerador sobre geração de energia elétrica. Os alunos efetuaram as práticas propostas interessados, motivados e desafiados ao trabalho experimental desta pesquisa demonstrando evolução nas respostas dadas aos testes conceituais, caracterizando-se como aprendizagem. A relação entre o conhecimento e o enfoque temático sobre geração de energia elétrica contemplou o conteúdo de forma não linear e mostrou-se um caminho diferenciado e potencial para o processo de ensino/aprendizagem da disciplina de Física possível ser expandido para outras componentes curriculares.

Palavras-chave: Ensino. Aprendizagem. Geração de energia elétrica. Eletromagnetismo.

ABSTRACT

This paper was prepared with the aim of addressing content Electromagnetism at the level of secondary education, with the challenge from a relevant issue for society on electricity generation and display procedures contemplate seeking understanding and learning of students scientific knowledge. Based on the principle that traditional methodologies, excess lectures, lack of interest, linear curricula that do not cause students' motivation are some aspects that still persist in teaching Physics, presented himself as the proposed use of contextualized lessons about forms of electricity generation and the implications for the environment. The procedures used textbooks aimed at promoting reflection on everyday problems of current student and contribute to the formation both as a student in the teaching / learning of physics as an active citizen. The implementation of the proposal was held with a group of 3rd year of high school a state school teaching, the State College Apolinário Porto Alegre in the city of Santiago, in the state of Rio Grande do Sul, in southern Brazil, during the months of July, August, September and October 2013. It's investigation was to implement differentiated features considered for that school environment that could contribute to the improvement of the teaching / learning of Physics and the effectiveness of various methodologies through the preparation of a courseware mediated by the use of research, with the construction of mental maps, seminars, videos, real and computer experiments. We use as basis the theories of Vygotsky, Ausubel and Freire. The research analysis was taken from the results obtained with the pre-tests, post-tests, the construction of mind maps, concept maps and the presentation of the final work made by students combining the study of the contents of Electromagnetism on the theme generator generation of electricity. It was observed that the students carried out the practical proposals interested, motivated and challenged to the experimental work of this research demonstrating evolution in the responses to conceptual tests, characterized as learning. The relationship between knowledge and the thematic focus on power generation covering content non-linearly, proved a different path and potential for teaching / learning the discipline of physics can be expanded to other curriculum components.

Keywords: Teaching. Learning. Power generation. Electromagnetism.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	A escolha do conteúdo: Eletromagnetismo	13
1.2	A escolha do tema: Energia	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Atividades experimentais no ensino de ciências	17
2.2	O Ensino de Física e a abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e/ou ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	Lev Sigmund Vigotski e a teoria histórico-cultural da aprendizagem e do ensino	21
3.2	David Ausubel e a aprendizagem significativa	23
3.3	Paulo Freire e a investigação dos temas geradores	25
4	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	27
4.1	Objetivo geral	27
4.2	Objetivos específicos	27
4.3	Contexto	28
4.4	Planejamento do módulo didático	29
4.5	Descrição das intervenções	35
4.5.1	Primeira intervenção	35
4.5.2	Segunda intervenção	36
4.5.3	Terceira intervenção	36
4.5.4	Quarta intervenção	37
4.5.5	Quinta intervenção	40
4.5.6	Sexta intervenção	42
4.5.7	Sétima intervenção	42
4.5.8	Oitava intervenção	43
4.5.9	Nona intervenção	45
4.5.10	Décima intervenção	48
4.5.11	Décima primeira intervenção	48
4.5.12	Décima segunda intervenção	50

4.5.13	Décima terceira intervenção	50
4.5.14	Décima quarta intervenção	51
4.5.15	Décima quinta intervenção	51
4.5.16	Décima sexta intervenção	55
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
5.1	Análise qualitativa do teste inicial e teste final	56
5.2	Análise quantitativa através de aplicação de teste inicial e teste final	69
5.3	A construção dos mapas mentais e mapas conceituais	74
5.3.1	Apresentação e análise de alguns mapas mentais e conceituais	75
5.4	Produção feita pelos alunos	83
5.5	Discussão dos resultados	84
6	CONSIDERAÇÕES DA PROFESSORA	87
7	CONCLUSÃO	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
	APÊNDICE A – Elaboração de mapa mental e de mapa conceitual	93
	APÊNDICE B - Roteiro do primeiro questionário sobre os conhecimentos prévios	94
	APÊNDICE C - Roteiro do pré-teste e pós-teste	96
	APÊNDICE D - Roteiro sobre como elaborar o seminário referente às fontes de energia	99
	APÊNDICE E - Roteiro sobre experimento de associação de resistores e LEDs em série	100
	APÊNDICE F - Roteiro sobre experimento de associação de resistores e LEDs em paralelo	103
	APÊNDICE G - Roteiro do experimento sobre magnetismo	106
	APÊNDICE H - Roteiro sobre a experiência de Oersted	108
	APÊNDICE I - Roteiro do experimento virtual sobre as leis de Ohm	109
	APÊNDICE J - Roteiro do experimento sobre indução eletromagnética	112
	APÊNDICE K - Roteiro do experimento virtual sobre indução eletromagnética	114
	ANEXO A - Termo de consentimento	119

1 INTRODUÇÃO

A abordagem qualitativa do ensino de Física para o Ensino Médio requer um novo olhar do professor para a maneira com que trabalha os conteúdos desta ciência. É preocupante a dificuldade de aprendizagem dos alunos na disciplina de Física manifestada pela falta de interesse nas aulas, pela carência conceitual e pela descontextualização da teoria com o cotidiano, não conseguindo relacionar os conceitos estudados em sala de aula com situações vivenciadas no seu dia-a-dia.

A Física estuda fenômenos naturais e estes estão presentes no mundo em que vivemos. Então, o ensino de Física deve ser articulado à realidade, na qual a contextualização com o mundo real pode possibilitar ao aluno interpretar e compreender os conteúdos estudados na escola. Acreditamos que o trabalho do professor deve ser o alicerce para a construção de uma aprendizagem que tenha significado para o aluno, proporcionando situações de ensino que sejam menos lineares ou tradicionais, mas que despertem a curiosidade e o interesse em aprender.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2000), o ensino de Física precisa ser planejado num conjunto de competências específicas que promovam o conhecimento das leis e teorias que regem os fenômenos naturais e tecnológicos integrantes do cotidiano e do Universo. Para isso, a formação oferecida ao aluno do ensino médio deve ultrapassar métodos tradicionais norteados por memorização de fórmulas e resolução de problemas que não contribuem nem para a formação do educando como ser humano nem para a aprendizagem dos conteúdos de Física.

Entender, aprender ou gostar de Física, são questões que dificultam a aprendizagem dessa ciência e que precisam ser consideradas no planejamento do professor. Trata-se de pensar por que, para que e para quem uma proposta didática será elaborada. O uso de metodologias tradicionais, excesso de aulas expositivas e programas curriculares lineares desarticulados da realidade dos alunos, não causam a motivação do educando e são situações que contribuem para o insucesso do ensino e da aprendizagem de Física.

Essa constatação é preocupante, considerando-se que, na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área das Ciências da Natureza

tornam-se a cada dia mais importantes, tanto para a inserção do cidadão no mundo do trabalho quanto para uma melhor qualidade de vida e uma melhor compreensão acerca dos equipamentos e desenvolvimentos tecnológicos que fazem parte de sua vida. Acredita-se que o ensino de Física deve assegurar ao aluno a oportunidade de ampliar a sua visão de mundo e a possibilidade de promover a competência investigativa, podendo formar um futuro ator na transformação científica e tecnológica.

O ato de ensinar norteia o trabalho docente e compreende algumas habilidades por parte do educador, entre elas a modificação de saberes para contemplar de forma significativa a aprendizagem. A transposição didática ocorre no ambiente escolar como uma evolução de saberes visando promover a formação de conceitos por parte do aluno. Nessa esfera, os saberes escolares a ensinar podem ser estruturados por competências com o objetivo de abolir com a distribuição fragmentada e reprodutiva dos conteúdos para tornar os ensinamentos escolares úteis, contextualizados e possíveis de reflexão em seus aspectos prático e social.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

[...] toda relação didática está definida dentro da escola, a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para se relacionar com o mundo. Num tempo posterior, a escola e o professor saem de cena, e espera-se que o aluno continue a manter uma relação independente com os saberes escolares construídos. (ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO, 2009, p. 48)

Nessa perspectiva, entendemos que faz-se necessário repensar no ensino de Física que é proposto ao aluno do ensino médio e elaborar estratégias metodológicas que promovam a discussão e a reflexão sobre temas atuais e que valorizem os conhecimentos prévios dos estudantes na intenção de contribuir para a construção conceitual acerca do conhecimento científico. Para isso apresentamos uma unidade didática, que foi elaborada pensando em explorar instrumentos de ensino com metodologias variadas, para contemplar a compreensão dos conceitos físicos trabalhados na sala de aula e contextualizados com o dia-a-dia do aluno.

Algumas questões referenciam a proposta de pesquisa: De que forma mudar a metodologia programada e tradicional de trabalhar os conteúdos de Física? É possível contemplar o estudo de circuitos elétricos a partir de um ensino por

competências? Como trabalhar os conteúdos de Eletromagnetismo de forma integrada e contextualizada com um tema relevante para a sociedade?

Para buscar responder as questões norteadoras, apresentamos uma unidade temática sobre Energia para abordar tópicos do conteúdo de Eletromagnetismo, que foi elaborada buscando desenvolver uma concepção menos previsível de apresentação de conteúdos e menos abstrata de metodologia de ensino, aliando o planejamento de atividades de observação, investigação e interação entre os conteúdos a serem ensinados, considerando os aspectos sociais, culturais, ambientais em que estão inseridos.

1.1 A ESCOLHA DO CONTEÚDO: ELETROMAGNETISMO

Há mais de doze anos a professora-pesquisadora leciona a componente curricular de Física em turmas de 3º ano do Ensino Médio e o Eletromagnetismo é um dos conteúdos que compõem a grade curricular nas escolas. O Eletromagnetismo é um tópico relevante do estudo da Física, tendo em vista que aborda assuntos relacionados ao cotidiano do aluno, embora muitas vezes seja trabalhado de forma desvinculada da realidade. Os conceitos que são estudados na escola trazem consigo uma enorme possibilidade de contextualização e, por isso, é importante considerar os conhecimentos prévios dos alunos sobre esse estudo.

A experiência nos permite afirmar que inúmeras vezes é destinada uma importância muito grande aos cálculos e fórmulas que traduzem fenômenos físicos em situações abstratas e idealizadas. Partindo do pressuposto de que podemos reduzir a maneira sequencial de abordar os conteúdos, as teorias e as fórmulas que são decoradas para serem usadas somente nos dias das avaliações, propomos enfatizar um estudo de Física mais contextualizado e que faça sentido para o aluno.

Vivemos cercados por equipamentos elétricos e aparatos tecnológicos que constituem o nosso dia-a-dia. Assim, as aulas de Física podem aproveitar essa necessidade energética para abordar conceitos científicos inseridos numa temática relevante para a sociedade e propiciar o estudo dos fenômenos eletromagnéticos que há por trás do funcionamento dos aparelhos elétricos.

Os conceitos de eletromagnetismo fazem parte da vivência do aluno em diversas situações e ao iniciar o estudo sobre os conceitos de eletricidade, podemos verificar a existência de conhecimentos prévios sobre corrente elétrica, potência elétrica, tensão elétrica, entre outros.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2009) sugerem que o aluno é capaz de desenvolver a aprendizagem cognitiva na escola se os conteúdos forem relacionados ao seu cotidiano. Saber como a eletricidade é produzida pode auxiliar na compreensão de muitos fenômenos eletromagnéticos. Dessa forma, buscamos nesta pesquisa, aliar os conteúdos de Eletromagnetismo à temática sobre geração de energia elétrica e pretendemos contribuir para que esses conteúdos sejam trabalhados de forma contextualizada, integrada e condizente com a sua importância.

1.2 A ESCOLHA DO TEMA: ENERGIA

Energia, palavra originária do grego *enérgeia* = atividade, é definida, geralmente, como a capacidade de realizar trabalho mecânico, se houver deslocamento de um objeto, por exemplo, de uma posição para outra devido a aplicação de uma força. De forma geral, define-se energia como sendo a capacidade de produzir transformações num sistema.

Ao selecionarmos o assunto energia como tema investigador para essa pesquisa nos referimos à energia elétrica levando em consideração as formas de energia que podem ser convertidas e resultar em eletricidade, pelo Princípio de Conservação de Energia.

Até o começo do século XX, há pouco mais de cem anos, quase toda a energia consumida pela humanidade era extraída da lenha e do carvão vegetal ou mineral, em partes complementadas por óleos de origem vegetal ou animal, utilizados em lâmpadas ou candelabros.

Abordar o assunto energia elétrica nos faz refletir o quanto dependemos dela e como seria difícil sobreviver, atualmente, sem eletricidade. Desde o último século a história humana vem passando por mudanças devido ao uso cada vez maior da energia elétrica em nossas atividades diárias. Nas comunicações, nos transportes,

nos aparatos tecnológicos em constantes avanços, em diferentes setores industriais e comerciais, enfim, a vida da humanidade é dependente da energia elétrica.

Para haver a disposição regular do fornecimento de energia elétrica é preciso que esta seja produzida através de uma fonte, renovável ou não, que esteja disponível ao homem. As fontes de energia renováveis caracterizam fontes de energia primária que são recursos naturais capazes de se regenerar. As fontes de energia não renováveis são aquelas que nem a natureza e nem a ação humana não tem condições de repor em tempo compatível com o consumo.

Vale considerar que o uso das fontes de energia desde as mais convencionais até as mais modernas não garantem apenas ganhos para a sociedade. O impacto ambiental para garantir energia suficiente ao desenvolvimento humano é um fato que está sendo pensado de modo a garantir a sustentabilidade do meio ambiente.

Segundo Goldemberg (2010), o uso das diferentes fontes de energia cresceu muito nos últimos anos, por isso é preciso buscar o equilíbrio entre a produção e a utilização de energia com o meio ambiente, este tema abrange aspectos sociais, ecológicos, ambientais, econômicos e políticos. Os recursos energéticos estão disponíveis na natureza e há a necessidade de limitar a exploração desses recursos de forma a buscar a harmonia entre a produção e o consumo energético sem agredir o meio ambiente e sem impedir o crescimento econômico.

Em nossas residências ou em instalações industriais e comerciais, os aparelhos funcionam conectados a tomadas que recebem energia fornecida por usinas elétricas. O funcionamento dos enormes geradores, nessas usinas, deve-se à profunda relação entre eletricidade e magnetismo. A geração de energia elétrica ocorre a partir da movimentação de ímãs nas proximidades de bobinas feitas de material condutor. Por meio da queda-d'água em hidrelétricas ou da produção de vapor a alta pressão em termelétricas, turbinas são postas a girar, promovendo a rotação de enormes ímãs que induzem corrente elétrica alternada em bobinas cujos terminais estão ligados aos fios elétricos que conduzirão essa corrente elétrica.

Para compreender um pouco sobre os geradores é preciso conhecer alguns fenômenos e equipamentos eletromagnéticos mais simples. Surge então, a proposta de conhecer um pouco mais sobre alguns tipos de usinas geradoras de energia elétrica que existem, como funcionam, as vantagens da implantação e os impactos ambientais. A abordagem dessa temática foi aliada ao estudo do eletromagnetismo

como forma de proporcionar a construção significativa do conhecimento científico a partir da reflexão acerca da crescente demanda da humanidade por energia elétrica.

A proposta foi aplicada numa turma de 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre, localizado na cidade de Santiago, Rio Grande do Sul, RS. Foram trabalhados conteúdos de Eletromagnetismo sem seguir o conteúdo programático como se apresentam nos currículos do ensino tradicional, o qual negligencia aspectos importantes do cotidiano. Buscamos uma proposta de ensino por competências, pautada nos saberes que são desenvolvidos através da investigação e da prática para a contextualização em situações reais do mundo atual.

[...] os trabalhos que envolvem situações do cotidiano tendem a favorecer o aprendizado de conceitos novos na medida em que enfocam uma realidade vivida pelos estudantes e que são normalmente caracterizadas por situações nas quais os estudantes criam suas próprias concepções acerca de diversos fenômenos. Desse modo, acredita-se que atividades relacionadas com aspectos do cotidiano apresentam uma significativa importância, uma vez que os conceitos relacionados com os fenômenos abordados podem ser analisados segundo as conceituações científicas, permitindo aos alunos analisar e comparar a adequação e limitação das diferentes interpretações, [...] (ABIB & ARAÚJO, 2003)

A aplicação deste trabalho procurou contemplar uma proposta didática a ser desenvolvida com os alunos de forma contextualizada, reflexiva, motivadora e eficaz para a construção do conhecimento científico vinculado ao estudo de uma temática relevante à sociedade, verificando a satisfação do professor em ser o centro mediador do processo de ensino/aprendizagem.

A seguir, destacamos os estudos relacionados ao tema da pesquisa, fazendo uma breve revisão da literatura sobre o Ensino de Física fundamentando teoricamente o trabalho elaborado. Após, apresentamos o referencial teórico que embasou os procedimentos pedagógicos utilizados na unidade didática deste trabalho. Nos capítulos posteriores descreve-se com detalhes a unidade didática que foi construída e a aplicação da proposta para situar o leitor sobre a metodologia adotada e os resultados obtidos nesta pesquisa. Ao final, promove-se uma discussão dos resultados e dos aspectos relevantes, encerrando com a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo pretende-se apresentar alguns trabalhos encontrados na literatura relacionados ao tema desenvolvido. Os trabalhos relatados têm como objetivo verificar a utilização de metodologias diferenciadas pode promover o ensino do conteúdo de Eletromagnetismo na Educação Básica, com propostas didáticas diferenciadas para o ensino de Física, além de investigar a proposta de ensinar conceitos de Física a partir de um tema gerador.

2.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

É notória a importância que muitos professores atribuem às atividades práticas, realizadas em sala de aula ou no laboratório da escola. Esse tipo de atividade, assim como a simulação computacional, a resolução de problemas e o trabalho em grupos têm a vantagem de proporcionar a manipulação e/ou o envolvimento do estudante com o conteúdo da aula.

Para Borges (2002), o laboratório tradicional equipado ou a manipulação de medidas e observações não garante a eficácia das aulas práticas e, portanto, podem não resultar em aprendizagem. Segundo o autor, todas as atividades planejadas de experimentação devem ter como finalidade produzir o conhecimento científico através de oportunidades de interpretação e significação dos resultados, buscando relacionar a experiência da sala de aula com algumas situações reais do cotidiano.

Dorneles (2010) investigou em sua tese de doutorado a integração entre atividades computacionais e atividades experimentais no ensino de Eletromagnetismo de Física Geral. A tese intitulada "Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo de Física Geral" e a pesquisa foram embasadas nas teorias de Ausubel e Vigotski e na epistemologia de Bunge com a proposta de investigar, através de pesquisa qualitativa e quantitativa, a experimentação real e virtual como recurso didático potencializador para o processo de ensino-aprendizagem de Física.

Os resultados da pesquisa mostraram que as atividades desenvolvidas com o uso da experimentação e da simulação computacional, podem auxiliar os alunos na superação das dificuldades enfrentadas durante o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de circuitos elétricos, destacando aspectos como a motivação, a significância do material, a interação dos alunos e o papel do computador.

Moraes (2004), pesquisou sobre o uso da experimentação virtual no ensino de Eletrodinâmica para trabalhar com circuitos elétricos. A proposta foi aplicada com duas turmas do terceiro ano de Ensino Médio. Em sua pesquisa foram utilizadas metodologias tradicionais aliadas a recursos de tecnologia de comunicação e informação utilizando uma metodologia que utiliza como recurso didático a inserção das novas tecnologias nas aulas de Física. As aulas foram organizadas para o estudo de conteúdos de Eletromagnetismo, utilizando um *software* de simulação de experimentos para facilitar a compreensão de conceitos com circuitos elétricos de maneira contextualizada com situações do cotidiano. Segundo a autora, a pesquisa obteve resultados positivos, pois foi possível verificar que a metodologia desenvolvida proporcionou a aprendizagem de conteúdos de Eletrodinâmica e a satisfação dos alunos na realização das atividades.

Como proposta metodológica para o ensino de Física destaco também, o trabalho de Andrade (2010), que aliou o uso das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física através da modelagem computacional. A pesquisa, embasada em Vergnaud, foi realizada com o objetivo de utilizar as tecnologias computacionais como principal recurso nas aulas de Física por meio do desenvolvimento de estratégias didáticas para a melhoria do ensino neste componente curricular. Os resultados destacam que o uso das tecnologias de informação e comunicação não resolvem todos os problemas existentes nesta área, entre eles currículo, formação de professores, carga horária, mas traz mudanças significativas em vários aspectos do processo de ensino, são experimentos potencializadores para a aprendizagem e contribuem para o desenvolvimento de aulas dinâmicas e motivadoras.

2.2 O ENSINO DE FÍSICA E A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) E/OU CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2008), a noção de competência significa oferecer condições ao estudante de refletir, opinar e ser autônomo em relação a assuntos sociais. Para tal, faz-se necessário que a sala de aula deixe de ser um espaço de transmissão de conteúdos desvinculados do mundo real e passe a ser um espaço onde se desenvolva metodologias que conectem os saberes escolares com as questões de relevância social.

Os conteúdos científicos podem ser abordados num enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou num enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Esta abordagem representa uma tendência para o ensino de Ciências devido a necessidade por formar pessoas capazes de enfrentar os problemas sociais e pode ser promovida através de diversificadas estratégias didáticas planejadas pelo professor. O enfoque CTS caracteriza um conjunto de concepções e abordagens de conteúdos científicos contextualizados com assuntos e problemas da realidade social. Esses problemas podem abordar aspectos ambientais, econômicos, culturais ou políticos aliados a conhecimentos científicos que facilitem a compreensão de mundo.

Segundo Bernardo *et al.* (2008), o enfoque CTS vem ganhando cada vez mais visibilidade à medida que aumenta o interesse por uma formação plena do aluno que o auxilie a atuar na sociedade e enfrentar os problemas, aumentando o seu poder de influência sobre o campo de ensino de ciências. Nessa ótica, para formar cidadãos aptos a atuar de forma crítica é preciso que a escola e, em especial, o professor contribua com metodologias que introduzam discussões relevantes sobre o papel social da ciência e tecnologia na escola.

Os programas curriculares fechados dificultam o acesso às informações e a formação geral dos alunos de forma a ampliar a compreensão do conteúdo interligado ao mundo em que vivem. O trabalho de Rodrigues (2010) foi significativo e proporcionou um enfoque CTS quando investigou a eficácia da aplicação de uma proposta de trabalhar com temas geradores no ensino de Física. Sua pesquisa foi

aplicada em 27 alunos da sexta série do ensino fundamental, na componente curricular de Ciências, e versou a respeito da temática Energia com o objetivo de conscientizar os alunos sobre a importância da energia na vida das pessoas e o uso racional da energia elétrica. As ações pedagógicas foram desenvolvidas em módulos para o trabalho sobre geração de energia elétrica, consumo de energia de aparelhos elétricos e experimentos com circuitos, usando como referencial as teorias de Paulo Freire, Demétrio Delizoicov e José Andre Angotti.

Rodrigues (2010) sugeriu o ensino de conteúdos da disciplina de Ciências através de situações que possibilitaram a reflexão e a compreensão sobre o conhecimento dos fenômenos físicos e a importância do consumo racional de energia elétrica. Os resultados do trabalho foram positivos, pois permitiram consolidar uma aprendizagem libertadora, na qual os alunos demonstraram interesse, satisfação em realizar as atividades e desejo em aprender sobre o tema trabalhado.

As pesquisas realizadas sobre o Ensino de Física e as mudanças ocorridas nos últimos anos nessa área do conhecimento representam a demanda por metodologias que viabilizem a organização do currículo do ensino básico de forma a enfatizar questões sociais contemporâneas oferecendo maior significado dos conteúdos escolares se forem relacionados aos conteúdos CTS ou CTSA.

Entende-se que, na prática, os conteúdos escolares programados, as aulas tradicionais e a desvinculação com o progresso tecnológico social não caracterizam um ensino por competência. É preciso ensinar os conteúdos científicos voltados para a cidadania, oferecendo oportunidades para que o aluno compreenda os fenômenos físicos e conheça as leis que regem tais fenômenos. Essas oportunidades podem contemplar o ensino de Física por competências, através da implementação de atividades que despertem o interesse dos alunos, a motivação, a vontade de aprender, a autonomia, o debate e o pensamento crítico para efetivar a construção do conhecimento científico imerso na realidade socioambiental do aluno.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresentaremos, neste capítulo, as teorias de aprendizagem que referenciaram esta pesquisa, a saber: a teoria histórico-cultural da aprendizagem de Lev Sigmund Vigotski, a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a investigação dos temas geradores de Paulo Freire. Destacaremos de forma sucinta alguns aspectos principais e relevantes para a elaboração do presente trabalho.

3.1 LEV SIGMOND VIGOTSKI E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DA APRENDIZAGEM E DO ENSINO

De acordo com Ostermann (1999), segundo Vigotski, a interação social é essencial para a transformação do homem sendo através dela que acontece a transmissão dinâmica do conhecimento social e cultural, especialmente pode-se enfatizar a interação no ambiente escolar, no qual as atividades podem ser promovidas de maneira sócio interacionista, pois, segundo a autora o homem constrói sua individualidade a partir de interações sociais que estabelece e o desenvolvimento cognitivo é a conversão das relações sociais em funções mentais e não pode ser entendido sem referência ao contexto social.

Numa proposta Vigotskiana, o aprendizado está profundamente relacionado com o desenvolvimento, mas processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizagem, uma vez que o desenvolvimento progride de forma mais lenta, indo atrás do processo de aprendizagem. Isto ocorre de forma sequencial é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento (OSTERMANN, 1999).

Dessa forma, se a aprendizagem vem antes do desenvolvimento, ela é fundamental para o desenvolvimento desde o início da vida, com forma de impulso, onde a criança é capaz de aprender o que é necessário para o seu desenvolvimento.

Nessa perspectiva o professor tem a função de agente mediador, que, por meio da linguagem, intervém e auxilia na construção e reelaboração do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento do aluno. O conhecimento é sempre mediado, e a interação do aluno com o meio está relacionada com a apropriação do conhecimento.

O ambiente escolar pode dispor de elementos oferecidos pela cultura e a escola é o lugar onde a intervenção pedagógica origina o processo de ensino-aprendizagem, assumindo um papel de suma importância na construção do ser psicológico adulto, oferecendo condições aos seus alunos de conviver e aprender em grupo, incentivando o desenvolvimento potencial do aluno para que possa viver como membro atuante na sociedade.

A Física dispõe de uma linguagem científica e, muitas vezes, complexa. Para que o aluno aprenda Física é necessário que dê um significado aos conteúdos. A implantação de estratégias didáticas inovadoras, fazendo uso da pesquisa e da experimentação atuam como instrumentos e signos mediadores do processo de ensino/aprendizagem podendo promover o desenvolvimento da linguagem num contexto de interação social, como forma de renovar a metodologia de ensino e ofertar a aprendizagem significativa do aluno.

De acordo com Vigotski (2010), é pela mediação que se dá a internalização (reconstrução interna de uma operação externa) de atividades e comportamentos. Isso quer dizer que a conversão de relações sociais em funções mentais superiores não é direta, mas sim mediada pelo uso de instrumentos e signos. Os instrumentos e signos são usados em sua interação com o ambiente e não tem um caráter estritamente individual, pois foram elaborados ao longo da história cultural da espécie humana, sendo sua origem social.

A exemplo disso, a pesquisa sobre a temática de geração de energia elétrica e os trabalhos em grupos pretendem promover a interação dos alunos com seu meio social e cultural de forma a contemplar o desenvolvimento do conhecimento, o qual, segundo Vigotski, a aprendizagem não é um ato solitário, mas de interação com o outro e os fatores sociais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento intelectual. Para ele, a estrutura cognitiva desenvolve-se pelo uso de signos e não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar, é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores. Então o desenvolvimento cognitivo ocorre pelo processo de interação social, no qual

a sala de aula torna-se o ambiente social, embora composta por indivíduos que vivem num contexto de circunstâncias distintas.

O professor exerce um papel de destaque no processo de ensino-aprendizagem e o seu trabalho pode possibilitar avanços nos alunos com sua influência na zona de desenvolvimento proximal que refere-se ao nível de desenvolvimento que o indivíduo poderá construir com a ajuda de outro. Para Vigotski (2010), a zona de desenvolvimento proximal caracteriza a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver um problema sem ajuda e o nível de desenvolvimento proximal, determinado através da resolução de um problema sob orientação; interação social onde o indivíduo somente constitui-se pela sua relação com o outro.

No trabalho com os experimentos pretende-se que se desenvolva uma prática social comum entre os alunos e o professor, gerando a oportunidade de busca, troca, expressão e internalização dos significados compartilhados socialmente. Nesse processo o professor atua como mediador da aprendizagem, auxiliando o aluno a encontrar respostas e fazer descobertas que não conseguiria realizar individualmente e a escola torna-se o ambiente capaz de auxiliar o aluno neste processo, na qual o professor deve propor atividades desafiadoras que despertem o interesse dos seus alunos.

3.2 DAVID AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo a perspectiva ausubeliana, a aprendizagem significativa é aquela adquirida de forma não arbitrária, não literal. Neste processo a aprendizagem ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo. Há, portanto, uma relação entre subsunçores, que são conceitos ou ideias que existem previamente na estrutura cognitiva, e as novas informações. De acordo com Ausubel, a aprendizagem mecânica confronta a aprendizagem significativa. Na aprendizagem mecânica não há interação entre as novas informações e os conceitos relevantes já existentes na estrutura do indivíduo e na significativa o significado pode ser efetivado tanto por meio da descoberta como por meio da repetição, desde que os conteúdos trabalhados sejam contextualizados,

levando em conta os elementos existentes na estrutura cognitiva do aluno, proporcionando a aprendizagem significativa do novo conhecimento.

Para Ausubel, são necessárias duas condições para que ocorra a aprendizagem significativa: a primeira é que o aluno demonstre disposição em adquirir o novo material, em aprender de forma não arbitrária, do contrário a aprendizagem será mecânica; a segunda condição é a que o material a ser aprendido precisa ser potencialmente significativo, apresentar significado lógico e ter relação com a estrutura cognitiva, de maneira não literal e não arbitrária.

Aplicação de pré-testes conceituais durante a implementação da unidade didática e a construção de mapas mentais no início do trabalho, foram utilizados para verificar os conhecimentos prévios que os alunos apresentavam acerca do assunto a ser desenvolvido ao longo da pesquisa, e, portanto, verificar os subsunçores necessários à apropriação do conhecimento em diferentes fases da pesquisa.

Segundo a teoria Ausubeliana, os organizadores prévios são elementos introdutórios para o novo conhecimento e servem como uma ponte, uma sustentação ao novo conhecimento que visa preencher a lacuna do que o indivíduo precisa saber e o que ele já sabe, facilitando a aprendizagem. Nesta abordagem para se evidenciar a aprendizagem significativa é preciso propor a solução de questões e problemas novos, enunciados de forma diferenciada daquela já conhecida, de maneira a requerer a máxima aplicação do conhecimento adquirido que possam oferecer condições aos alunos de exercitar e memorizar as teorias e fórmulas de maneira a aplicarem o conhecimento que se apropriaram.

De acordo com Ausubel, o princípio da assimilação consiste num processo que ocorre quando uma ideia, conceito ou proposição, potencialmente significativa, é assimilado sob uma ideia, conceito ou proposição já estabelecido na estrutura cognitiva. Esse processo não se encerra quando a aprendizagem significativa é adquirida, mas continua ao longo do tempo como forma de facilitar a aprendizagem.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos que ocorrem durante a aquisição de significados. Na diferenciação progressiva, o conceito deve ser programado de forma organizada. As ideias da aprendizagem e os conceitos gerais são apresentados antes e podem ser constantemente elaborados e modificados, adquirindo novos conhecimentos que são progressivamente diferenciados.

Utilizamos a metodologia de aplicação de mapas mentais e pré-testes para verificar os conhecimentos acerca do tema a ser trabalhado nesta pesquisa, visando promover um enfoque em que o aluno fizesse uso dos subsunçores podendo atribuir novos significados a eles de forma construir o conhecimento científico contextualizado e contemplar a diferenciação progressiva. Os mapas mentais caracterizam mapas livres, onde o aluno pode fazer as associações entre o tema e as palavras de acordo com o seu pensamento.

Durante o processo de construção de conhecimento científico, no desenvolvimento dos seminários, dos experimentos reais e computacionais e na elaboração do aparato elétrico, foi necessário que o aluno realizasse a reconciliação integrativa entre as informações que possuía e o novo conhecimento que foi adquirindo ao longo do processo. Dessa forma, a aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa poderá resultar também em diferenciação progressiva.

3.3 PAULO FREIRE E A INVESTIGAÇÃO DOS TEMAS GERADORES

A proposta de trabalho desta pesquisa foi construída a partir de um tema gerador, embasada na teoria de Paulo Freire, para contemplar a conscientização dos alunos acerca de um tema relevante para a sociedade as formas de geração de energia elétrica e suas implicações para o contexto social.

Freire concebia o currículo sequencial que visava a mera assimilação mecânica dos conteúdos como algo tradicional que impedia o aluno de pensar. A educação tradicional depositava no professor a responsabilidade pela transmissão dos conteúdos aos alunos, seres desprovidos de conhecimento. A proposta da pedagogia freireana considera a educação como libertadora, na qual o educador tem a função de orientar os alunos sobre um tema amplo, por meio de um trabalho de diálogo e reflexão.

Para Freire (1987), os temas geradores e os conteúdos programáticos devem ser impulsionados pela nossa visão de mundo usando o diálogo como o instrumento pedagógico da educação. O diálogo começa na busca do conteúdo programático:

Daí que, para esta concepção como prática da liberdade, a sua dialocidade comece, não quando o educador-educando se encontra com os educandos-educadores em uma situação pedagógica, mas antes quando aquele se pergunta em torno do que vai dialogar com estes. Esta inquietação em torno do conteúdo do diálogo é a inquietação em torno do conteúdo programático da educação (FREIRE, 1987, p.83).

Segundo Freire (1987), a metodologia de investigação temática resulta numa educação problematizadora que propõe aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade de forma a compreender o mundo como ser integrante dele. Neste trabalho planejou-se um procedimento no qual o aluno é desafiado a investigar sobre a geração de energia elétrica e relacionar elementos com sua realidade social de forma a atuar como cidadão crítico e reflexivo tendo a percepção de que faz parte dessa realidade. Sendo assim, trabalhar com um tema gerador significa pensar e investigar sobre a sua práxis social.

Para Freire:

A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres "vazios" a quem o mundo "encha" de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como "corpos conscientes" e na consciência como consciência *intencionada* ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. (FREIRE, 1987, p.67).

Na unidade didática elaborada, promovemos momentos pedagógicos de debate, de reflexão e de expressão que, mediados pelo diálogo, resultaram na troca de saberes e na conscientização da existência de problemas socioambientais relacionados à demanda e a implantação das usinas geradoras de energia elétrica.

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, faremos uma breve descrição do contexto escolar no qual a unidade didática foi aplicada e detalharemos o planejamento do módulo didático, os conteúdos trabalhados, o material elaborado e as intervenções efetuadas.

Foi desenvolvida uma pesquisa quantitativa e qualitativa dos dados obtidos a partir das atividades aplicadas e dos registros efetuados nos diversos instrumentos utilizados (questionários, testes, mapas mentais e mapas conceituais). Optou-se por desenvolver a pesquisa com uma turma de 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre, na cidade de Santiago, RS, onde a professora-pesquisadora é regente, pois avaliou-se que esta condição tornaria o trabalho mais viável de ser aplicado.

4.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa teve como objetivo geral elaborar e propor uma unidade didática destinada ao ensino de Eletromagnetismo para a componente curricular de Física em nível médio aliado a uma abordagem temática que viabilize a contextualização e reflexão dando ênfase a aspectos de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram três os objetivos específicos do trabalho:

- a) produzir módulos didáticos para uma abordagem temática sobre Energia e o ensino de Eletromagnetismo para alunos do Ensino Médio;

b) implementar a proposta em uma turma de alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre, no município de Santiago, no estado do Rio Grande do Sul, RS;

c) disponibilizar o material produzido na forma de um manual didático como produto final do trabalho.

4.3 CONTEXTO

A implementação da sequência didática elaborada neste trabalho iniciou com uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, composta por 24 alunos, do Colégio Estadual Apolinário Porto Alegre, na cidade de Santiago, RS, durante os meses de julho, agosto, setembro e outubro de 2013, sendo aplicada em 28 horas/aula e 18 encontros.

Esta escola pública de Educação Básica conta com o trabalho de uma equipe de, aproximadamente, 85 professores de todas as modalidades de ensino e 18 funcionários distribuídos nos três turnos de funcionamento da unidade escolar e atuando em diferentes setores. A instituição possui uma boa estrutura física e atende três modalidades de ensino: o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos. A equipe diretiva da escola é composta por uma diretora e três vice-diretoras. Do total de 1067 alunos, a maioria frequenta o turno da manhã, no qual funcionam os anos finais do ensino fundamental e do ensino médio.

A proposta deste trabalho foi pautada na elaboração de seminários e construção de dispositivos elétricos os quais os alunos foram os autores e puderam relacionar e experimentar na prática os conteúdos aprendidos com o cotidiano. Dessa forma, a metodologia teve a intenção de consolidar a aprendizagem e dar significado aos conteúdos estudados de forma integrada, possibilitando a reflexão acerca do trabalho docente e a avaliação da aprendizagem dos alunos sobre os temas propostos.

Dentre os recursos disponíveis, a instituição possui um laboratório de informática, com 18 computadores com acesso à internet, que podem ser utilizados

para estudo e para aulas, mediante agendamento; tem ainda duas salas com materiais audiovisuais, cada uma composta por TV, computador, *datashow*, caixas de som e DVD, que são utilizadas para assistir vídeo, apresentação de aulas ou trabalhos em slides.

A turma participante era formada por adolescentes de 16 a 18 anos, alguns motivados a aprender, outros que pareciam estar na escola por obrigação, para acabarem os estudos. A turma iniciou a participação na pesquisa, com 24 alunos chegando ao final da aplicação da proposta didática com 22 alunos, pois 2 alunos foram transferidos para o noturno, na mesma escola, por motivos particulares. Alguns alunos participavam do projeto Jovem Aprendiz que prepara os jovens para o primeiro emprego com a oportunidade de trabalhar em turno oposto ao das aulas. Os alunos foram previamente avisados da intenção de aplicação da proposta e foi possível perceber a curiosidade e a expectativa da maioria dos alunos sobre como seriam as aulas de Física e o que seria feito.

4.4 PLANEJAMENTO DO MÓDULO DIDÁTICO

Previamente ao início da pesquisa a professora-pesquisadora e titular da turma fez uma exposição sucinta sobre o trabalho que iria desenvolver e explicou o porquê e para quê realizaria tal pesquisa. Ao realizar o convite todos os alunos concordaram em participar e colaborar com o estudo. Apenas uma aluna participaria de forma restrita, pois como era de certa crença religiosa, pediu para que sua imagem não fosse registrada durante as aulas. Esse fato limitou alguns registros visuais, pois a maioria dos trabalhos foram em grupos.

Os alunos levaram para casa um termo de consentimento livre para ser autorizado pelos responsáveis, que esclarecia os fins da pesquisa e visava a participação dos alunos na avaliação do trabalho de pesquisa. Foi esclarecido aos alunos que o material trabalhado nas aulas iria compor a nota da avaliação trimestral e que a disposição desse material para a professora-pesquisadora era de livre escolha.

As aulas foram planejadas para trabalhar os conteúdos de Eletromagnetismo a partir de uma temática relevante para a sociedade, Energia. O material produzido foi desenvolvido de forma a ser aplicado em 28 horas/aula de 50 minutos cada uma, porém, as intervenções não foram desenvolvidas como uma sequência de aulas. Concomitante ao desenvolvimento do módulo didático trabalhou-se os conteúdos de Eletromagnetismo em aulas expositivo-dialogadas de forma a reforçar e intensificar o processo de ensino-aprendizagem durante as intervenções.

QUADRO 1 - Planejamento do módulo didático

Energia (1 aula) 11/07/2013
<p>Objetivo de Ensino</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar os conceitos prévios dos alunos.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação oral sobre o tema que seria trabalhado nas próximas aulas. - Aplicação da proposta de construção de mapas conceituais sobre Energia. - Distribuição dos temas para a apresentação dos seminários.
Energia, associação de circuitos simples (1 aula) 29/07/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reconhecer que existe a necessidade de saber mais sobre as formas de geração de energia elétrica; - instigar a curiosidade dos alunos para o trabalho sobre energias renováveis e não renováveis.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de um pré-teste
Abordagem sobre a importância da energia elétrica (2 aulas) 01/08/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - compreender a história da origem pela busca de energia elétrica para a civilização; - refletir e discutir sobre a importância da energia para a humanidade.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação na forma de vídeo de um episódio da História da Ciência sobre Energia, disponível em http://historiaonline.com.br/historia-da-ciencia-bbc/.

Usinas geradoras de energia elétrica (3 aulas) 05 e 08/08/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar algumas maneiras de geração de energia elétrica como forma renovável ou não renovável, bem como as implicações sociais, éticas ambientais e/ou econômicas; - compreender a geração de energia elétrica desde a sua produção até o seu uso final, como, por exemplo, na iluminação; - reconhecer a importância de utilizar a energia elétrica de forma consciente para garantir a obtenção e para o meio ambiente.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos seminários elaborados pelos alunos.
Circuitos elétricos (1 aula) 12/08/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar algumas representações de circuitos elétricos; - reconhecer a existência de alguns elementos nos circuitos elétricos e a necessidade de conceituar e identificar esses elementos.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do segundo pré-teste sobre circuitos elétricos, associação de resistores e motores elétricos.
Circuitos elétricos, Corrente elétrica, Leis de Ohm, Medidores elétricos (2 aulas) 15/08/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar a função de cada elemento que compõe o circuito e relacionar os elementos com a lei de Ohm; - compreender a função e a forma de ligação do amperímetro e do voltímetro num circuito elétrico; - reconhecer a eficiência das lâmpadas de LED no circuito elétrico e contextualizar para a prática do cotidiano.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de um experimento com painel fotovoltaico para demonstrar o funcionamento de um circuito elétrico simples e os elementos que o compõem. - Exposição oral para fazer a integração dos conceitos com o experimento. - Discussões e debates sobre a utilização das lâmpadas de LEDs e da energia

solar como fonte geradora de energia elétrica.
Corrente elétrica, Tensão elétrica, Resistência elétrica, Leis de Ohm (2 aulas) 19 e 22/08/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verificar como as grandezas tensão, corrente elétrica e resistência se relacionam com os elementos de um circuito elétrico; - resolver situações-problema aplicando as leis de Ohm; - reconhecer o conceito de resistividade como característica própria de uma substância.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos recursos da simulação computacional sobre as leis de Ohm do <i>Lab Phet simulations</i>, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics. - Exploração de guia instrucional para o trabalho orientado com a simulação computacional.
Associação de resistores em série e em paralelo, Caracterização do módulo e sentido da corrente elétrica, Tensão elétrica, Resistência elétrica, Medidores elétricos (4 aulas) 26/08/2013 e 05/09/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - identificar e caracterizar um circuito em série e um circuito em paralelo; - compreender a ligação e a função de um amperímetro e do voltímetro num circuito elétrico.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimento orientado através de roteiro com utilização de placas protoboard, LEDs, fios de conexão, resistores e medidores elétricos.
Ímãs e suas características, Campo magnético, Linhas de indução, Campo magnético terrestre (1 aula) 12/09/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verificar as propriedades magnéticas dos ímãs; - compreender o comportamento de uma bússola e sua função; - identificar os polos de um ímã e a existência das linhas de um campo magnético.
<p>Estratégias:</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de experimento simples com ímãs. - Apresentação de questionário referente à interação com o experimento.
<p>Eletromagnetismo, Campo magnético em um fio retilíneo, Campo magnético em espira circular, Campo magnético em solenóide (2 aulas) 26/09/2013</p>
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - compreender a experiência de Oersted para relacionar eletricidade e magnetismo; - identificar a direção e o sentido do campo magnético pela regra da mão direita.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalho em grupos com uma experiência semelhante à de Oersted. - Apresentação e demonstração da regra da mão direita. - Exposição oral sobre os conceitos de campo magnético.
<p>Força Magnética, Lei de Lenz, Indução eletromagnética, Lei de Faraday, Transformadores elétricos (2 aulas) 10/10/2013</p>
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - explicar a condição necessária para que seja exercida força magnética sobre fios condutores percorridos por carga elétrica; - identificar o sentido da força magnética através da regra da mão direita. - verificar e descrever a lei de Lenz; - compreender fluxo magnético e a lei de Faraday; - reconhecer a relação entre as grandezas presentes na equação da lei de Faraday; - descrever o fenômeno de indução eletromagnética.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivação inicial de experimento em grupos com bobinas e ímãs para verificar a lei de Lenz e discutir os conceitos de indução eletromagnética. - Discussões e debates sobre alguns conceitos de indução eletromagnética.
<p>Lei de Faraday - Lenz (1 aula) 17/10/2013</p>
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - diferenciar materiais condutores e isolantes; - reconhecer a possibilidade de produzir campo eletromagnético através do

movimento de um ímã;
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de vídeo com uma demonstração experimental acerca do campo magnético criado a partir do movimento de um ímã. - Discussão sobre os conceitos exposto no experimento.
Lei de Faraday - Lenz, Transformadores elétricos, Geração de energia elétrica (2 aulas) 24/10/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verificar a aplicação da Lei de Faraday-Lenz através do experimento virtual.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da simulação computacional <i>Faraday's Eletromagnetic Lab, do Phet colorado simulations</i>, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics
Motor elétrico, Gerador elétrico (3 aulas) 28/10/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aplicar e descrever os conceitos trabalhados através da sequência didática proposta em uma atividade integradora. - aplicar os conceitos trabalhados na elaboração de um mapa conceitual de fechamento das atividades.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da proposta de construção de um aparato elétrico que funcione baseado nos conceitos estudados ao longo da proposta. - Exposição oral do conteúdo seguida de apresentação dos trabalhos confeccionados pelos alunos. - Discussões e debates. - Aplicação de um teste final (constituído por questões dos testes iniciais).
Todos os assuntos envolvidos na aplicação da proposta (1 aula) 31/10/2013
<p>Objetivos de Aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - aplicar os conceitos trabalhados na elaboração de um mapa conceitual de fechamento das atividades.
<p>Estratégias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construção de um mapa conceitual para verificação da aprendizagem.

4.5 DESCRIÇÃO DAS INTERVENÇÕES

Neste capítulo faremos a descrição detalhada das intervenções desenvolvidas na aplicação da pesquisa obtidas através dos registros realizados no diário de campo da professora pesquisadora.

A sequência didática da proposta foi desenvolvida do dia 11 de julho de 2013 a 31 de outubro 2013, com a utilização de 28 períodos de aula.

4.5.1 PRIMEIRA INTERVENÇÃO

A primeira aula representou o início da aplicação da proposta didática. Fez-se uma breve explanação sobre a pesquisa que seria realizada e a importância do envolvimento de todos nas atividades propostas. Nesse dia os alunos levaram um termo de ciência e consentimento aos pais sobre o trabalho que seria desenvolvido. Apresentou-se aos alunos a ideia da construção de um mapa mental, exemplificando com modelos prontos para que tivessem a orientação de como fazê-lo.

A professora pesquisadora propôs um trabalho inicial de construção de um mapa mental, apêndice A, utilizando como tema central a palavra Energia. Os alunos se mostraram receptivos e realizaram a atividade com entusiasmo. Nesse momento, instruímos os alunos que a realização da atividade era individual e sem consulta, na expectativa de que os alunos recorressem aos conhecimentos prévios existentes acerca da temática sugerida.

Ao final da aula, cada aluno recebeu, de forma impressa, a instrução para a elaboração de um seminário, no material impresso constava um roteiro (apêndice D), indicando aos alunos o que eles deveriam pesquisar para apresentar à turma. Foram formados quatro grupos e cada grupo recebeu, por meio de sorteio, o nome de um tipo de usina geradora de eletricidade para elaborar um material a ser apresentado aos colegas com data previamente agendada.

Considerando que, muitas vezes, faz-se necessário que o professor direcione o trabalho a ser realizado pelos alunos e pensando numa maneira de abordar as fontes de energias renováveis e não renováveis, na disponibilidade de recursos bibliográficos para a pesquisa e na ampliação significativa da implantação, escolhemos para sorteio as usinas eólica, solar, nuclear e termoelétrica. Disponibilizamos algumas revistas Scientific American Brasil para a consulta. Os alunos escolheram a forma de apresentação do seminário e foram informados de que a apresentação seria gravada na forma de vídeo.

4.5.2 SEGUNDA INTERVENÇÃO

Nessa aula aplicamos o primeiro questionário (apêndice B) com o intuito de verificar quais eram os conhecimentos prévios dos alunos sobre as formas de energia renováveis e não renováveis e circuitos elétricos simples. Para Vigotski, os conceitos espontâneos adquiridos no contexto cotidiano a partir de referentes concretos são importantes para oferecer condições ao aluno de construir conceitos científicos alicerçados na estrutura cognitiva do aprendiz (os conceitos prévios), através do ensino.

Os pré-testes atuaram como instrumentos necessários para a posterior análise com o objetivo de identificar as dificuldades dos alunos acerca dos conteúdos que seriam estudados e elaborar as atividades que iriam compor a sequência didática desta pesquisa.

4.5.3 TERCEIRA INTERVENÇÃO

Neste dia assistimos ao vídeo Podemos ter Energia ilimitada? O vídeo é um episódio de História da Ciência disponível em: <http://historiaonline.com.br/historia-da-ciencia-bbc/> que relata as contribuições de alguns cientistas, ao longo da história,

para a definição do que seria energia, a busca da civilização por energia e a evolução do mundo com a geração de energia elétrica.

A professora pesquisadora pediu aos alunos para que, depois de assistirem ao vídeo de, aproximadamente, uma hora, dissertassem sobre a importância da energia elétrica para a humanidade e refletissem sobre a frase retirada do filme: A energia é o coração da nossa civilização. Os alunos tiveram 20 minutos para a escrita do texto e nos instantes finais da aula foi feita uma discussão sobre o filme na qual alguns alunos leram os textos que escreveram, comentaram os fatos que chamaram a atenção.

4.5.4 QUARTA INTERVENÇÃO

Planejamos a atividade de elaboração de um seminário sobre um tipo de usina geradora de energia elétrica que foi realizada em grupos, o roteiro está no apêndice D. Cada grupo teve a tarefa de apresentar um seminário sobre um tipo de usina geradora de energia elétrica: solar, eólica, nuclear ou termelétrica, pesquisando o seu funcionamento, como é feita a transformação de energia, como é transmitida até as residências. No trabalho os alunos tiveram a tarefa de destacar e considerar as implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas, evidenciando formas de obtenção desse tipo de energia, distribuição e implantação nas diferentes regiões brasileiras.

Antes de iniciar a aula os alunos foram encaminhados para a sala de multimídia para organizarem as apresentações dos trabalhos sobre usinas geradoras de energia elétrica.

As apresentações iniciaram pela usina solar, a figura 1 mostra o momento da apresentação. As alunas construíram uma maquete de coletores solares para explicar o funcionamento. Fizeram um resumo da apresentação em slides e discutiram os aspectos positivos e negativos da implantação dessa usina. Destacaram que as vantagens do aproveitamento da energia solar para a geração de energia elétrica e para o aquecimento de água e também abordaram exemplos

de como é feito o aproveitamento da energia solar no cotidiano. Os colegas da turma assistiram com atenção a apresentação do trabalho.

FIGURA 1 - Alunas apresentando o seminário sobre energia solar



Na figura 1 a aluna está lendo o material e há uma maquete que mostra uma casa, os painéis solares foram elaborados com vidros, lembrando superfícies refletoras/absorvedoras de energia solar. Neste momento a aluna está lendo, mas todas participaram da apresentação mostrando que houve o entrosamento de todo o grupo na elaboração/apresentação da proposta.

Neste trabalho os alunos que não integravam o grupo que estava apresentado participaram com questionamentos e comentários referentes aos coletores solares e a existência dos painéis fotovoltaicos em algumas residências para gerar energia elétrica oriunda do Sol. A turma de alunos contribuiu com discussões sobre as vantagens e possibilidades de tornar uma residência

autossustentável energeticamente. Falaram sobre o conhecimento de alguns dispositivos tecnológicos que funcionam com a energia elétrica obtida por painéis solares.

O segundo grupo, figura 2, falou sobre as usinas eólicas e utilizou o recurso de slides para fazer a apresentação. Neste trabalho foram mencionados aspectos como geração, custo e localização das usinas eólicas no estado do Rio Grande do Sul. Ao final comentaram sobre o projeto de criação de uma usina eólica na região de Santiago, os estudos recentes, localização e as possibilidades de sucesso na implantação.

FIGURA 2 - Apresentação do seminário sobre energia eólica



Na figura 2 o aluno que está apresentando o trabalho explica o funcionamento de um aerogerador, porém os outros membros do grupo também participaram da apresentação na forma expositiva, utilizando o recurso de slides.

O grupo de alunos da figura 2 mostrou um vídeo sobre a Usina Eólica localizada no município de Osório, no Rio Grande do Sul, destacando a estrutura física do local, a construção da usina, as condições do vento para a geração de

energia, como é feita a transformação de energia, os benefícios para o meio ambiente. Também falaram sobre as implicações para o meio ambiente, a fauna e a flora, a poluição sonora causada pelo movimento das pás e a eficiência e tecnologia dos aerogeradores.

A apresentação dos seminários contemplou fatores importantes sobre a geração de energia elétrica e promoveu o debate seguido de questionamentos e contribuições entre os alunos acerca dos conhecimentos adquiridos com a elaboração e apresentação dos trabalhos. Durante a apresentação dos dois seminários, os alunos comentaram o fato das usinas solares e eólicas serem fontes de energia renováveis e evidenciaram os aspectos positivos da implantação dessas usinas e a existência de fatores negativos que contribuem para a degradação do meio ambiente. As principais fontes bibliográficas utilizadas pelos alunos para a elaboração dos seminários foram revistas, jornais e sites.

4.5.5 QUINTA INTERVENÇÃO

No início desta aula, realizamos a retomada sobre os trabalhos apresentados e deu-se continuidade na apresentação dos trabalhos.

O grupo responsável pela apresentação sobre usinas nucleares, figura 3, optou pela apresentação de slides, discutindo sobre os riscos que as usinas nucleares oferecem para o ser humano, o funcionamento, os maiores acidentes já registrados com esse tipo de usina e os danos que os materiais radioativos trouxeram para as vítimas dos acidentes. Os alunos falaram sobre o Programa Nuclear Brasileiro e as usinas do Rio de Janeiro, Angra 1, Angra 2 e Angra 3 e destacaram as implicações para o meio ambiente, bem como os fatores sócio econômicos relacionados à implantação da usina nuclear. Também trouxeram um vídeo explicativo sobre o funcionamento da usina nuclear, um documentário sobre a construção, a eficiência das usinas nucleares de Angra dos Reis e fotos de outras usinas nucleares existentes.

FIGURA 3 - Apresentação de documentário sobre a usina nuclear em Angra dos Reis



Neste momento os alunos já haviam relatado sobre o funcionamento da usina nuclear. O trabalho proporcionou o conhecimento sobre a existência de uma legislação específica que ampara os funcionários que trabalham neste tipo de empresa e o processo administrativo legal que prevê o funcionamento da usina. Esta informação foi além dos objetivos previstos para a atividade e despertou a curiosidade e questionamentos dos alunos da turma.

Outro grupo de alunos fez a apresentação sobre as usinas termelétricas. Falaram sobre as formas de obtenção de energia elétrica, e alguns aspectos de relevância social. Destacaram a existência da Usina Termelétrica de São Borja, no Rio Grande do Sul, e a capacidade de geração de energia elétrica que é obtida a partir de casca de arroz e foi inaugurada em 2012 que tem a característica ambiental e social.

No fechamento das discussões sobre as formas de geração de energia elétrica das usinas, promoveu-se um debate sobre as apresentações e as impressões que os alunos tiveram sobre as vantagens e desvantagens que a implantação de cada usina pode oferecer ao meio ambiente.

4.5.6 SEXTA INTERVENÇÃO

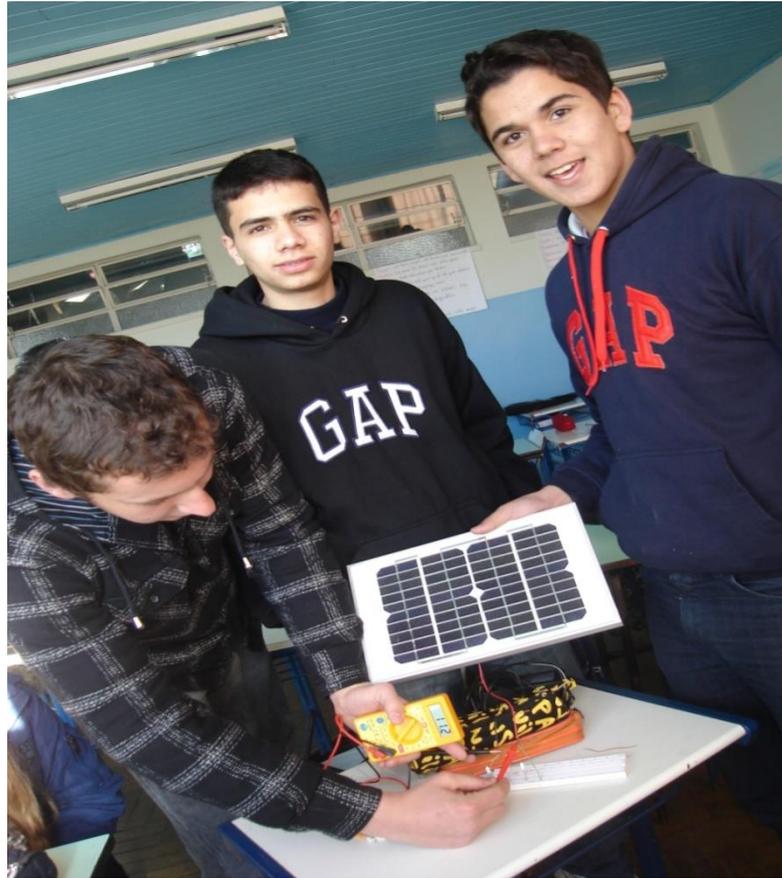
Nesta aula aconteceu a aplicação do pré-teste, apêndice C. Todos os alunos estavam presentes neste dia. A professora pesquisadora entregou o questionário aos alunos e orientou para que respondessem de maneira espontânea e recorrendo aos seus conhecimentos sobre o assunto. A aplicação do pré-teste teve como objetivo identificar o conhecimento dos alunos referente a alguns conceitos de eletromagnetismo.

4.5.7 SÉTIMA INTERVENÇÃO

Na sétima aula realizamos a demonstração experimental de um circuito elétrico simples utilizando uma placa solar como a fonte geradora de tensão elétrica do circuito figura 4. O procedimento didático teve como objetivo apresentar alguns materiais que fazem parte de um circuito elétrico. A professora pesquisadora demonstrou o funcionamento do circuito composto por diodos emissores de luz (LEDs), placa solar e fios de conexão. Fez-se uso, também, de um multímetro para explicar a sua função.

Os alunos foram organizados em círculo para poder interagir com a exposição oral da professora. Nesse momento apresentamos a relação entre tensão, corrente elétrica e resistência elétrica de forma expositivo dialogada, tendo como recurso o circuito elétrico. Os alunos foram participativos na atividade experimental e nas discussões acerca das vantagens da utilização de células fotovoltaicas de baixo custo, os LEDs, sobre as lâmpadas incandescentes, do uso de fontes alternativas para a geração de energia elétrica, da montagem experimental e dos elementos existentes no circuito elétrico.

FIGURA 4 - Aluno demonstrando o experimento de um circuito com a placa solar



A figura 4 ilustra o experimento na qual os alunos manusearam o material montando o circuito com a placa solar e fazendo as leituras do instrumento de medidas. A turma de alunos demonstrou entusiasmo e todos ficaram atentos à montagem e explicação feita pela professora-pesquisadora.

4.5.8 OITAVA INTERVENÇÃO

Inicialmente os alunos foram conduzidos ao laboratório de informática para trabalharem, em duplas, com a simulação computacional sobre as leis de Ohm do *Lab Phet simulations*, figura 5.

A professora pesquisadora orientou o trabalho através de um roteiro (apêndice I) no qual os alunos precisaram interagir com o objeto de aprendizagem para responderem as questões conceituais presentes nos guias. A atividade

despertou a interatividade entre os alunos, professora e o guia computacional. Esse procedimento didático envolveu dois períodos de aula.

FIGURA 5 - Foto dos alunos trabalhando no laboratório de informática com o roteiro na simulação computacional sobre as leis de Ohm



Os alunos interagiram com dois objetos de aprendizagem sobre as Leis de Ohm. No primeiro momento os alunos trabalharam com a simulação sobre a primeira lei de Ohm, que possibilitava atribuir valores para resistência, variar a tensão elétrica e calcular a intensidade da corrente elétrica. Em seguida, trabalharam com a segunda simulação referente à segunda lei de Ohm. O roteiro de atividade computacional buscou orientar os alunos para que compreendessem a relação entre as grandezas tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica e o significado de resistividade.

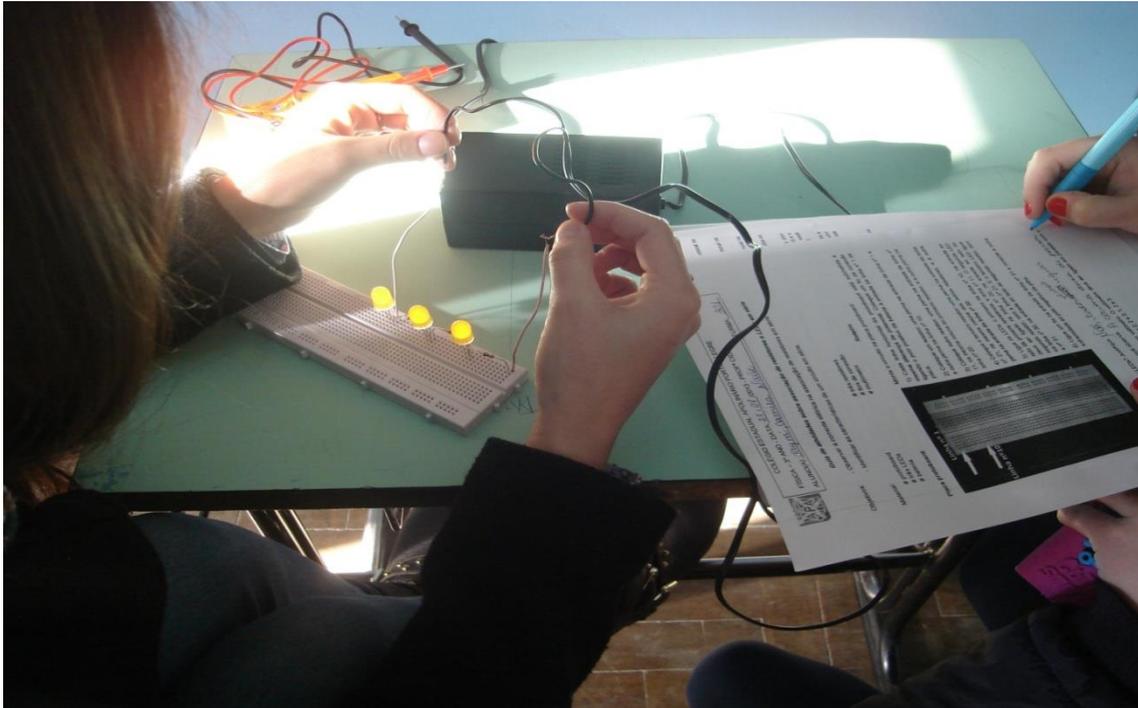
Essa prática possibilitou a participação efetiva dos alunos para que pudessem completar o guia de simulação computacional. Durante a realização da atividade a professora-pesquisadora auxiliou os alunos na superação das dúvidas e manipulação dos dados da simulação. Os alunos interagiram entre si, trabalhando com os conteúdos de forma prazerosa e motivadora.

4.5.9 NONA INTERVENÇÃO

Para realizar esse procedimento didático os alunos foram orientados para se organizarem em grupos. A intervenção consistiu na construção de experimentos com a *protoboard*, LEDs, resistores elétricos e fios de conexão. Durante dois períodos de aula os alunos trabalharam no experimento de resistores em série e LEDs em série, com um roteiro a ser preenchido conforme a interação guiada para a construção dos circuitos, apêndice E. Em outros dois períodos de aula, trabalharam no experimento de resistores e LEDs em paralelo. Os roteiros foram elaborados visando promover a aprendizagem sobre as principais características do circuito em série e do circuito em paralelo.

Nessa atividade os alunos demonstraram bastante curiosidade quanto ao material que foi colocado à disposição para a elaboração dos experimentos. Observamos que para a elaboração dos circuitos em paralelo, os alunos demonstraram mais domínio sobre o material a ser utilizado e sobre a montagem do experimento. Os circuitos foram construídos com certa facilidade por alguns grupos, sendo que os colegas que se mostravam mais confiantes auxiliavam aqueles que tinham insegurança na colocação dos elementos do circuito.

FIGURA 6 - Foto de um experimento do circuito de LEDs em série



A figura 6 ilustra alunas trabalhando no experimento de circuito de LEDs em série. A interação entre os colegas foi muito importante para o êxito da atividade experimental. Os grupos discutiram suas respostas, trocaram saberes, manusearam os equipamentos e, quando necessário, solicitaram a ajuda da professora para responderem as questões propostas no roteiro experimental.

A maior dificuldade observada nesta atividade foi de perceber que os LEDs, que apresentam uma perna mais curta que a outra, possuem polaridade e, se trocar a ordem na ligação, o circuito não funciona. Assim, alguns alunos montaram o circuito e os LEDs não acenderam. Os estudantes conversaram entre si, trocaram ideias e auxiliados pelos próprios colegas encontraram as respostas para as suas indagações.

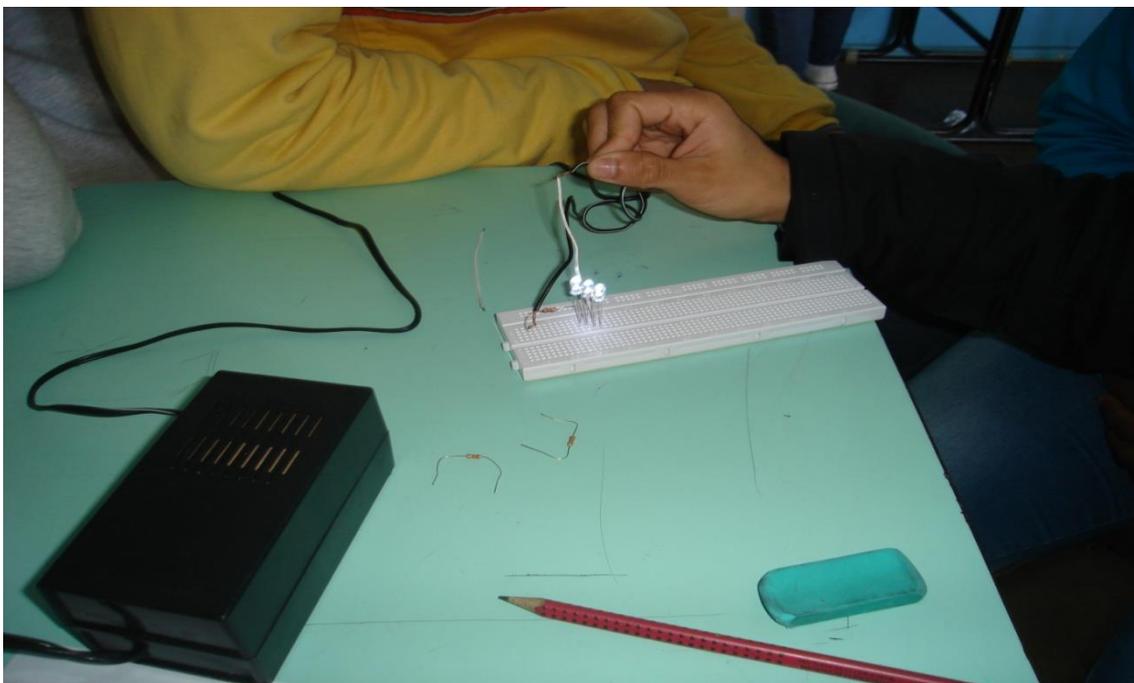
A caracterização de um circuito em série foi identificada por todos os alunos de maneira autônoma através da interação com o experimento. Os estudantes trabalharam em grupos, facilitando a participação e a discussão de todos na elaboração dos experimentos. Após a realização das atividades do roteiro, alguns alunos demonstraram ter compreendido bem a montagem dos circuitos, alterando as

posições dos materiais na protoboard e variando o número de LEDs para verificar a nova medida elétrica indicada no multímetro.

No trabalho com o circuito em paralelo percebemos que apesar dos alunos estarem mais familiarizados com os materiais utilizados nos circuitos, eles levaram um tempo maior para realizar a montagem e responder as questões do roteiro experimental. A caracterização do circuito em paralelo gerou mais discussão entre os colegas dos grupos, o circuito foi montado mais de uma vez para fazerem suas conclusões e obter as diferenças entre os circuitos em série e em paralelo.

Foram utilizados quatro períodos de aula para a realização dos experimentos. A proposta apresentada foi extremamente produtiva, que exigiu pouca intervenção da professora-pesquisadora, no qual destacamos a motivação dos alunos em trabalhar com o material experimental e a participação efetiva de todos na realização das atividades.

FIGURA 7 - Foto de um experimento do circuito de LEDs em paralelo



A figura 7 ilustra a montagem feita por um grupo de alunos do circuito de LEDs em paralelo. O fechamento dessa atividade foi feito com a socialização das

repostas dos alunos às questões do guia experimental, apêndice F. Nesse momento a professora-pesquisadora promoveu um debate sobre as questões, problematizando e explicando o funcionamento do circuito em série e em paralelo através de uma demonstração experimental para que os alunos pudessem perceber os acertos e os equívocos conceituais que apresentaram na atividade.

4.5.10 DÉCIMA INTERVENÇÃO

No início da aula os alunos se organizaram em grupos. Abordou-se o conteúdo de magnetismo e o conceito de campo magnético através de uma exposição oral. Utilizou-se um roteiro experimental, apêndice G, para que os grupos pudessem trabalhar com os materiais que receberam: ímãs, bússola, limalhas de ferro e placa de acrílico.

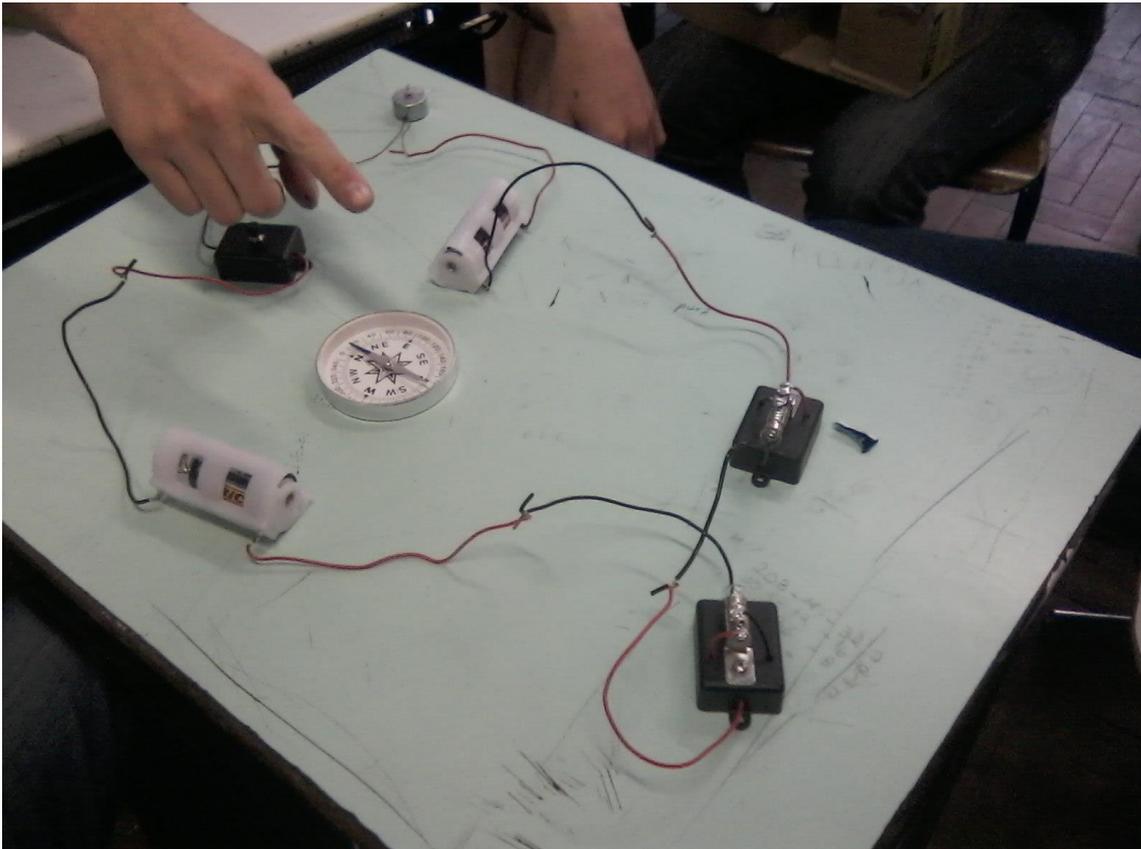
A experiência consistia em utilizar uma bússola para identificar e caracterizar os polos dos ímãs. Após, os alunos ilustraram o comportamento da agulha da bússola quando colocada em diferentes posições ao redor de um ímã. Foi utilizada a limalha de ferro para verificar a orientação do campo magnético gerado pelo ímã. Os alunos participaram da atividade e o material auxiliou para a compreensão e na percepção das linhas de indução de campo magnético e entender o que acontece com a agulha de uma bússola quando é colocada próxima de uma região que possui um campo magnético.

O roteiro permitiu aos alunos discutirem e responderem questões sobre as características de um ímã, as propriedades magnéticas, a inseparabilidade dos polos magnéticos, a orientação norte-sul com o campo magnético da Terra e a orientação das linhas de indução magnética.

4.5.11 DÉCIMA PRIMEIRA INTERVENÇÃO

Esta intervenção reforçou o conceito de campo magnético e o material de apoio utilizado no experimento serviu para verificar a relação entre o sentido da corrente elétrica e do campo magnético gerado pela corrente utilizando a regra da mão direita.

FIGURA 8 - Foto de um experimento realizado semelhante ao de Oersted



A figura 8 mostra o experimento. Inicialmente os alunos, em grupos, receberam um roteiro, apêndice H, na qual foram desafiados a montar um circuito simples de lâmpadas em série ou em paralelo com interruptor. A seguir, ao aproximar a bússola do circuito descreveram a observação feita da deflexão da agulha.

A professora-pesquisadora explicou o experimento de Oersted e com o auxílio do experimento e a obtenção do sentido da corrente elétrica e do vetor campo magnético através da regra da mão direita. Os alunos puderam comprovar pela regra da mão direita o sentido do campo magnético.

4.5.12 DÉCIMA SEGUNDA INTERVENÇÃO

Esta intervenção descreve uma aula experimental realizada de forma coletiva, na qual a professora-pesquisadora orientou o trabalho através de um roteiro, apêndice J, que serviu para auxiliar o entendimento sobre a indução eletromagnética. A atividade prática descrita permitiu a exploração de um circuito com bobinas e ímãs para verificar a lei de Lenz.

Esse procedimento possibilitou a discussão em grupos sobre a movimentação dos ímãs nas proximidades das bobinas feitas de material condutor e as observações obtidas a partir do experimento. A indução eletromagnética e o sentido da corrente elétrica verificados através deste experimento possibilitou o estudo sobre o funcionamento dos motores elétricos e dos geradores elétricos.

4.5.13 DÉCIMA TERCEIRA INTERVENÇÃO

Esta intervenção aconteceu num período de aula e consistiu em apresentar um vídeo que foi obtido no *Youtube*, do sítio da internet: https://www.youtube.com/watch?v=s5Jx8_905KY para reforçar o conceito de indução eletromagnética trabalhado na aula anterior. O vídeo demonstra uma aplicação da indução eletromagnética e da lei de Faraday. O experimento é realizado utilizando um tubo de cobre (material que não é ferromagnético) e um tubo de alumínio. Um ímã é solto na vertical em cada um dos tubos e pode-se verificar que o tempo de queda é diferente de acordo com o tipo de material. O tubo de cobre se comporta como um solenóide e cria um campo magnético variável quando o ímã está caindo gerando uma força eletromotriz induzida explicada pela lei de Faraday, surgindo uma corrente elétrica induzida que tem sentido de acordo com a lei de Lenz.

O vídeo foi assistido em duas etapas: primeiro até o momento em que são apresentados os materiais que seriam utilizados no experimento. A professora pesquisadora faz questionamentos e pede que os alunos descrevam as previsões que fazem em relação ao possível movimento do ímã em cada situação, justificando

a sua resposta. Num segundo momento acontece o experimento seguido da explicação. Os alunos debateram sobre o acontecido e elaboraram conclusões.

4.5.14 DÉCIMA QUARTA INTERVENÇÃO

Na sala de informática os alunos trabalharam num roteiro (apêndice K) de atividades computacionais que visava explorar conceitos referentes às leis de Lenz e de Faraday. Os alunos trabalharam de forma autônoma, solicitando esporadicamente a ajuda da professora-pesquisadora. O trabalho com a simulação computacional foi realizado em duplas, mas os estudantes trocaram ideias e se auxiliaram de forma a resolver com êxito as questões propostas no roteiro.

4.5.15 DÉCIMA QUINTA INTERVENÇÃO

Nessa etapa do trabalho foi feito um tratamento das informações e conhecimentos adquiridos pelos alunos visando a escolha e apresentação da elaboração de um dispositivo elétrico com momentos explicativos versando sobre os conteúdos trabalhados ao longo da sequência didática.

A intervenção consistiu em oportunizar a autonomia de expressão e demonstração do conhecimento científico adquirido pelo aluno nesta proposta de sequência didática. Tendo como objetivo promover a sustentabilidade através da reflexão e de debates, a professora pesquisadora pediu, com antecedência, para cada grupo de trabalho construir um aparato elétrico que funcionasse e fosse útil cujo funcionamento tivesse como fonte de energia elétrica um tipo de energia renovável.

Inicialmente pensamos na proposta de elaboração de um vídeo produzido pelos alunos para serem disponibilizados como um dos produtos finais desta pesquisa. Porém, alteramos a forma de produção devido a participação de uma aluna que, devido a uma crença religiosa, não autorizou a publicação de sua

imagem em nenhum momento. Visando possibilitar a atuação de todos os envolvidos, optamos pela apresentação oral dos trabalhos.

A avaliação desta proposta consistiu em apresentar o trabalho construído ao grupo de colegas, argumentando sobre a escolha do tipo de energia utilizada, a forma de obtenção da energia e outros aspectos relevantes sobre o funcionamento do circuito. Cada grupo apresentou seu trabalho, explicando de forma detalhada o porquê do dispositivo construído, qual a utilidade, o material utilizado, relacionando a existência e o valor dos elementos elétricos existentes no circuito com a teoria estudada.

A figura 9 mostra as alunas explicando como a energia emitida pelo Sol pode ser transformada em energia térmica. Apresentaram exemplos de dispositivos que podem ser utilizados para aproveitar a energia solar convertendo esse tipo de energia em outras formas. Relataram no trabalho como funciona o aquecimento solar da água, falaram sobre o reservatório de água quente e as placas solares utilizadas para transformar a energia solar em energia térmica.

FIGURA 9 - Foto das alunas explicando o trabalho sobre energia solar



Nesse trabalho também destacaram a importância da utilização da energia solar para a preservação do meio ambiente, podendo ser aproveitada em larga escala, pois apresenta muitas vantagens em relação às demais fontes de energia.

Comentaram sobre os custos de uma instalação convencional de um reservatório de água quente aproveitando a energia que provém do Sol para o aquecimento da água.

FIGURA 10 - Foto de um fogão solar elaborado pelos alunos



A figura 10 mostra a aplicação do conhecimento num experimento simples, mas bastante informativo sobre a energia solar. O experimento consistiu em mostrar que a energia solar pode ser transformada em energia térmica e que a água aquecida pode cozinhar macarrão instantâneo. As alunas comentaram sobre o tempo de cozimento de alguns alimentos, as possibilidades alternativas de utilização de um fogão solar e a adaptação desse dispositivo de acordo com as regiões brasileiras.

FIGURA 11 - Alunos demonstrando o funcionamento da bicicleta que transforma energia cinética em energia elétrica



A figura 11 mostra o aparato elétrico construído por um grupo de alunos que funciona a partir da conversão de energia cinética em energia luminosa. Os alunos fizeram uma analogia com o funcionamento da usina hidrelétrica e explicaram como foi construído o dispositivo, o funcionamento e a utilidade. Este trabalho foi o mais comentado e despertou a curiosidade de toda a turma. Os alunos do grupo fizeram uma conexão com a realidade mencionando sobre um projeto que, naquele momento, estava sendo colocado em prática com detentos de um presídio na região sul de Minas Gerais, no qual os presos pedalavam em bicicletas fixas no pátio do presídio com a finalidade de carregar uma bateria de automóvel por dia. Participavam do projeto oito detentos que a cada três dias pedalando tinham a sua pena reduzida em um dia.

Outro grupo de alunos fez o trabalho do dispositivo elétrico utilizando a maquete de uma residência que utilizava a energia eólica como fonte de geração de energia elétrica. Os alunos utilizaram um secador de cabelos gerar movimento na hélice de um pequeno aerogerador, explicando como é feita a transformação de energia e a geração de energia elétrica na residência.

Na apresentação do dispositivo elétrico um outro grupo de alunos utilizou a energia termoelétrica como fonte de geração de energia elétrica. Esses alunos fizeram um circuito elétrico simples para demonstrar que a energia liberada pelo combustível em ebulição, nesse caso a água, poderia se transformar em energia elétrica. Durante a apresentação os alunos explicaram o funcionamento dos geradores elétricos e as transformações de energia envolvidas no processo de funcionamento do circuito elétrico.

Podemos destacar que essa atividade oportunizou aos alunos a atuação direta com os conhecimentos adquiridos sendo autores de seu experimento e protagonistas de seu aprendizado. A atividade foi realizada em grupos com a proposta de explorar o enfoque Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) e conceitos de Eletromagnetismo.

4.5.16 DÉCIMA SEXTA INTERVENÇÃO

Em um período os alunos foram solicitados para que construíssem um mapa conceitual sobre Energia para verificar se houve algum avanço na colocação dos conceitos científicos nessa nova versão de mapa. A primeira versão da atividade de construção de um mapa conceitual foi realizada no início da aplicação da proposta didática por 24 alunos. Na realização da segunda versão de mapa conceitual não ocorreu o mesmo, apenas 12 alunos elaboraram essa atividade tendo em vista que a escola que foi foco desta pesquisa organizou um calendário de provas no último trimestre do ano letivo, então muitos alunos compareceram nas aulas somente nos dias e horários da realização das referidas provas.

A professora-pesquisadora pediu para que os presentes construíssem um mapa conceitual que contemplasse os conteúdos estudados durante a prática didática. Esta atividade teve por objetivo a análise qualitativa dos mapas para verificar se houve ampliação nos conceitos apresentados pelos alunos no primeiro mapa.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão analisados os resultados obtidos através da comparação do pré-teste e do pós-teste, de um questionário inicial composto por questões dissertativas acerca do tema Energia e conceitos de eletromagnetismo, dos mapas mentais e mapas conceituais, gerados no início e no final da aplicação da proposta, respectivamente, e através dos resultados da pesquisadora avaliados qualitativamente baseados nas anotações em seu diário de campo. O diário de campo da professora foi utilizado para registros das observações feitas dos eventos da sala de aula durante toda a aplicação da proposta.

5.1 ANÁLISE QUALITATIVA DO TRABALHO

O questionário inicial apresentou questões para enfatizar aspectos de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e conteúdos de eletromagnetismo e pode ser visto no apêndice B. Ele foi aplicado com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios sobre a temática que seria desenvolvida nas aulas seguintes e verificar a mudança das concepções dos estudantes, durante a realização das atividades de experimentação, simulação, pesquisa, elaboração e apresentação dos trabalhos de seminários, sobre os conceitos existentes sobre Geração de Energia Elétrica para outro mais completo e elaborado, considerando aspectos sociais até o momento dados como irrelevantes.

Moreira (2002) nos traz que os conhecimentos prévios também podem funcionar como obstáculos epistemológicos, pois estes são conhecimentos no qual o aluno se ancora para aprender novos conceitos, sendo determinantes no domínio de um campo conceitual. Para que o aluno alcance uma aprendizagem significativa, é necessário que ocorra uma interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Essa interação permite que o novo conhecimento tenha significado e o conhecimento prévio se modifica ou passa a ter um novo significado, tornando-se um conhecimento científico.

Cada aluno, dos 24 que responderam ao questionário inicial, recebeu um questionário (apêndice B) para, individualmente e sem consulta, responder de acordo com o seu conhecimento sobre a temática de geração de energia. No início da atividade a professora-pesquisadora orientou para que se preocupassem em responder todas as questões de maneira espontânea, buscando expressar seus conhecimentos prévios em cada questão. Alguns alunos estavam ansiosos e apreensivos, pois sabiam que suas respostas seriam lidas e analisadas. Foi possível observar que a ansiedade era devida ao receio de errar.

A exploração dos conceitos construídos pelos alunos acerca da temática trabalhada foi analisada numa abordagem qualitativa. Nessa atividade consideramos importante analisar as respostas iniciais do questionário e a apresentação dos seminários elaborados pelos alunos.

Nas respostas iniciais dadas aos questionamentos, verificamos que alguns alunos apresentaram uma distorção conceitual sobre determinados conhecimentos e outros demonstraram saber muito pouco sobre as fontes renováveis e não renováveis de geração de energia elétrica.

Para a questão “O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique”, 8 dos alunos compreendiam que as energias renováveis são aquelas que podem ser reutilizadas e provém de fontes naturais, 14 identificavam como sendo energia limpa que não polui o meio ambiente e 2 alunos associavam a energia com outros fatores como energia corporal e energia que nunca acaba. Ainda, 10 alunos identificavam as energias não renováveis como aquelas que poluem ou degradam o meio ambiente, 6 responderam que são recursos naturais que se esgotam, 3 alunos escreveram que são as energias que não se renovam naturalmente e 5 responderam que são energias que não podem ser reaproveitadas.

Esta amostra ilustra que 8 alunos dos 24 que responderam ao questionário, associava corretamente a energia renovável como sendo oriunda de uma fonte natural, porém houve um número expressivo de alunos, 14 de 24, que acreditava que energia renovável referia-se a uma fonte de energia sustentável, correta, que não polui ou não causa agressão ao meio ambiente. Nas respostas dadas para energia não renovável, verificou-se a ausência de informações sobre o significado para argumentar e exemplificar sobre esse tipo de energia.

Para a questão número 2, “De que maneira pode-se obter energia elétrica?”, as respostas enfatizaram que 22 dos 24 alunos identificavam os recursos naturais como sendo formas de obter energia elétrica, não havendo nenhuma resposta que sugira a maneira de se obter, a extração, o tratamento ou a conversão de energia; e 2 alunos associavam o gerador elétrico como responsável pela obtenção energia elétrica.

Destacamos na figura 12 algumas respostas dadas para as questões 1 e 2.

FIGURA 12: Respostas dos alunos A, B, C e D para as questões 1 e 2.

<p>Aluno A</p> <p>1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.</p> <p><u>Renováveis pode reutilizar</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?</p> <p><u>Pode-se ter energia a partir do calor, tornando-se</u> <u>eletricidade</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Aluno B</p> <p>1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.</p> <p><u>Renováveis não poluem o meio ambiente por serem mais naturais;</u> <u>não renováveis poluem o ambiente por serem dependentes de máquinas,</u> <u>geradores...</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?</p> <p><u>Através de usinas hidrelétricas, do sol, movimento, entre outros.</u></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--

Aluno C

1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.

As renováveis são energias tecnicamente certas por não precisar ser descartadas, ao contrário das não renováveis.

2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?

hidroelétrica, atômica, hidroelétrica

Aluno D

1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.

Energia renovável → Energia corporal que pode ser renovada através de alimentação / não renovável → Energia elétrica que não se renova.

2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?

Através de Hidroelétrica, Eólica, Solar...

Pode-se verificar que o aluno A não sabia estabelecer diferenças entre as energias renováveis e não renováveis, o aluno B fazia uma relação equivocada quando escreve que energia renovável é aquela que não polui e energia não renovável é aquela ligada a fontes poluentes. O aluno C se referiu à energia renovável como sendo certa, sem necessidade de ser trocada. O aluno D apresentou ausência de informação que possibilitasse argumentar de maneira mais aproximada sobre a diferença entre os termos renovável e não renovável, o que pode ser caracterizado como um obstáculo epistemológico acerca deste assunto.

Em relação a questão 2 o aluno A escreveu que calor pode transformar-se em eletricidade, os alunos B e C demonstravam ter conhecimento sobre a possibilidade de se obter energia elétrica a partir de um recurso natural através da usina geradora de eletricidade, sem mencionar como é feita a transformação de energia nessas usinas e o aluno D associava a obtenção de energia elétrica com outro dispositivo

elétrico, não considerando a natureza do gerador e que para que o gerador elétrico é necessário que haja uma conversão de um tipo de energia em outra.

Para responder à questão 4 “Avalie e argumente a frase: não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias”, esperava-se que os alunos entendessem que a relevância da questão era argumentar sobre a possibilidade de existir ou não energia limpa, mas foi possível perceber que 13 dos 24 alunos não souberam interpretar, fazendo referência às universidades nas suas respostas. Nas respostas dadas, 21 alunos acreditavam na existência de energia limpa, acrescentando comentários:

"...a frase está incorreta".

"Energia limpa é a que provém de recursos naturais".

"...é muito difícil de ser obtida".

"São as energias que são caras".

"São as que não causam danos à natureza".

Ainda 2 alunos consideravam não existir energia limpa, argumentando que muitas vezes os danos causados pelas fontes alternativas de energia são encobertos pelas campanhas universitárias ou que algumas poluem menos que outras. E 1 aluno não soube responder a questão.

A figura 13, ilustra as respostas dadas para a questão 4 dos alunos A, B, C e D.

FIGURA 13 - Respostas dos alunos A, B, C e D para a questão 4

Aluno A

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

Existe sim, sem causar a poluição

Aluno B

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

Não. Pois existem muitas pessoas que, não necessariamente universitárias, possuem consciência e produzem a energia limpa e de qualidade. Tanto como em campanhas quanto fora delas.

Aluno C

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

Não existe energia que seja totalmente limpa, mas existe aquelas menos poluentes.

Aluno D

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

Energia que não cause poluição...

As respostas dadas para a questão 4 demonstraram que os alunos A e B acreditavam na existência de energia limpa, sem causar poluição. O aluno C concordava acertadamente com a frase, apesar de não saber argumentar com conhecimento sobre a afirmação. O aluno D não de forma coerente respondeu à questão proposta.

A instrução da questão 4 sugeria que o aluno argumentasse a validade da sua resposta, porém verificamos respostas breves e objetivas. Este fato nos permite concluir que a maioria dos alunos somente concordava ou discordava da afirmação, sem expor um conhecimento mais completo para defender seu posicionamento.

A questão 5 foi objetiva e estava assim enunciada: “O que é gerador elétrico?”. Não observamos em nenhuma resposta dada para esta questão alguma que se referisse a um gerador elétrico como um dispositivo elétrico que transforma um tipo de energia em outra. Verificamos a falta de conhecimentos prévios nesta questão e, ainda, a existência de um obstáculo epistemológico responsável pela confusão entre o conceito físico e o termo usual do cotidiano. Nas respostas, 23 alunos associaram o gerador elétrico a um aparelho capaz de armazenar energia e liberar quando solicitado ou quando não há energia elétrica, confundindo gerador com bateria e 1 aluno relacionou com alguma coisa que gera energia. Destaca-se na figura 14 algumas respostas.

FIGURA 14 - Respostas dos alunos A, B, C e D para a questão 5

Aluno A

5) O que é gerador elétrico?

Transmite energia quando não se há luz

Aluno B

5) O que é gerador elétrico?

Aparelho que serve para "quebrar o galho" e fornecer energia em casos de falta de mesma. É um aparelho.

Aluno C

5) O que é gerador elétrico?

Gerador é um reservatório de energia que é usado em casos de falta de "energia" e "gerador".

Aluno D

5) O que é gerador elétrico?

Energia armazenada ou gerada através de movimentação

A sexta questão “Qual é o princípio do funcionamento de um motor elétrico?”, foi elaborada com o objetivo de verificar se algum aluno fazia ideia do que era um motor elétrico. Pudemos perceber que 23 alunos não conheciam um motor elétrico e tampouco sabiam como funcionava, afirmando que uma fonte de energia ou apenas energia era o princípio de funcionamento do motor elétrico e 1 aluno mencionou que o motor elétrico funciona de acordo com o princípio de conservação de energia, sem justificar a resposta. As transcrições na figura 15 exemplificam esta observação.

FIGURA 15 - Respostas dos alunos E, F, G e H para a questão 6

<p>Aluno E</p> <p>Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?</p> <p>DEPENDE DE UMA FONTE DE ENERGIA.</p>
<p>Aluno F</p> <p>Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?</p> <p>energia</p>
<p>Aluno G</p> <p>Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?</p> <p>conservação de energia.</p>
<p>Aluno H</p> <p>Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?</p> <p>Depende de uma fonte de energia.</p>

Na questão “Para que serve e como funciona a bússola?” foi possível verificar a existência de conceitos prévios nas respostas dos 24 alunos. E destes, 20 fizeram alguma relação sobre a presença de um ímã na bússola, 12 associaram o Norte-Sul

como sendo a orientação correta do ponteiro da agulha, mas nenhum desses alunos explicou o porquê que a agulha aponta para aquela direção.

Esperávamos encontrar nas respostas alguma referência quanto ao magnetismo terrestre, o que não foi verificado. Verificamos, também, que 23 alunos demonstraram saber qual pode ser a utilidade de uma bússola, apesar de alguns expressarem de forma confusa esta informação, porém nenhum aluno explicou de maneira adequada o seu funcionamento. A figura 16 ilustra algumas das respostas dos alunos E, F, G e I.

FIGURA 16 - Respostas dos alunos E, F, G e I para a questão 9

Aluno E

Para que serve e como funciona a bússola?

SABEM SUA LOCALIZAÇÃO, E SEMPRE APONTA PARA O NORTE DEVIDO AO MAGNETISMO.

Aluno F

Para que serve e como funciona a bússola?

no ponteiro da bússola tem um alfinete e tem um ímã que atrai o ponteiro para o norte.

Aluno G

Para que serve e como funciona a bússola?

Para orientação. Funciona através de um ímã.

Aluno I
<p>Para que serve e como funciona a bússola?</p> <p><i>Para nos localizarmos</i></p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Quase todas as respostas dadas para as questões demonstraram a desapropriação do conhecimento científico sobre as questões iniciais que nortearam a elaboração dos procedimentos de ensino desenvolvidos nesta proposta didática. Na atividade de elaboração de seminários, a professora-pesquisadora propôs que a turma de alunos (24 alunos) fosse dividida em quatro grupos para que desenvolvessem um trabalho de pesquisa sobre as usinas de geração de energia elétrica.

Nesse dia, os alunos receberam um roteiro explicativo sobre algumas informações que seria importante constar nos trabalhos e foram orientados para que fizessem uma busca de material bibliográfico para a pesquisa. Na aula seguinte, os grupos se organizaram para acertar detalhes da apresentação e receberam da professora revistas que poderiam auxiliar no trabalho.

Os grupos de alunos demonstraram satisfação em elaborar os seminários e atuar como protagonistas da construção da aprendizagem. Observamos que essa atividade proporcionou a interação entre os colegas através do debate que ocorreu durante a apresentação dos trabalhos. As dúvidas apresentadas nas respostas dadas ao questionário inicial foram sanadas na apresentação dos seminários, nos quais os alunos demonstraram curiosidade de forma a instigar respostas dos colegas que faziam a exposição do trabalho.

Verificamos que durante a apresentação os grupos estavam organizados entre si, demonstrando envolvimento na elaboração do trabalho e conhecimento sobre o assunto da pesquisa. Os alunos fizeram uma divisão para a apresentação do trabalho e cada aluno fez a exposição oral de uma parte da pesquisa. Dessa

forma, todos os alunos de cada grupo contribuíram com a apresentação do seminário.

Observamos alunos atentos, interessados nos trabalhos dos colegas, fazendo perguntas em relação ao assunto que estava sendo exposto. Todos os trabalhos foram apresentados oralmente com o auxílio de slides, os grupos que apresentaram a usina nuclear e a usina eólica, enriqueceram o trabalho apresentando vídeos sobre o funcionamento das usinas e o grupo da usina solar fez uma maquete para ilustrar o funcionamento da usina. Podemos destacar alguns aspectos como: motivação, participação, interação e contextualização, que foram relevantes para a consolidação e análise positiva da atividade.

Nas transcrições de trechos das apresentações dos seminários que é feita a seguir, permite perceber que os trabalhos de seminários destacaram em suas apresentações o enfoque CTSA e o processo de geração de energia elétrica de cada uma das usinas.

"A energia solar é uma forma de captação de energia ecológica, pois ela capta energia e é uma boa opção, pois oferece alternativas menos agressivas ao meio ambiente... Essa energia é captada por painéis solares formados por células fotovoltaicas e transformada em energia elétrica ou mecânica...é uma fonte de energia que também é utilizada em residências".

"A energia eólica é produzida por aerogerados onde a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que acionam os geradores elétricos... O fato da energia eólica ser considerada uma energia limpa não quer dizer que ela não polui o meio ambiente...a usina eólica apresenta desvantagens... o giro das pás fazem muito barulho é em torno de 43 decibéis e interfere bastante na migração das aves..."

"A energia nuclear é considerada limpa, porém o lixo radioativo deve ser armazenado em locais adequados, seguindo diversas normas de medidas de segurança... A energia nuclear, também

é chamada energia atômica, e ela é obtida a partir da fissão do núcleo do átomo de urânio enriquecido, liberando uma grande quantidade de energia... A principal vantagem da energia nuclear é a não utilização de combustíveis fósseis... a principal desvantagem é a destinação do lixo atômico que se for inadequada pode causar danos muito graves ao meio ambiente e à população".

O aluno X perguntou: *Por que tem que ter um local adequado para o lixo radioativo?*

"Por que, por exemplo, o plutônio que é um material radioativo ele leva 24 mil anos para ter sua radioatividade reduzida e sendo de 50 mil para se tornar inofensivo".

Aluno X: *Tudo isso? Que legal!*

"... A usina termoelétrica consiste numa instalação industrial usada para geração de energia elétrica por meio da energia que é liberada em forma de calor através da combustão de algum tipo de combustível renovável ou não renovável, por exemplo, diesel, carvão mineral, gás natural, gasolina... A usina termoelétrica apresenta desvantagens... são usados combustíveis fósseis para queimar e gerar energia, e daí há uma grande liberação de poluentes na atmosfera, por isso é altamente prejudicial para o meio ambiente".

Através da análise da aplicação das duas atividades, questionário e seminário, percebemos uma melhora significativa por parte da turma no entendimento quanto aos tópicos CTSA e quanto ao conceito de gerador elétrico.

Ao final da apresentação de cada seminário a professora-pesquisadora promoveu uma discussão acerca do assunto do trabalho, fazendo relações entre as questões do questionário inicial para verificar se houve evolução nas respostas dos alunos.

Analisamos a atividade de questionário dissertativo seguido de construção de seminário como uma proposta importante na estratégia de ensino e produtiva para a construção do conhecimento científico, podendo ter um enfoque interdisciplinar como forma de intensificar os significados e a aprendizagem dos alunos.

Esse tipo de atividade precisa ser promovido com a intenção de instigar o aluno à pesquisa, o trabalho entre colegas, a construção de conhecimento por meio do debate e interação entre alunos e o conteúdo trabalhado. O seminário sugere a valorização do trabalho entre os colegas, o conhecimento além do conteúdo, propiciar ao aluno passar de ouvinte para orador na aula, modificar a posição do professor para mediador do processo de ensino, alterando o ambiente de estudo.

5.2 ANÁLISE QUANTITATIVA ATRAVÉS DE APLICAÇÃO DE PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

No início desta pesquisa, aplicamos um pré-teste (apêndice C) sobre alguns tópicos do conteúdo que seria abordado ao longo da proposta didática. Durante o desenvolvimento da proposta a professora-pesquisadora não comentou os resultados das questões com os alunos. Esse mesmo instrumento foi aplicado quando a proposta didática estava chegando ao final, na forma de pós-teste, para verificar as possíveis mudanças nas respostas dos alunos.

No questionário aplicado no pré-teste avaliou-se o conhecimento dos alunos a respeito de circuitos elétricos, que seriam trabalhados nas aulas posteriores.

Na primeira aplicação do questionário (pré-teste) solicitou-se que os alunos respondessem as questões individualmente para que pudéssemos avaliar se houve aprendizagem dos tópicos de eletromagnetismo trabalhados durante a aplicação da proposta.

A aplicação dos testes será descrita a seguir e foram realizadas durante a implementação da proposta com a finalidade de obter dados sobre os conhecimentos prévios e os conhecimentos adquiridos e construídos pelos alunos,

ao longo da proposta, para serem comparados e analisados quantitativamente e qualitativamente.

Algumas respostas para a pergunta "O que é necessário para que um circuito elétrico funcione?"

"Eletricidade."

"Energia, fiação."

"Que tenha alguma fonte de energia."

"Energia."

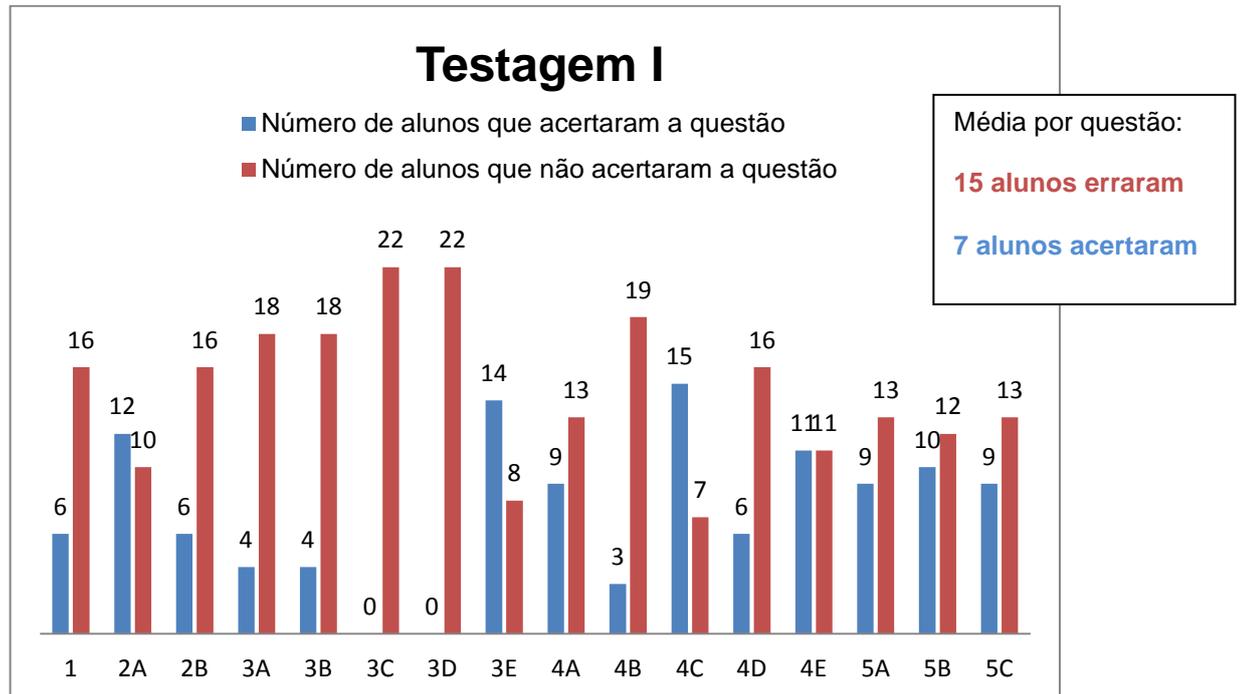
Observamos que 21 alunos fizeram referência ao termo energia em suas respostas. Quase todos os alunos tinham como concepção prévia que "energia" era suficiente para que um circuito elétrico funcionasse. Não foi possível identificar nas respostas conceitos de eletromagnetismo, pois nenhum aluno citou termos como corrente elétrica, condutor, diferença de potencial, resistência elétrica. O teste inicial comprovou que os alunos desconheciam o funcionamento de um circuito elétrico.

A palavra energia foi bastante usada por quase todos os alunos, sendo apresentada de forma equivocada, sem qualquer referência ao princípio de Conservação de Energia, o que caracterizou certa carência de conceitos em suas concepções prévias.

A partir destas respostas dos alunos, foram elaborados módulos didáticos com atividades experimentais reais e virtuais envolvendo os conteúdos de eletrodinâmica.

Para fins de comparação e analisar os dados obtidos com os testes numa abordagem quantitativa, os resultados obtidos nas versões pré-teste e pós-teste de uma mesma lista de questões, foram transcritos e analisados através dos gráficos do resultado do pré-teste e do pós-teste.

FIGURA 17 - Gráfico do resultado do pré-teste



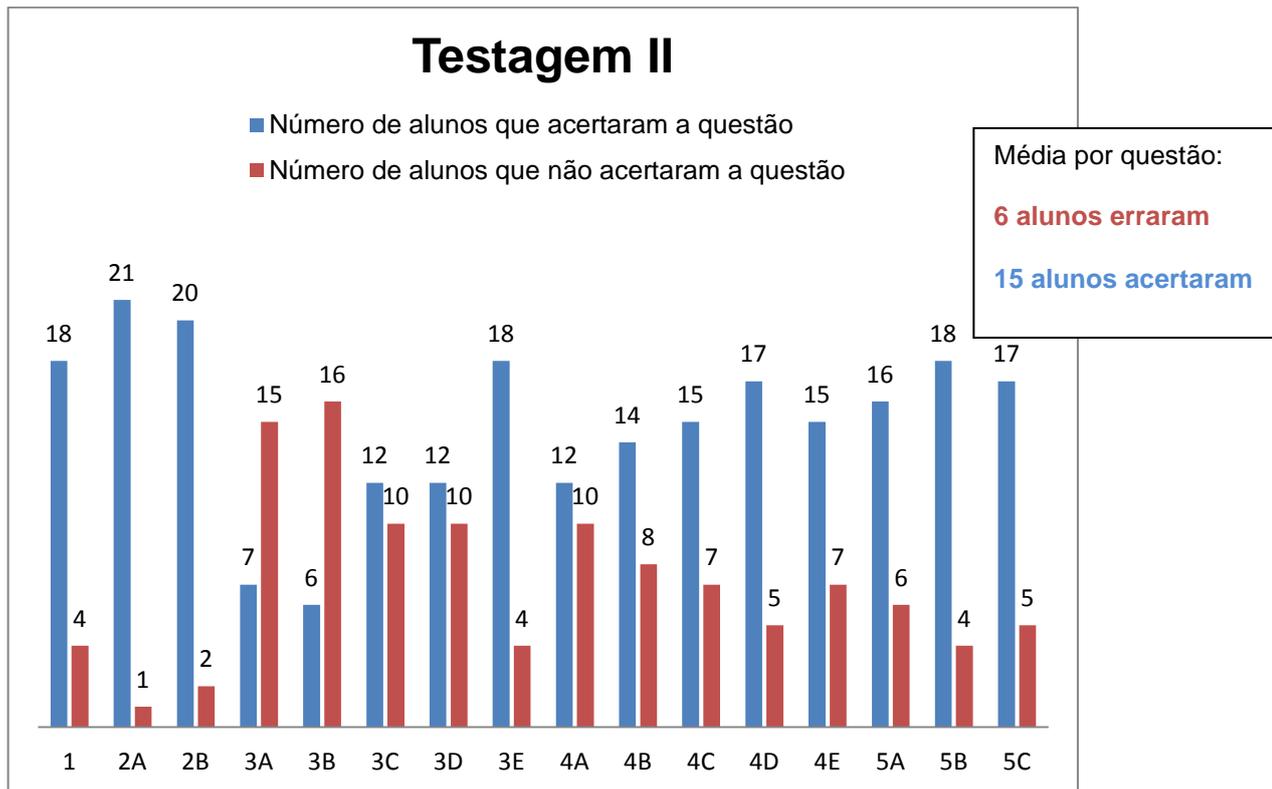
O gráfico ilustrado na figura 17 mostra que todos os 22 alunos que responderam ao pré-teste erraram as respostas dadas às questões 3C e 3D que abordaram o conteúdo de associação de resistores elétricos em um circuito em série. Considerando que apenas uma das questões era dissertativa, a avaliação dessa atividade permitiu verificar a ausência conceitual nos conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo testado.

Após a realização de todos os procedimentos didáticos detalhados anteriormente na descrição das intervenções, aplicamos novamente o mesmo teste. A análise do pós-teste permitiu verificar que as diversas interações realizadas entre os alunos com os materiais didáticos que foram desenvolvidos para essa pesquisa possibilitaram um crescimento significativo nos conceitos estudados ao longo da proposta.

O gráfico apresentado na figura 18 mostra que houve um aumento no que se refere ao número de acertos das questões propostas nos testes. Na análise do questionário como um todo, observamos que o desempenho dos alunos na

realização do pós-teste foi visivelmente melhor quando comparado com o pré-teste. Algumas questões merecem destaque quanto aos resultados obtidos.

FIGURA 18 - Gráfico do resultado do pós-teste



A questão 1 do pós-teste teve um significativo crescimento no número de acertos demonstrando que mais de 80% dos alunos responderam corretamente a questão. Na questão 2A quase 100% dos alunos conseguiram identificar de forma correta o sentido da corrente de elétrons no circuito que foi apresentado. As questões 3A e 3B tiveram um baixo aumento no número de acertos. Essa questão questionava sobre o valor da corrente elétrica num circuito elétrico em série. Analisando as respostas e através dos comentários registrados dos alunos, acreditamos que a figura que apresentava três chaves liga-desliga pode ter causado a confusão na identificação da resposta correta pelos alunos.

Observamos que no pré-teste as questões 3C e 3D que perguntavam quais lâmpadas se apagariam caso uma das chaves do circuito elétrico em série fosse

desligada, nenhum aluno havia acertado a resposta. No pós-teste 54% dos alunos acertaram essas questões.

A questão 4A também apresentou um pequeno aumento no número de acertos, caracterizando um rendimento de 25 % em relação ao pré-teste. Essa questão mostrava um circuito de lâmpadas associadas em paralelo e trazia apenas o valor da corrente elétrica em uma das lâmpadas, sem mencionar o valor da tensão elétrica a que o circuito estava submetido. Essa falta de informações e as chaves liga-desliga também podem ter causado confusão nas respostas dos alunos.

A questão 4C perguntava qual ou quais lâmpadas seriam apagadas caso a chave colocada em determinada posição no circuito em paralelo fosse desligada. O mesmo número de alunos respondeu nas testagens I e II que a lâmpada ligada em série com aquela chave apagaria. Não houve evolução nas respostas de 11 alunos, sendo que na segunda testagem 4 alunos que haviam acertado no pré-teste, erraram no pós-teste e outros 4 alunos acertaram a resposta no pós-teste. As demais questões que faziam referência ao desligamento da chave do circuito não apresentaram um índice satisfatório nos resultados, dessa forma, considerando as concepções alternativas dos alunos, acreditamos que a posição da chave no circuito pode ter causado dúvidas e levado ao equívoco na resposta dada para a questão. Cabe salientar que as duas testagens foram realizadas de forma individual e sem consulta ao material do aluno.

Constatamos que todas as respostas corretas dadas para a segunda testagem correspondem a um índice superior a 25%. A maioria das questões foi respondida de maneira satisfatória por mais de 50% dos alunos. Verificamos que as questões que abordaram mais de uma chave liga-desliga nos circuitos elétricos foram as que obtiveram maior índice de erros. Salientamos que os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar nos experimentos reais e virtuais com apenas um interruptor.

O resultado dessas testagens mostrou que: os alunos apresentaram aprendizagem em relação a metodologia usada e eles incorporaram os conceitos respondendo bem ao questionário e mostrando um maior número de acertos e foi significativo, pois contribuiu para concretizar os objetivos da proposta.

5.3 A CONSTRUÇÃO DOS MAPAS MENTAIS E MAPAS CONCEITUAIS

A construção de mapas mentais e mapas conceituais foi uma atividade integrante da sequência didática proposta neste trabalho e a sua análise também permitiu validar os resultados da presente pesquisa.

A atividade de construção de mapa foi aplicada duas vezes. Uma aplicação ocorreu no início da implementação da proposta didática sendo caracterizada pela construção de um mapa livre com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e outra, no encerramento da proposta para comparar os dois mapas e avaliar a se houve construção do conhecimento e o que os alunos aprenderam com a proposta. Esse recurso didático consistiu em analisar a organização que cada aluno fez dos conceitos relacionados ao tema Energia.

Segundo Moreira (2009), um mapa conceitual tem como finalidade facilitar e organizar a aprendizagem. "Um mapa conceitual é simplesmente um conjunto de conceitos chave agrupados em um diagrama mostrando as relações existentes entre eles". É preciso que cada sujeito procure traçar o seu próprio mapa conceitual para relacionar e definir conceitos, como forma de organizar os estudos.

Os mapas conceituais podem ser importantes ferramentas didáticas que permitem avaliar se houve crescimento na construção conceitual, através da integração, reconciliação e diferenciação de significados. Considerando que não existem mapas conceituais certos ou errados, mas sim expressões de difícil compreensão, entendemos que a análise desses instrumentos é exclusivamente qualitativa. Dessa forma, fizemos a comparação das duas versões dos mapas de forma a interpretar e encontrar evidências de aprendizagem significativa acerca do tema Energia.

A aplicação da construção de mapas mentais foi a primeira atividade proposta à turma de alunos. Neste dia, a professora-pesquisadora expôs aos alunos a sua intenção de pesquisa, apresentando o tema a ser trabalhado e sugerindo aos alunos que escrevessem livremente palavras que pudessem expressar seus subsunçores acerca da temática proposta. Os alunos foram orientados de que a ideia do mapa mental era que cada um pudesse expressar livremente suas ideias e receberam um

roteiro para guiar a elaboração do mapa (apêndice A). Com a elaboração do mapa os estudantes ficaram entusiasmados em recorrer aos seus conhecimentos prévios para elaborar a atividade, mas também apresentaram dificuldade de organizar as ideias acerca da temática proposta. Percebemos, ainda, a motivação em participar do procedimento didático devido a oportunidade de expressão livre, escrita e oral.

A aplicação da segunda versão do mapa não contemplou toda a turma, pois devido ao calendário de provas trimestral realizado na escola que foi foco da pesquisa, muitos alunos compareceram somente nos dias e horários das referidas provas. Esse fato prejudicou, em parte, o objetivo da proposta uma vez que apenas doze alunos elaboraram a construção do mapa. Assim, os resultados desta atividade foi baseado na análise dos mapas que tiveram as duas versões concluídas.

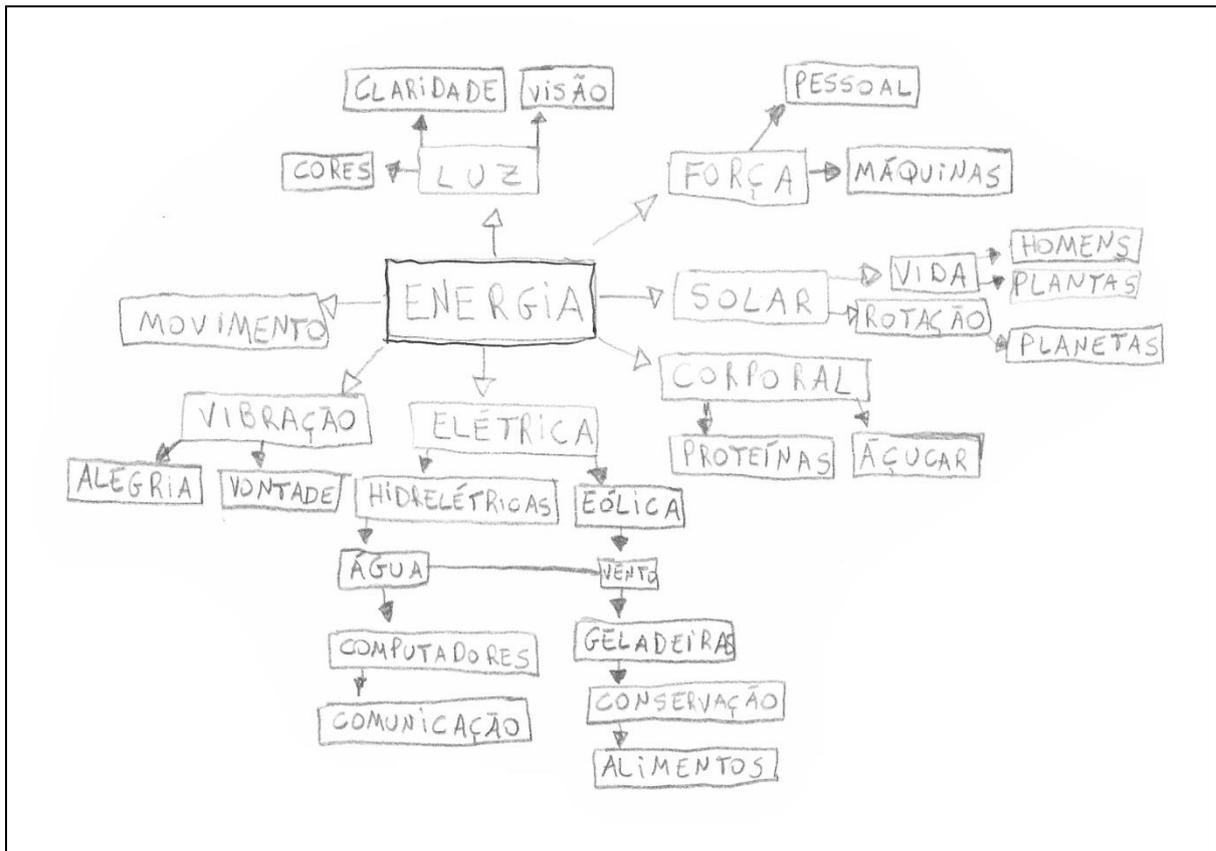
Os dois mapas foram apresentados pelos estudantes de forma oral na qual eles explicaram a organização dos conceitos. Nesse momento verificamos a importância de oportunizar a participação dos alunos, pois todos queriam expor os seus mapas como forma de apresentar suas autorias.

5.3.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE ALGUNS MAPAS MENTAIS E CONCEITUAIS

A seguir serão apresentados dois mapas que não tiveram a segunda versão. Na figura 19, tem-se a transcrição de um mapa mental elaborado por um aluno X.

Analisando o mapa da figura 19, observa-se que ele se preocupou em escrever palavras que tivessem relação com energia fazendo algumas ligações com fontes de energia e eletricidade. As palavras representam expressões livres e representativas de conceitos prévios. Este aluno fez referência a termos relacionados com energia que foram estudados em algum momento de sua formação escolar e, nesse contexto, pode-se verificar que o aluno X buscou em seus subsunçores conhecimentos que tem relação com Biologia quando se refere à energia corporal, proteínas e açúcar e, ainda, destaca conhecimentos de Mecânica quando refere-se à movimento, força, máquinas e rotação.

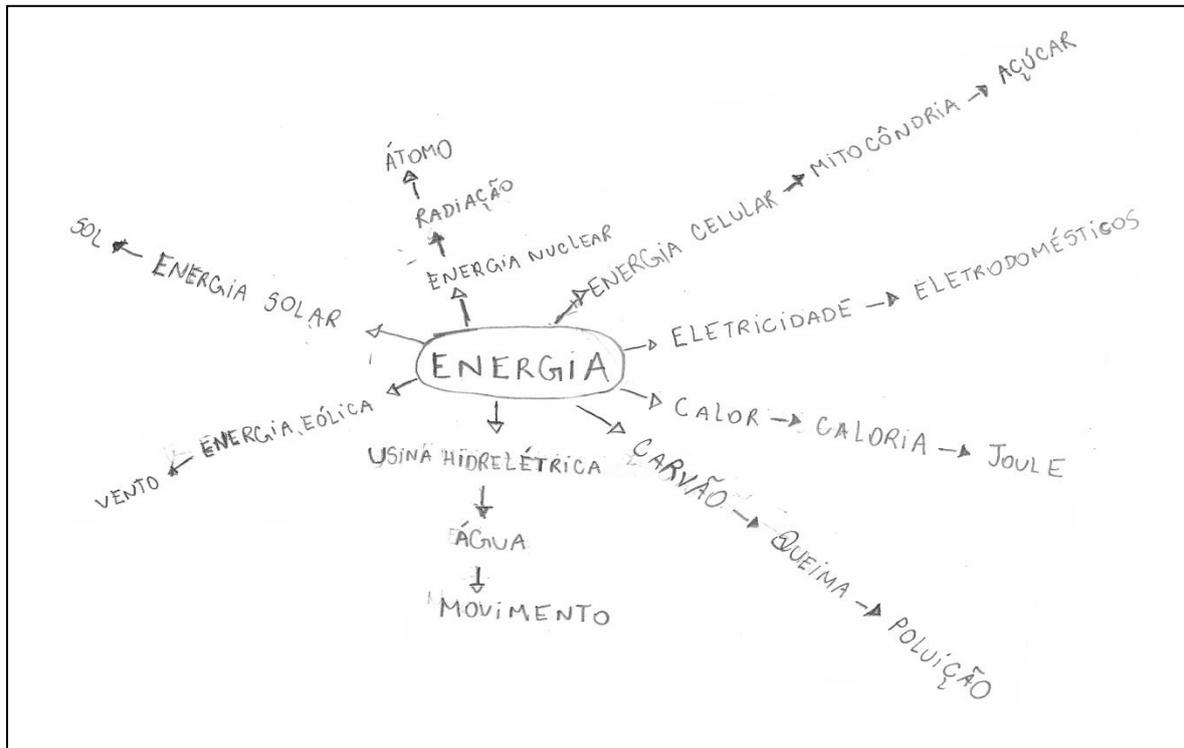
FIGURA 19 - Mapa mental elaborado pelo aluno X



O mapa mental apresentado na figura 20 mostra a organização dos conceitos realizada pelo aluno Y.

Podemos analisar na figura 20 que não foram abordados conceitos científicos organizados no mapa, destacando aspectos sobre as formas de geração de energia elétrica com certa ligação hierárquica. Porém, o aluno Y expressa conhecimentos que talvez tenham sido desenvolvidos nas aulas de Biologia quando escreve as palavras energia celular, mitocôndria e açúcar. Percebe-se uma inversão na organização hierárquica com que apresenta os termos Sol e energia solar, vento e energia eólica, água e energia hidrelétrica, radiação e energia nuclear. Verifica-se, também que o aluno Y expressa conhecimentos prévios quando faz a relação de energia com calor, caloria e joule, estudados em Física em outro momento de sua formação escolar.

FIGURA 20 - Mapa mental elaborado pelo aluno Y



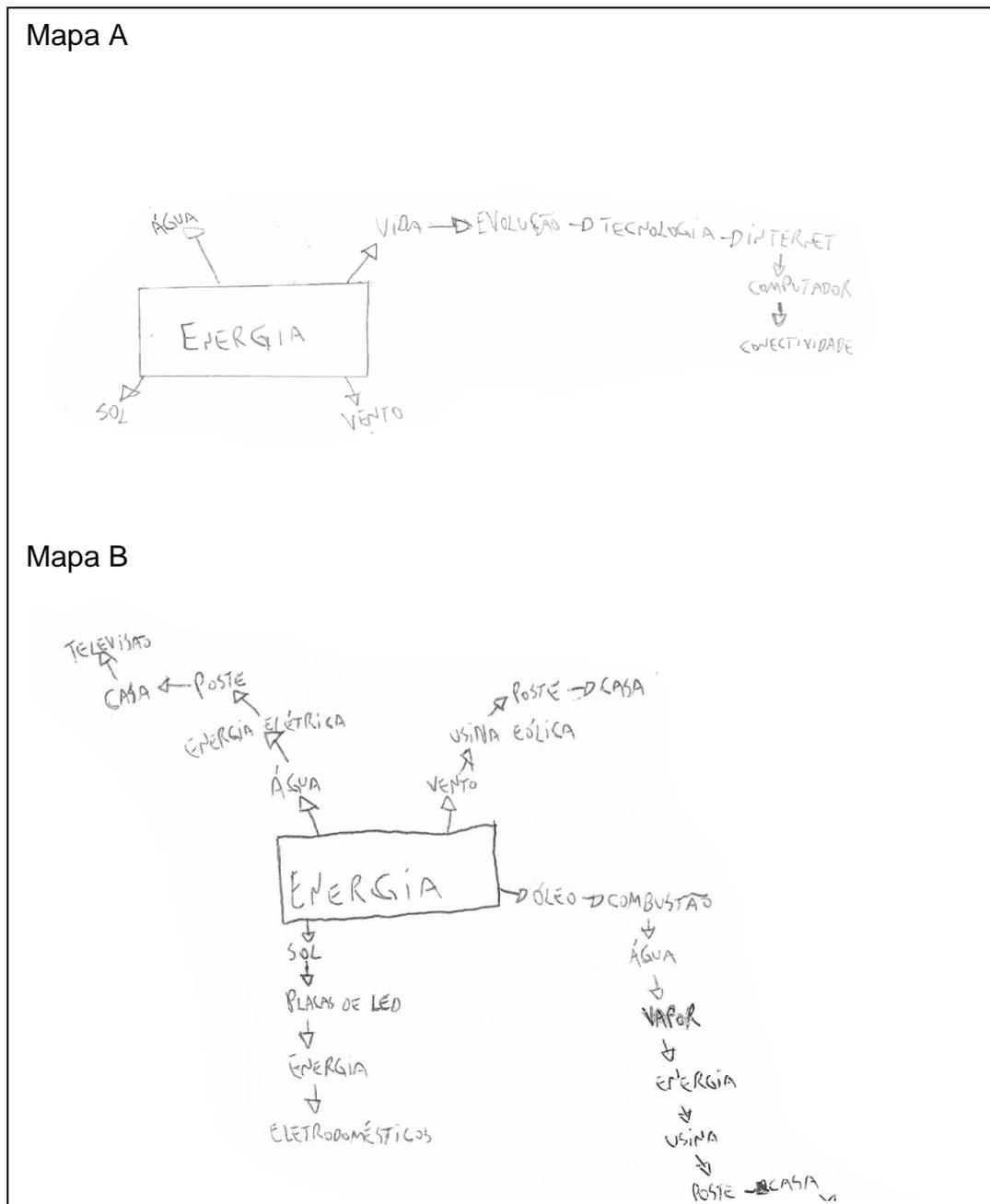
A seguir, serão apresentados alguns mapas dos alunos que participaram da atividade de elaboração das duas versões, mental, denominado mapa A e mapa conceitual, denominado mapa B, assim como de todas as atividades desenvolvidas na proposta didática. Fizemos a análise de alguns mapas.

A figura 21 mostra as ligações iniciais que o aluno E fez sobre energia. Percebemos no mapa A que o aluno reconhece a possibilidade de geração de energia a partir do vento, da água e do Sol. As palavras e ligações feitas permitem verificar a correspondência entre energia e eletricidade, apontando a existência de conhecimentos prévios.

No mapa B o aluno E não teve preocupação com a estética apresentada em seu mapa e isso não era o foco da atividade. Analisando o mapa conceitual que ele produziu percebe-se que algumas palavras foram acrescentadas, mas a relação entre elas mostrou certa desordem conceitual. As palavras energia, casa, poste e eletrodomésticos são repetidas em algumas ligações que ele fez. O termo placas de LED aparece como termo de ligação entre Sol e energia, esta ligação mostra indícios de relação com a atividade experimental que apresentou a placa solar como

a fonte de geração de energia elétrica para um circuito elétrico e que poderia ser construída com LEDs. A abordagem temática trabalhada durante o desenvolvimento da pesquisa foi destacada no mapa e o aluno salientou na sua apresentação oral que "as fontes de energia são primordiais para o fornecimento e existência de energia elétrica nas casas, indústrias, em tudo..."

FIGURA 21 - Mapa mental (A) e mapa conceitual (B), elaborados pelo aluno E



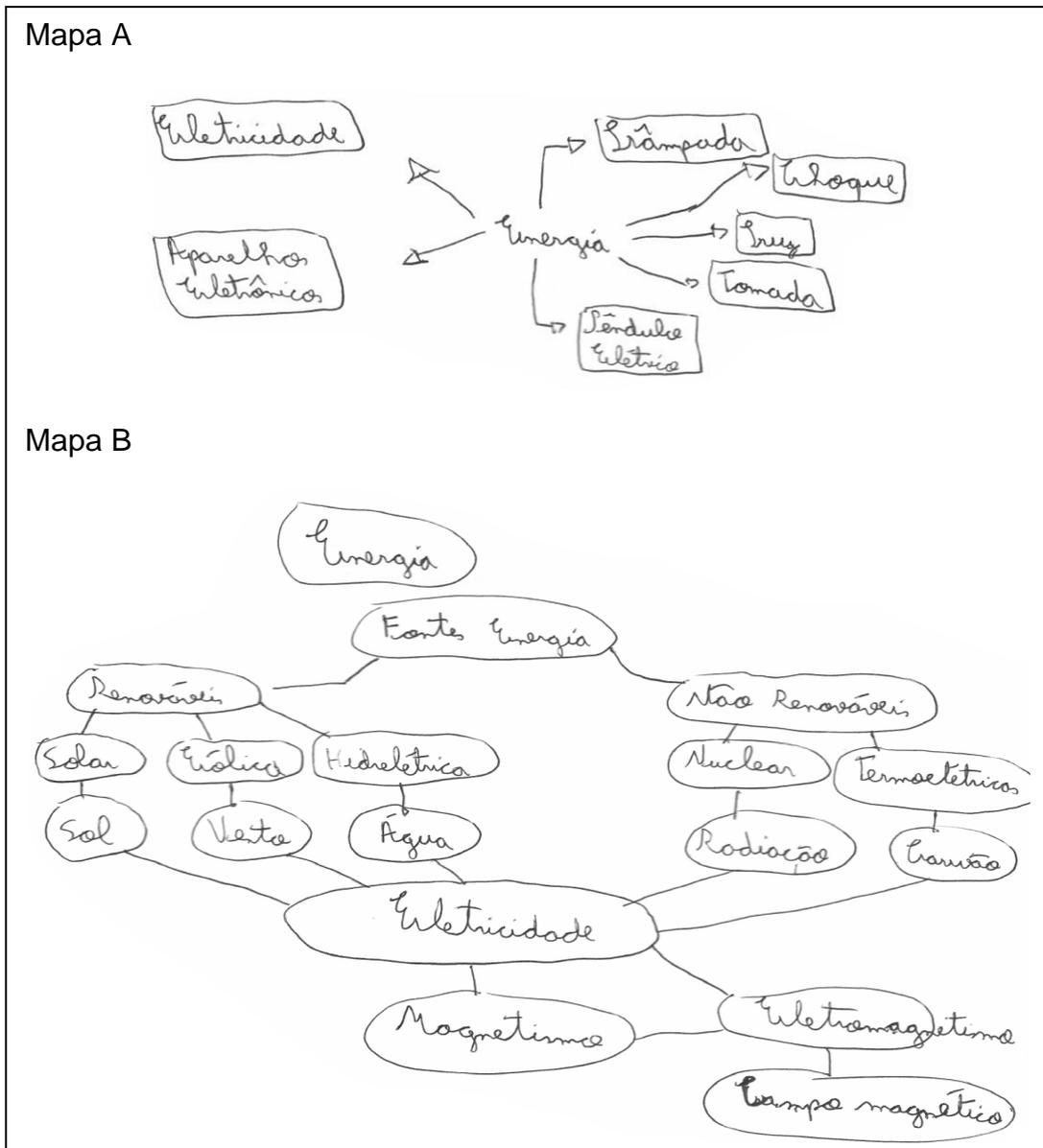
A figura 22 é uma transcrição do mapa mental e do mapa conceitual elaborado pelo aluno F.

Na primeira versão de mapa feita pelo aluno F pode-se perceber a relação de energia com eletricidade em todas as palavras interligadas. As ligações estavam de acordo com alguns conceitos que seriam desenvolvidos nas aulas futuras. O mapa mostra indícios de conhecimentos prévios existentes sobre o foco conceitual. O aluno F destaca em seu mapa mental os elementos lâmpada, luz e tomada que estão relacionados a um circuito elétrico. Percebe-se que este aluno não fez referência a conhecimentos estudados em outras disciplinas.

O aluno F construiu na segunda versão B, um mapa mais organizado. Os conceitos foram distribuídos de forma clara o que demonstra que este aluno conseguiu desenvolver certo nível de conhecimento, estabelecendo relações que são apresentadas na ordem em que os conteúdos foram abordados nas aulas.

O mapa permite uma interpretação acerca da ligação entre fenômenos elétricos e magnéticos, originando o eletromagnetismo e o seu principal conceito que é o de campo magnético. Porém, pode-se destacar que no mapa B o aluno F faz uma inversão na ordem de ligação entre as fontes de energia e as usinas geradoras de energia elétrica. Também percebe-se que no mapa B o aluno não menciona os componentes do circuito elétrico que foram escritos no mapa A.

FIGURA 22 - Mapa mental (A) e mapa conceitual (B), elaborados pelo aluno F

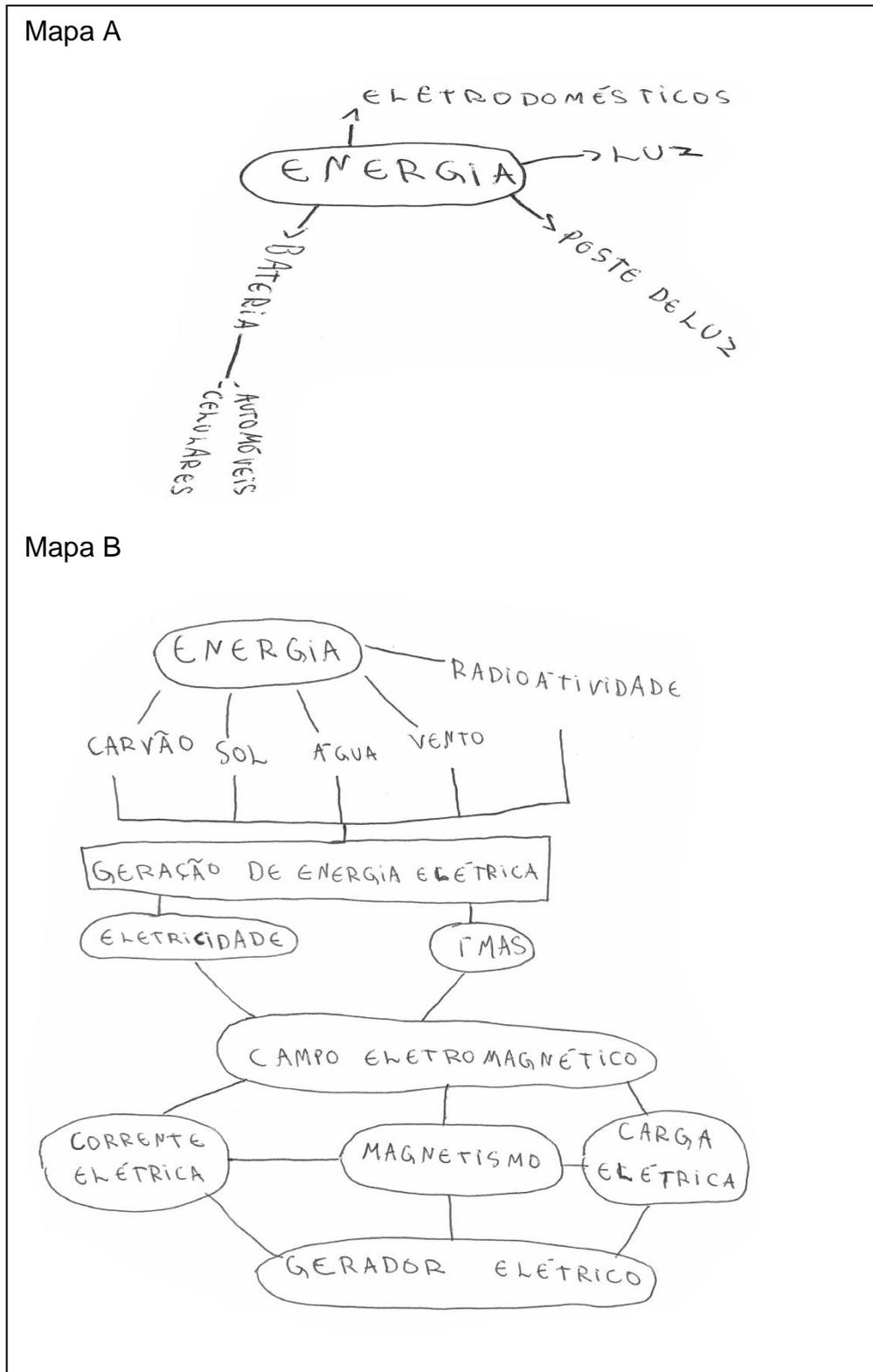


Na elaboração do mapa A, figura 23, o aluno G fez ilustrar a ligação entre energia e eletricidade, representada através das palavras que expressam a sua interpretação sobre energia elétrica. Percebe-se que há conhecimentos prévios acerca da relação que o aluno faz entre energia e eletricidade. Porém, o aluno não demonstra conhecimentos mais complexos e conceituais sobre o assunto.

Já o mapa conceitual elaborado pelo aluno G, mapa B, apresenta conhecimentos mais elaborados. O aluno demonstra indícios de aprendizagem na forma como estrutura o segundo mapa. O mapa B sugere que o aluno associa conceitos aprendidos durante as aulas e que evoluiu significativamente na forma de

acrescentar e estruturar os conceitos apresentados, conseguindo relacionar energia às fontes de geração de energia elétrica e eletromagnetismo.

FIGURA 23 - Mapa mental (A) e mapa conceitual (B), elaborados pelo aluno G



A partir da análise do material produzido, foi possível constatar a existência de conhecimentos prévios em todos os alunos. A maioria dos alunos fez associações entre energia e eletricidade e isso pode ter ocorrido devido a ligação da temática ao cotidiano ou, ainda, pelo fato de conhecerem o conteúdo programático associando o tema ao estudo que seria desenvolvido nas aulas seguintes.

Os mapas foram apresentados oralmente nas duas aplicações da atividade. Entretanto, após a elaboração do mapa conceitual, os alunos tiveram acesso ao mapa mental que haviam elaborado no início da aplicação da proposta. Ao compararem os mapas feitos, foram instigados pela professora a pensar sobre as impressões que tiveram da atividade, se haviam semelhanças entre os mapas e qual versão era mais adequada. Os alunos perceberam a ausência de informações, comentaram a colocação de termos sem ligações e a falta de conhecimento naquela primeira versão.

Os mapas elaborados nas duas versões, mental e conceitual, foram, em sua maioria, enriquecidos com conceitos desenvolvidos nas aulas. Foi possível constatar que o número reduzido de alunos que elaborou o mapa mental e o mapa conceitual, conseguiu fazê-lo de forma mais organizada, acrescentando conceitos e correlacionando informações trabalhadas ao longo da aplicação da proposta didática. Na comparação dos dois mapas percebemos que houve ampliação nas ideias e conceitos científicos apresentados pelos alunos.

Os resultados obtidos nesta atividade eram os esperados pela professora-pesquisadora e compensaram a realização desta pesquisa. Alguns mapas foram elaborados destacando conceitos puramente físicos e fórmulas associadas à eletrodinâmica, como aquela que define primeira lei de Ohm, mas, a maioria dos alunos, deu a importância esperada para o conceito de Energia como uma temática investigativa e contextualizada, visto que o trabalho de seminário apresentado pelos alunos foi sobre geração e transmissão de energia elétrica pelas usinas. Dessa forma, acreditamos que é possível oferecer aos alunos um ensino mais relevante ao seu dia-a-dia.

5.4 ANÁLISE DA PRODUÇÃO FEITA PELOS ALUNOS

Para finalizar a implementação da proposta didática descrita nesta pesquisa, sugerimos aos alunos para que construíssem um dispositivo elétrico, que funcionasse e tivesse alguma aplicação, relacionado ao enfoque CTSA.

A atividade foi planejada com o propósito de realizar um tratamento de informações e conhecimentos adquiridos pelos alunos no estudo sobre eletromagnetismo. Os alunos se organizaram para trabalhar em grupos e, quase todos, trabalharam com os mesmos colegas que apresentaram os seminários. Apenas um grupo escolheu uma forma de geração de energia elétrica diferente daquela feita no seminário (intervenção 4).

No dia da apresentação, todos os grupos estavam preparados e haviam produzido o seu dispositivo elétrico. Observou-se que o grupo de alunos que apresentou o trabalho sobre o fogão solar não fez uma aplicação direta que envolvesse conceitos de eletromagnetismo, pois explorou, apenas, o enfoque CTSA, relatando possibilidades de construir o dispositivo como forma de aproveitamento de um recurso natural.

Um grupo de alunos produziu a maquete de uma residência que utilizava a energia eólica como fonte de geração de energia elétrica. Neste trabalho percebemos, através das explicações, que os alunos utilizaram os conceitos de eletromagnetismo aliados ao enfoque CTSA.

Na apresentação do dispositivo elétrico que utilizou a energia termoelétrica como fonte de geração de energia elétrica, os alunos fizeram um pequeno circuito elétrico funcionar com a energia liberada pelo combustível (água). Apesar de terem feito um trabalho simples, com associação mista de lâmpadas e com um rádio de pilhas, os alunos relataram conceitos físicos que envolveram a produção e explicaram a transformação de energia ocorrida e o funcionamento dos geradores elétricos.

Outro grupo de alunos produziu um dispositivo que funcionava a partir da conversão de energia cinética em energia luminosa. Percebemos que esses alunos

relacionaram os conceitos aprendidos com questões da realidade, abordando o enfoque CTSA e o eletromagnetismo.

Considerando os trabalhos apresentados, observamos que os alunos sentiram-se motivados em criar uma produção, participaram da atividade e atuaram como protagonistas dos conhecimentos que adquiriram no decorrer da pesquisa. Verificamos que no início da proposta os alunos estavam mais empolgados para a realização das atividades, no entanto, na produção do trabalho final, alguns grupos não demonstraram tanto empenho na construção de seu dispositivo, pois procuraram realizar algo simples que não envolvesse tantos conceitos. Acreditamos que esse fato ocorreu devido ao momento em que propusemos a atividade, final de trimestre e na semana de calendário das provas finais.

Ainda assim, a produção feita pelos alunos oportunizou a atuação direta com os conhecimentos adquiridos sendo autores de seu experimento e protagonistas de seu aprendizado, de forma que exploraram o (CTSA) e retomaram alguns conceitos aprendidos de Eletromagnetismo.

5.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Utilizamos na presente pesquisa diferentes instrumentos de avaliação e, a partir dos dados obtidos, realizamos a análise qualitativa e quantitativa visando validar a proposta do trabalho. Avalia-se que os resultados foram promissores, porém, alguns merecem destaque.

Ao comparar os instrumentos de avaliações iniciais, questionários e mapa mental, observamos que a maior parte dos alunos expressou em seus mapas livres conhecimentos prévios associados à energia diferentes daqueles expressos nos questionários. A primeira atividade consistiu na elaboração de um mapa livre sobre energia e a segunda atividade consistiu num questionário sobre energia e geração de energia elétrica. Pode-se perceber que alguns alunos que responderam a questão *“Quais são os tipos de usinas geradoras de eletricidade?”* não citaram em seus mapas o conhecimento sobre a possibilidade de geração de energia elétrica através de fontes naturais. Essa observação e as repostas dadas à pergunta nos

remete ao fato de que esses alunos possuíam o conhecimento prévio sobre a existência das usinas, mas conseguiram expressar quando foram instigados de uma maneira direta através da pergunta. Dessa forma, podemos obter, para a mesma situação, através de um questionário e de um mapa mental informações diferentes dos subsunçores trazidos pelos alunos.

A atividade de seminário que foi apresentado pelos alunos e teve como objetivo enfoque CTSA da temática investigativa desta pesquisa e a promoção da reflexão acerca da realidade. Os resultados foram satisfatórios quanto à participação dos alunos na elaboração e apresentação do seminário, a motivação na apresentação dos trabalhos dos colegas e a busca de material e de conhecimentos que tornaram o trabalho bastante significativo corroborando a metodologia de investigação temática proposta por Freire (1987). Esta atividade promoveu a possibilidade para o aluno atribuir novos significados aos conhecimentos prévios expressos nos mapas mentais e questionários sobre a temática de geração de energia elétrica.

A elaboração de um mapa conceitual ao final da proposta didática teve a intenção de identificar os conhecimentos aprendidos após o desenvolvimento de toda a unidade didática. Nesta etapa da pesquisa estávamos encerrando as atividades escolares e poucos alunos participaram da elaboração do mapa. Verificamos que, quando comparamos os mapas mental e conceitual, houve evolução na organização conceitual da maior parte dos alunos que elaboraram os dois mapas. Desta forma, a evolução na compreensão dos conceitos foi verificada na estrutura da maioria dos mapas conceituais.

Entretanto, a avaliação dessa atividade merece atenção. Observamos que a maioria dos alunos modificou a estrutura inicial dos seus mapas, não elencando as palavras que haviam escrito nos mapas mentais e, ainda, estruturaram os mapas conceituais na sequência em que as aulas da proposta didática foram desenvolvidas. Outro fato que podemos destacar é que os alunos que expressaram os conhecimentos prévios aprendidos em algum momento de sua formação escolar, em outra disciplina, acerca do tema energia, não repetiram os termos no mapa conceitual. Então, a proposta didática descrita nesta pesquisa foi eficaz para a aprendizagem da disciplina de Física, abordando uma temática para desenvolver

conteúdos de eletromagnetismo. Mas, esta abordagem poderia ser mais significativa se fosse trabalhada de forma interdisciplinar, valorizando os conhecimentos prévios e proporcionando ferramentas para a formação integral do aluno.

6 CONSIDERAÇÕES DA PROFESSORA

O estudo descrito nesta pesquisa teve a intenção de verificar se os conteúdos escolares e especificamente os conceitos científicos podem ser trabalhados numa abordagem CTSA através de procedimentos didáticos variados. Para obtermos os resultados da investigação analisamos os dados coletados quantitativamente e qualitativamente.

Registramos que a proposta foi satisfatoriamente concluída no tempo previsto, sem alterações no planejamento do módulo didático e sem alterações no cronograma. Salientamos que as intervenções não foram desenvolvidas de forma consecutiva, sendo que entre algumas intervenções trabalhamos com o material didático que os alunos tinham à disposição e aprofundamos o estudo e a discussão dos conteúdos de Eletromagnetismo.

Analisamos a proposta descrita como sendo capaz de fomentar questões do cotidiano dos alunos, explorar conteúdos científicos e viáveis de ser aplicada em outros contextos escolares. O planejamento da proposta didática descrita no delineamento metodológico exigiram da professora-pesquisadora tempo para a elaboração das atividades, pesquisa e estudo. Assim, destacamos que para realizar um trabalho dessa dimensão o docente pode encontrar dificuldades como a falta de tempo e a carência de material didático e de pesquisa necessários para realizar mudanças no âmbito educacional.

Este trabalho foi planejado de forma a priorizar a implementação de atividades didáticas diversificadas baseadas na reflexão, na interação e na construção de conceitos a partir de uma abordagem CTSA. É sabido que a prática didática tradicional não é suficiente para contemplar a aprendizagem integral dos alunos. Faz-se necessário que o professor esteja preparado para efetivar mudanças no seu modo de dar aula, buscando oferecer oportunidades variadas de ensino para evitar a transmissão pronta e acabada dos conteúdos escolares sem relação com o cotidiano do aluno.

A percepção da necessidade de aliar os conteúdos escolares a um currículo que associe uma abordagem CTSA, sugeriu um trabalho temático. Então, buscamos

uma maneira de apresentar alguns conteúdos de Eletromagnetismo pautado no tema de geração de energia elétrica que foi investigado e trabalhado pelos alunos. Avaliamos a problematização inicial como potencializadora para concretizar um planejamento didático relevante e eficaz para a plena formação do aluno.

A realização deste trabalho permitiu verificar a importância de promover atividades que despertem a reflexão e a participação dos alunos. Mas podemos destacar que entre os principais desafios a serem enfrentados para intensificar esse tipo de proposta estão a ausência de material adequado nas escolas, os programas escolares fechados, a falta de incentivo aos professores e o caráter interdisciplinar necessário ao enfoque CTSA.

Numa perspectiva de inovação, destacamos que em muitos momentos da realização da pesquisa percebemos que é possível pensar num trabalho interdisciplinar como forma de oferecer uma abordagem dos conteúdos mais completa e significativa para os alunos. Sabemos que, geralmente, o ensino efetivado nas escolas é parcelado, no qual as disciplinas escolares têm em seus conteúdos programáticos a maneira linear de desenvolver os saberes e compartimentar o conhecimento. O saber é ministrado pelas diversas disciplinas, aos poucos, desvinculado das outras e sem conexão com o mundo do aluno. Quando pensamos numa proposta de investigação a disciplina pode ser entendida como um conjunto de conhecimentos e competências acerca de um assunto. Dessa forma, este estudo poderia ter sido enriquecido a partir das relações existentes pelas diferentes abordagens sobre energia oferecidas em cada uma das disciplinas.

Para finalizar, entendemos que esse tipo de trabalho é essencial e pode oferecer aos alunos condições de desenvolverem as competências necessárias ao conhecimento científico e à formação integral do educando, sendo contextualizada de maneira a aproximar os conteúdos escolares do mundo real.

7 CONCLUSÃO

Na presente dissertação foi relatada uma proposta didática que utilizou a abordagem temática para o estudo de conceitos de Eletromagnetismo, aliada a estratégias de ensino que possibilitaram estabelecer uma ponte entre os conteúdos de Física e a reflexão sobre questões relevantes para o meio social. A metodologia adotada modificou a realidade até então vivenciada pelos estudantes do 3º ano nas aulas de Física, conectando os conceitos físicos com questões reais do mundo contemporâneo.

A apresentação dos conteúdos foi feita através de atividades variadas que deram ênfase ao processo investigativo e experimental na perspectiva de obter a participação, a interação e a aprendizagem dos envolvidos. Essas condições diversificadas de trabalho escolar oferecidas aos alunos oportunizou uma vivência diferenciada de ensino, sem conteúdo fragmentado, sequencial e de pouco significado.

Consideramos de grande importância os experimentos reais e virtuais desenvolvidos nessa proposta, pois obtemos resultados satisfatórios quanto ao desempenho dos alunos na realização dos roteiros apresentados. Segundo Dorneles (2010), as atividades experimentais e computacionais são complementares e auxiliam os alunos na compreensão dos conceitos científicos e na aprendizagem dos conteúdos de Física.

Em relação ao tema trabalhado nesta unidade, percebeu-se que houve uma grande aceitação por parte dos alunos. De forma autônoma, pesquisaram e trouxeram para as aulas contribuições muito relevantes sobre a temática estudada, facilitando o enfoque conceitual trabalhado nas aulas. As atividades foram elaboradas de forma a contemplar o desenvolvimento do pensamento crítico, o trabalho coletivo, a comunicação e a expressão da aprendizagem.

Através da implementação da unidade didática foi possível observar que os alunos manifestaram-se motivados para a realização do trabalho experimental e investigativo, respondendo as questões propostas nos diversos roteiros de forma interativa com a experimentação e com os colegas. Desde o primeiro ao último

encontro a participação dos alunos nas atividades foi boa. Iniciamos a prática com 24 alunos e terminamos com 22 devido às transferências.

Tendo em vista que um dos maiores desafios dos professores da Educação Básica e, especialmente, professores de Física é despertar o interesse dos alunos para as aulas apresentando predisposição de aprender, pode-se afirmar que o trabalho relatado proporcionou resultados positivos em relação a esta preocupação. Nas diversas etapas do trabalho, pode-se perceber que o conhecimento é demonstrado nas atitudes e na maneira satisfatória e espontânea com que os alunos participaram das atividades proposta na unidade didática.

Dessa forma, conclui-se que a proposta pedagógica relatada significou uma pequena parcela de mudança da ação docente que deve ocorrer no meio educacional de forma a tornar o ensino de Física mais significativo e contextualizado, oportunizando a reflexão crítica acerca de assuntos pertinentes ao mundo real que estão interligados aos conceitos científicos. A aprendizagem torna-se resultado de uma série de oportunidades de conexão entre o tema gerador com o conhecimento científico formando um indivíduo atualizado e capaz de atuar de forma crítica no meio social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB, M. L. V. dos S; ARAÚJO, M. S. T. de. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, n. 2, Junho, 2003.

ANDRADE, M. E de. **O uso das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física: uma abordagem através da modelagem computacional.** 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BERNARDO, J. R. R.; **A construção de estratégias para abordagem do tema Energia a luz do enfoque Ciência–Tecnologia – Sociedade (CTS) junto a professores de Física do ensino médio.** 2008. Tese (Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

BERNARDO, J. R. R.; VIANNA, D. M.; PINTO, S. P.; DUARTE, F. C. **Relações ciência-tecnologia-sociedade na abordagem do tema energia: uma investigação na sala de aula do ensino médio.** 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2009snef/DeiseT0415-1.pdf> Acesso em: 20 fev. 2013.

BORGES, T. A. **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, dez. 2002.

DELIZOICOV, D.; GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A. **Freire e Vygotsky: um diálogo com pesquisas e sua contribuição na Educação em Ciências.** Pro-Posições, Campinas, v. 21, n. 1 (61), p. 129-148, jan./abr. 2010.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso no ensino de Eletromagnetismo em Física Geral.** 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17^a. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GASPAR, A. **Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor.** Artigo apresentado no XV Encontro de Físicos do norte e Nordeste. 2005.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física.** v.3, 1. ed, São Paulo: Ática, 2011.

GOLDEMBERG, J. **Energia e desenvolvimento sustentável.** Série sustentabilidade; v. 4, São Paulo: Blucher, 2010.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. v.3, São Paulo: Scipione, 2010.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (semtec). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec. 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB. 2008.

MORAES, M. B. dos S. A. **Uma proposta para o ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio**. 2005. 193 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MOREIRA, M. A. **Breve Introdução à Física e ao eletromagnetismo**. Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, v. 20, n. 6, 2009.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2013.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física. Porto Alegre, 2011.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Teorias Construtivistas**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, RS, p. 21-32, 1999. (Série de Textos de Apoio ao Professor de Física, n. 10).

RODRIGUES, M. F de. **A temática da energia proposta através de temas geradores para a sexta série do ensino fundamental**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Física Ciência e Tecnologia**. v.3, 2.ed, São Paulo: Ática, 2010.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória**. Editora UFPR . Educar, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

APÊNDICE A - Elaboração de mapa mental e de mapa conceitual

COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE
FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 - PROF^a - CIDA
ALUNO(A): _____ TURMA: _____

ATIVIDADE SOBRE MAPA CONCEITUAL**1. Construção de um mapa conceitual sobre energia.**

Objetivo: Aquisição dos conceitos prévios dos alunos.

Instruções para a elaboração do mapa conceitual

1. Identifique os conceitos chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.
2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo de forma a obter uma diferenciação progressiva.
3. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.
4. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação.
5. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.
6. Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

APÊNDICE B - Roteiro do primeiro questionário sobre os conhecimentos prévios

COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Questionário dos conhecimentos prévios I

Caro aluno, responda as questões abaixo conforme o seu conhecimento:

1) O que diferencia as energias renováveis das não renováveis? Exemplifique.

2) De que maneira pode-se obter energia elétrica?

3) Quais são os tipos de usinas geradoras de energia elétrica que existem? Como é feita a transformação de energia em cada uma?

4) Avalie e argumente a frase: "não existe energia limpa, a não ser nas campanhas universitárias".

5) O que é gerador elétrico?

6) Geradores elétricos são utilizados no dia-a-dia em diversos equipamentos. Cite alguns.

7) Algumas bicicletas possuem um farol que acende quando pedalamos. Como é gerada a eletricidade neste caso?

8) Alguns aparelhos necessitam de um motor elétrico para funcionar. Cite alguns dispositivos elétricos que operam com motor elétrico.

9) Qual é o princípio de funcionamento de um motor elétrico?

10) Para que serve e como funciona a bússola?

11) Alguns aparelhos de televisão, quando estão ligados, tem sua imagem deformada quando se aproxima um ímã da tela. Por que isso ocorre?

APÊNDICE C - Roteiro do pré-teste e pós-teste



COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 - PROFª - CIDA

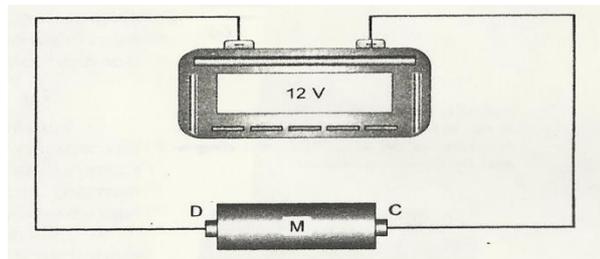
ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Questionário dos conhecimentos prévios II

Responda as questões abaixo conforme o seu conhecimento:

1) O que é necessário para que um circuito elétrico funcione?

2) A figura abaixo representa uma bateria de automóvel fornecendo corrente elétrica para o motor de arranque (partida) M do carro.



a) O sentido da corrente de elétrons através do motor é:

() de C para D () de D para C () alternada

b) O sentido da corrente elétrica é:

() de C para D () de D para C () alternada

3) As três lâmpadas mostradas na figura abaixo são diferentes.

APÊNDICE D - Roteiro entregue aos alunos sobre como elaborar o seminário referente às fontes de energia



<p>COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE</p> <p>FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 - PROFª - CIDA</p> <p>ALUNOS: _____</p> <p>_____TURMA: _____</p>
--

Atividade sobre geração de energia elétrica

Objetivos:

- Identificar as diferentes formas de produção de energia elétrica e os processos de transformação envolvidos;
- Reconhecer as fontes de energia renováveis e não renováveis e avaliar as formas de produção de energia elétrica, vantagens e desvantagens, identificando seus respectivos impactos econômicos e ambientais.

Procedimento:

- A turma de alunos será dividida em 4 grupos com a seguinte proposta de trabalho:
- Pesquisar sobre um tipo de usina geradora de energia elétrica: solar, eólica, nuclear ou termelétrica, destacando e considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas, evidenciando formas de obtenção desse tipo de energia, distribuição e implantação nas diferentes regiões brasileiras.
- Escolher uma forma para a apresentação do trabalho.
- Cada grupo deve organizar-se em dois subgrupos, onde um deles irá defender a implantação da usina (vantagens) e o outro irá contestar a implantação (desvantagens).

APÊNDICE E - Roteiro do experimento sobre associação de resistores e LEDs em série.



COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 - PROFª CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades sobre associação de resistores e LEDs em série

Objetivos: - Observar a corrente elétrica na associação de resistores em série;
- Identificar as características de um circuito em série.

Material:

protoboard

três LEDs

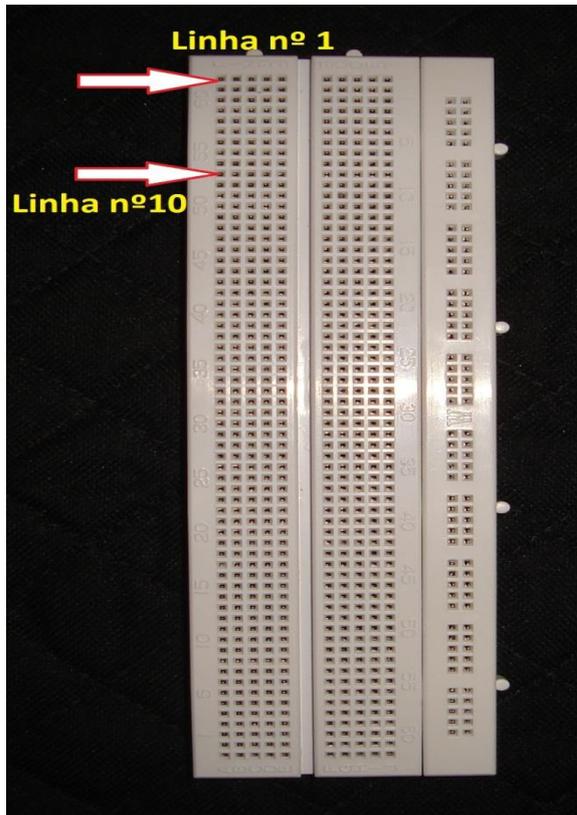
bateria

três resistores

fios de conexão

multímetro

Placa protoboard



Roteiro

Monte o circuito na placa protoboard:

- 1) Cada linha horizontal da protoboard está submetida à mesma diferença de potencial. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.
- 2) Coloque um resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.
- 3) Coloque outro resistor: uma perna na entrada da linha nº 11, na mesma coluna do primeiro resistor, e a outra perna na linha nº 20.
- 4) Coloque o terceiro resistor: uma perna na entrada da linha nº 21, na mesma coluna dos outros resistores, e a outra

perna na entrada da linha nº 30.

5) Ligue os LEDs: o primeiro na linha nº 10, na entrada ao lado da primeira resistência, e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na linha nº 20, na entrada ao lado do segundo resistor, com a linha nº 21. E o terceiro LED ligue na linha nº 30, na entrada ao lado do segundo resistor, com a nº 31.

6) Ligue um fio na entrada da linha nº 31 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da pilha.

Observe e responda:

A) Há diferença no brilho dos LEDs? Justifique.

B) Retire um LED. Descreva o que você observa.

7) Ajuste o multímetro para funcionar como voltímetro. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o circuito. Meça as tensões entre os resistores 1 e 2; 2 e 3; 1, 2 e 3:

1 - 2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 2 na linha nº 20. Anote o valor obtido na tabela 1.

2 - 3 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 2 da linha nº 20 e o outro terminal na perna do resistor 3 na linha nº 30. Anote o valor obtido na tabela 1.

1 - 2 - 3 Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 3 na linha nº 30. Anote o valor obtido na tabela 1.

8) Ajuste o multímetro para funcionar como amperímetro. Meça os valores das correntes elétricas entre os resistores 1 e 2; 2 e 3 e 1 e 3.

Para medir a corrente do resistor 1 ao resistor 2 desconecte o LED que faz a ligação entre os dois resistores e em seguida encoste um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 10 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 11, dessa forma o circuito estará fechado novamente e você pode obter a leitura da corrente elétrica que passa pelo amperímetro. Anote o valor medido na tabela 1.

Para medir a corrente do resistor 1 ao resistor 3 desconecte o LED que faz a ligação entre os resistores e em seguida encoste um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 10 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 21, dessa forma o circuito estará fechado novamente e você pode obter a leitura da corrente elétrica que passa pelo amperímetro. Anote o valor medido na tabela 1.

9) Utilizando a primeira lei de Ohm, calcule as resistências elétricas nos trechos considerados e anote os valores na tabela 1.

resistor	Tensão (V)	Corrente (mA)	Resistência (Ω)
1 - 2			
2 - 3			
1 - 2 - 3			

Tabela 1

C) Descreva os resultados encontrados nas medidas de tensão, corrente e resistência elétrica.

10) Agora desmonte o circuito com resistores e LEDs. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

11) Coloque o resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

12) Ligue os três LEDs: o primeiro na linha nº 10, ao lado do resistor, e linha nº 11. O segundo LED na linha nº 11, ao lado do primeiro LED, e linha nº 12. O terceiro LED na linha nº 12, ao lado do segundo LED, e linha nº 13.

13) Ligue o fio de conexão na entrada da linha nº 13 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria. Observe e responda:

D) Há diferença no brilho dos LEDs? Compare e descreva o que ocorre.

E) Desconecte um LED. O que acontece?

F) De que maneira se relaciona a passagem de corrente elétrica com a ligação dos LEDs?

G) Você montou circuitos de resistores e de LEDs em série. De acordo com o observado nos itens anteriores, quais as características de uma ligação em série?

APÊNDICE F - Roteiro do experimento sobre associação de resistores e LEDs em paralelo.



COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE
 FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 PROFª - CIDA
 ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades sobre associação de resistores e LEDs em paralelo

Objetivo: - Observar o efeito de resistores em paralelo em circuito simples;
 - Caracterizar um circuito em paralelo.

Material:

protoboard

três LEDs

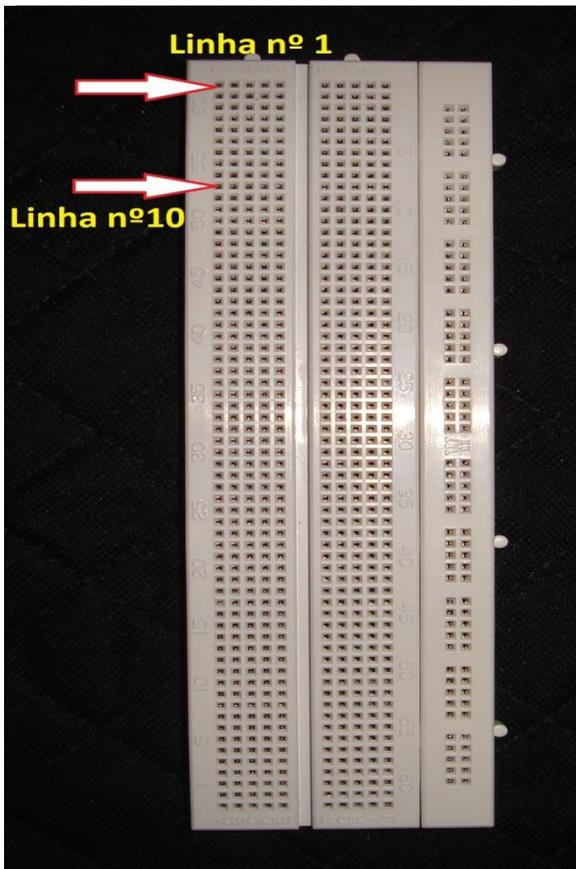
bateria

dois resistores

fios de conexão

multímetro

Placa protoboard



Roteiro

Monte o circuito na placa protoboard:

1) Cada linha horizontal da protoboard está submetida à mesma diferença de potencial. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

2) Coloque um resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

3) Coloque o outro resistor: falhe uma coluna e coloque uma perna na entrada da linha nº 1, e a outra perna na linha nº 10.

4) Ligue os LEDs: o primeiro, na coluna ao lado do primeiro resistor, na linha nº 10 e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na coluna ao lado do segundo resistor, na linha nº 11 e linha nº 12.

5) Ligue um fio na entrada da linha nº 12 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria.

Observe e responda:

A) Descreva como é o brilho dos LEDs.

6) Ajuste o multímetro para funcionar como voltímetro. O voltímetro deve ser ligado em paralelo com o circuito. Meça as tensões entre os resistores:

1 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do mesmo resistor na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 2 da linha nº 1 e o outro terminal na perna do mesmo resistor na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

1 - 2 - Encoste um dos terminais do multímetro na perna do resistor 1 e do resistor 2 simultaneamente, da linha nº 1 e o outro terminal na perna do resistor 1 e do resistor 2 simultaneamente, na linha nº 10. Anote o valor obtido na tabela 2.

7) Ajuste o multímetro para a posição amperímetro. O amperímetro deve ser ligado em série.

1 - Meça a corrente total do circuito: retire o fio de conexão ligado ao polo positivo da bateria. Ligue um dos terminais do amperímetro nessa entrada nº 1 e o outro terminal em uma perna de um resistor. Anote o valor obtido na tabela 2. Recoloque o fio de conexão no lugar.

2 - Meça a corrente elétrica de cada um dos resistores:

R_1 - Retire uma perna do resistor R_1 que está na linha nº 10 e coloque na linha nº 9. Ligue um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 9 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 10. Anote o valor medido na tabela 2. Recoloque a perna do resistor para a linha nº 10.

R_2 - Retire uma perna do resistor R_2 que está na linha nº 10 e coloque na linha nº 9. Ligue um dos terminais do amperímetro na perna do resistor da linha nº 9 e o outro terminal na perna do resistor da linha nº 10. Anote o valor medido na tabela 2. Recoloque a perna do resistor para a linha nº 10.

8) Utilizando a primeira lei de Ohm, calcule as resistências equivalentes e anote os valores obtidos na tabela 2.

resistor	tensão (V)	corrente (mA)	resistência (Ω)
1			
2			
1 - 2			

Tabela 2

9) Desmonte o circuito. Coloque um fio de conexão ligando o polo positivo da bateria à entrada da linha nº 1 da placa.

10) Coloque o resistor: uma perna na entrada da linha nº 1 e a outra perna na linha nº 10.

11) Ligue os LEDs: o primeiro, na coluna ao lado do resistor, na linha nº 10 e linha nº 11. O segundo LED deve ser ligado na coluna ao lado do primeiro LED, na linha nº 10 e linha nº 11. O terceiro LED deve ser ligado na coluna ao lado do segundo LED, na linha nº 10 e linha nº 11.

12) Ligue um fio na entrada da linha nº 11 e conecte a outra extremidade ao polo negativo da bateria.

Observe e responda:

A) Há diferença no brilho dos LEDs? Justifique.

B) Retire um LED, observe e descreva o que acontece com o brilho dos outros LEDs.

C) Desconecte outro LED, observe e descreva o que acontece com o brilho do LED que permanece no circuito.

D) De que forma o brilho dos LEDs se relaciona com a intensidade da corrente elétrica?

E) Você montou circuitos de resistores e LEDs em paralelo. Quais são as características da ligação em paralelo?

APÊNDICE G - Roteiro do experimento sobre magnetismo.

COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades sobre Magnetismo

Objetivos: Comprovar as propriedades dos ímãs e a existência das linhas de força de um campo magnético.

Material:

- 1 bússola
- 2 ímãs em barra
- limalha de ferro
- 1 placa de vidro

Montagem:

- 1) Aproxime a bússola de cada um dos ímãs para determinar a sua polaridade.
- 2) Indique com uma etiqueta o polo norte e o polo sul de cada ímã.
- 3) Confirme a polaridade através da atração e repulsão quando os ímãs são aproximados.

Pense e responda:

- A) Um ímã em forma de barra pode ter dois polos de mesmo nome?
- B) Será que é possível separar os dois polos de um mesmo ímã?
- 4) Coloque a placa de vidro sobre um dos ímãs e espalhe limalha de ferro sobre ela. Agite lentamente a placa para que a limalha se distribua conforme as linhas de indução de um campo magnético. Represente através de um desenho como ficaram distribuídas as linhas do campo magnético.
- C) Onde as linhas de campo são mais fechadas? O que significa isso?

D) Esse campo pode ser considerado uniforme?

E) Seria possível determinar os polos do ímã através do espectro obtido?

5) Agora coloque, sob a placa, a extremidade de dois ímãs de mesmo nome separados a certa distância. Agite lentamente as limalhas de ferro e observe a distribuição do espectro obtido. Represente através de um desenho como ficaram distribuídas as linhas do campo magnético.

F) O que ocorre com as linhas de campo magnético? Representam um espectro de atração ou repulsão?

6) Inverta um dos polos de um ímã e proceda como no item 5.

G) O que ocorre com as linhas de campo magnético? Representam um espectro de atração ou repulsão?

APÊNDICE H - Roteiro sobre a experiência de Oersted

COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades sobre eletromagnetismo

Objetivo: - Reproduzir a experiência de Oersted

Material:

- 1 bússola
- 2 porta pilhas
- 1 chave auxiliar
- 1 suporte com soquete e lâmpada de 3,0 V
- 2 pilhas grandes de 1,5 V

Montagem:

- 1) Faça a montagem de um circuito de duas lâmpadas em série ou em paralelo.
- 2) Coloque a bússola sob um trecho do fio condutor, de modo que a agulha fique paralela a ele.
- 3) Ligue a chave e verifique o que ocorre com a agulha da bússola. Porque isso ocorre?
- 4) Verifique, usando a regra da mão direita nº 1, o sentido criado pela corrente elétrica.
- 5) Repita o experimento invertendo o sentido da corrente. O desvio da agulha foi o igual ao anterior? Por quê?
- 6) Verifique, usando a regra da mão direita nº 1, o sentido criado pela corrente elétrica.
- 7) Explique o que essa experiência demonstrou.

APÊNDICE I - Roteiro do experimento virtual sobre as leis de Ohm



COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 - PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades para a simulação computacional

Objetivo: Verificar as leis de Ohm em um circuito elétrico simples.

Neste momento vamos utilizar uma simulação computacional para trabalhar e verificar o conceito de resistência elétrica, corrente elétrica e tensão. Abra a simulação que está disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pt_BR.html

Considere que no modelo representando circuitos elétricos nas atividades que seguem admite-se que:

- o fio possui resistividade desprezível
- os resistores são ôhmicos.

1) Enumere os elementos que fazem parte do circuito da simulação.

2) Como as pilhas estão associadas neste circuito? Por quê?

3) Atribua o valor de 7,5 V para a tensão.

a) Quantas pilhas estão associadas nesta situação?

b) Qual será o valor da corrente elétrica que atravessa o circuito?

c) Qual a voltagem em cada pilha?

d) Qual a corrente que atravessa cada pilha? Por quê?

e) Qual o valor da resistência elétrica de cada pilha? Justifique sua resposta.

4) Para a voltagem de 3 V, responda:

a) Qual é o valor da corrente elétrica que atravessa o circuito?

b) Qual é o sentido da corrente elétrica neste circuito?

c) Este sentido é o real ou o sentido convencional? Explique.

5) Ajuste a voltagem para 6 V e a resistência elétrica para $900\ \Omega$. Comprove através de cálculos:

a) O valor da corrente que atravessa o circuito.

b) O valor da resistência de cada pilha.

c) Por que as pilhas têm a mesma voltagem, 1,5 V?

d) Reduzindo apenas a resistência para $280\ \Omega$, o que acontece quando a corrente elétrica:

() aumenta () diminui () permanece constante

e) E a voltagem?

() aumenta () diminui () permanece constante

f) Nesta situação, qual é o valor da resistência elétrica em cada uma das pilhas?

6) Ao variar o valor da voltagem, lentamente, o que você observa que altera no circuito? De que maneira?

Agora acesse a simulação que está disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_pt_BR.html, para realizar as atividades que seguem:

7) Complete corretamente o que simbolizam os valores iniciais que aparecem na simulação:

1,25 ohm =

0,5 Ω cm =

10 cm =

4,01 cm² =

8) Que grandeza representa a seta azul que aparece nesta simulação?

9) Dobrando o comprimento do fio, o que acontece com a resistência elétrica:

a) aumenta b) diminui c) permanece constante

10) Agora reduza a área de seção do fio para 2,2 cm², mantendo 20 cm para o comprimento. Para esta situação qual será o valor da resistência?

11) Reduza lentamente o valor da resistividade do fio. O que você observa que acontece com a resistência do fio?

12) Descreva o que representa os pontos pretos que aparecem no interior do fio?

13) Diminua lentamente os valores do comprimento do fio. O que acontece com a resistência elétrica?

14) Altere lentamente a área de seção do fio e descreva o que acontece com a resistência elétrica.

15) Considerando o que verificou anteriormente em cada atividade, escreva uma relação que comprove como os elementos resistividade, comprimento e área afetam a resistência do fio.

APÊNDICE J - Roteiro do experimento sobre indução eletromagnética



COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ___/___/2013 PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades sobre eletromagnetismo

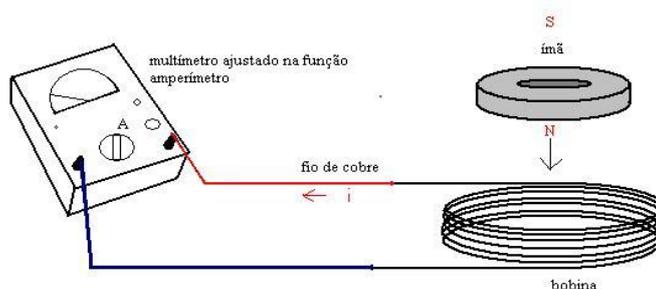
Objetivos: - Verificar as Leis de Lenz e de Faraday.

Material:

- 1 ímã em barra
- Multímetro
- 2 bobinas
- 4 pilhas de 1,5 V
- Chave liga-desliga

Montagem:

1) Conecte a bobina menor ao multímetro digital posicionado na função amperímetro.

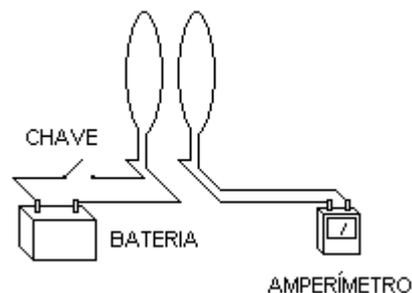


2) Identifique os polos de um ímã em barra com o auxílio de uma bússola.

3) Mantenha o ímã de campo magnético intenso em repouso em relação à bobina, observe e explique o que acontece.

4) Aproxime o polo norte do ímã no interior da bobina e torne a retirá-lo. O que você pode concluir a partir de suas observações? Para que lado o ponteiro se moveu? Qual é o sentido da corrente elétrica?

- 5) Aproxime o outro polo do ímã do interior da bobina e torne a retirá-lo. O que ocorre com o campo magnético induzido que penetra no interior da bobina quando o polo norte magnético se aproxima dela?
- 6) O que ocorre com o campo magnético induzido que penetra no interior da bobina quando o ímã é afastado? Para que lado o ponteiro se moveu? Anote suas observações.
- 7) Sintetize os resultados observados de evidenciando a aproximação ou afastamento do polo magnético do ímã e o sentido da corrente elétrica.
- 8) Repita a experiência do item 6 com maior rapidez e compare os dois casos anotando como se relaciona a rapidez da variação do campo magnético com a intensidade de corrente elétrica induzida que circula pelo condutor.
- 9) Repita o procedimento anterior mantendo fixo o ímã e movendo a bobina. Descreva o resultado.
- 10) Em todas essas situações se o ponteiro se moveu significa que foi criada uma corrente elétrica no circuito?
- 11) Desloque o ímã e a bobina para o mesmo sentido e com a mesma velocidade. Nesse caso a agulha do amperímetro sofre deflexão? Explique.
- 12) Qual é o fator responsável pelo surgimento de uma fem induzida na bobina? Discuta e avalie a relação entre o ímã e a deflexão da agulha do amperímetro.
- 13) Conecte a bobina com o maior número de espiras ao amperímetro e a outra bobina à bateria. Coloque a chave liga-desliga no circuito conforme a figura. Posicione as bobinas frente a frente, mantendo a chave aberta. Observe e anote a indicação do amperímetro.



- 14) Aproxime as duas bobinas, colocando-as o mais próximo possível. Ligue a chave. Descreva o que acontece.
- 15) Se uma corrente contínua passar por uma das bobinas, é possível verificar algum efeito no amperímetro? Por quê?

APÊNDICE K - Roteiro do experimento virtual sobre indução eletromagnética

COLÉGIO ESTADUAL APOLINÁRIO PORTO ALEGRE

FÍSICA – 3º ANO - DATA: ____/____/2013 PROFª - CIDA

ALUNO(A): _____ TURMA: _____

Guia de atividades para a simulação computacional

- Objetivos:
- Identificar os elementos que compõem o motor de indução;
 - Identificar o fenômeno da indução eletromagnética.

Situação-problema:

Os geradores e transformadores estão muito presentes em nosso cotidiano, e seus funcionamentos estão baseados em fenômenos eletromagnéticos. Como o processo de produção de corrente elétrica por esses elementos está relacionada ao eletromagnetismo? O que provoca essa corrente produzida nesses dispositivos? É possível induzir uma corrente elétrica num condutor a partir de um campo magnético?

Pense e responda:

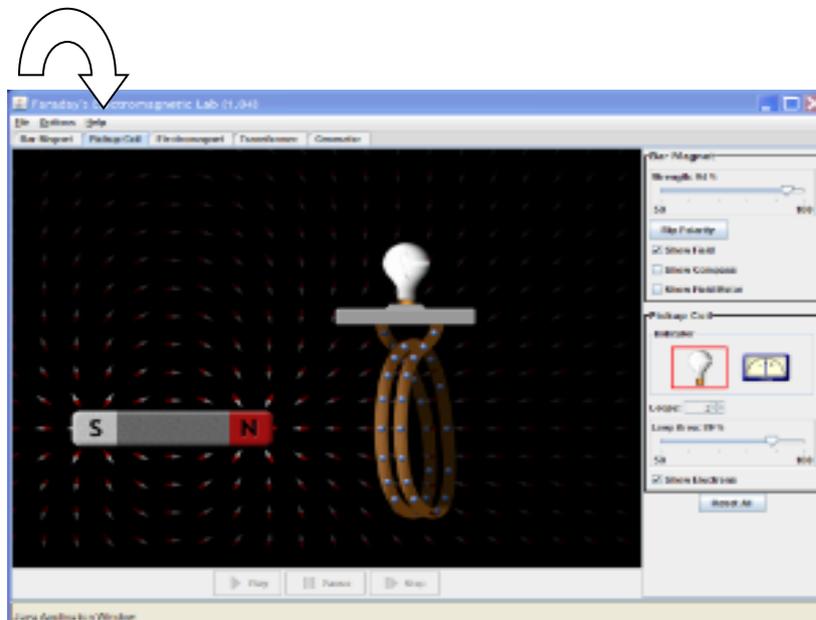
- A movimentação da agulha de uma bússola, a variação do ponteiro de um amperímetro, são fatores que evidenciam a presença de quê?
- A variação de fluxo magnético em um dispositivo produz corrente contínua ou alternada?
- É preferível um motor de indução funcionar com corrente contínua ou alternada? Por quê?
- Pode-se gerar eletricidade por meio do movimento? Justifique.
- Quais dispositivos eletrônicos você conhece que exigem funcionamento de corrente contínua para o seu funcionamento?

Roteiro

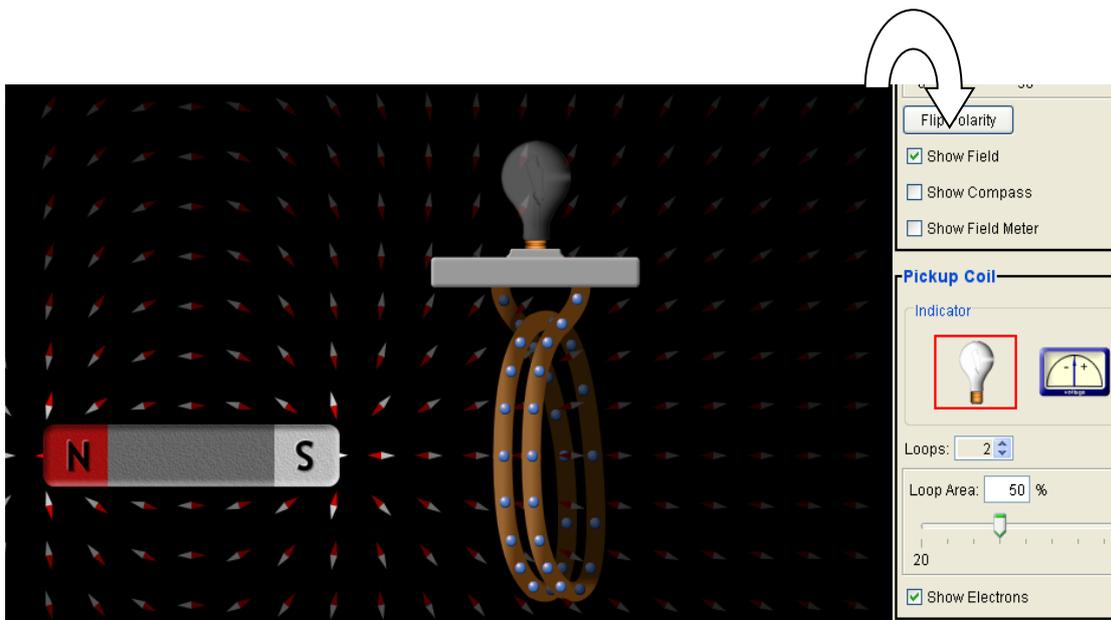
Neste momento que já verificamos a indução eletromagnética a partir de um motor de indução vamos utilizar uma simulação computacional para constatar e reforçar o conceito de indução eletromagnética e as leis de Faraday e de Lenz, disponível em:

http://phet.colorado.edu/sims/faraday/faraday_en.inlp

- 1) Na tela inicial da simulação têm-se dois elementos (objetos). Quais são eles?
- 2) Aproximando o polo norte da bobina, o que acontece?
- 3) Posicione o ímã sobre a bússola com o norte apontando para a direita. Como a agulha fica posicionada? Represente nesta situação o sentido das linhas de força através de um desenho.
- 4) Mantenha o ímã sobre a bússola e clique em “Flip polarity” que está à direita da tela. Descreva o que acontece nesta situação.
- 5) Clique na segunda opção acima da tela “Pickup Coil”. Aproximando lentamente o polo norte do ímã do centro da bobina o que acontece? Qual é o sentido do movimento de elétrons? Se preciso clique na opção “Indicator” que está à direita da tela e troque a lâmpada pelo indicador de voltagem.



- 6) Deixe o ímã em repouso no interior da bobina. Nesta situação há movimento de elétrons? Por quê?
- 7) Retire lentamente o ímã do interior da bobina. Qual é o sentido do movimento de elétrons?
- 8) Inverta a polaridade do ímã clicando em “Flip polarity”.



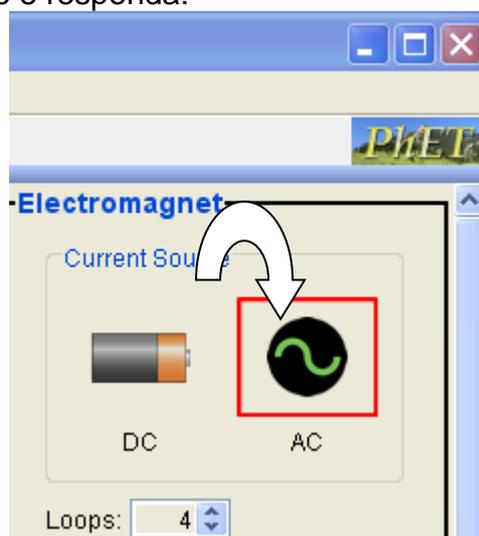
Aproxime o polo sul do ímã do centro da bobina, deixe o ímã em repouso no centro da bobina e depois retire o ímã do centro da bobina. Descreva, detalhadamente, o que acontece com o sentido do movimento dos elétrons em cada uma das três situações.

9) Relacione o sentido da corrente de elétrons com as seguintes situações:

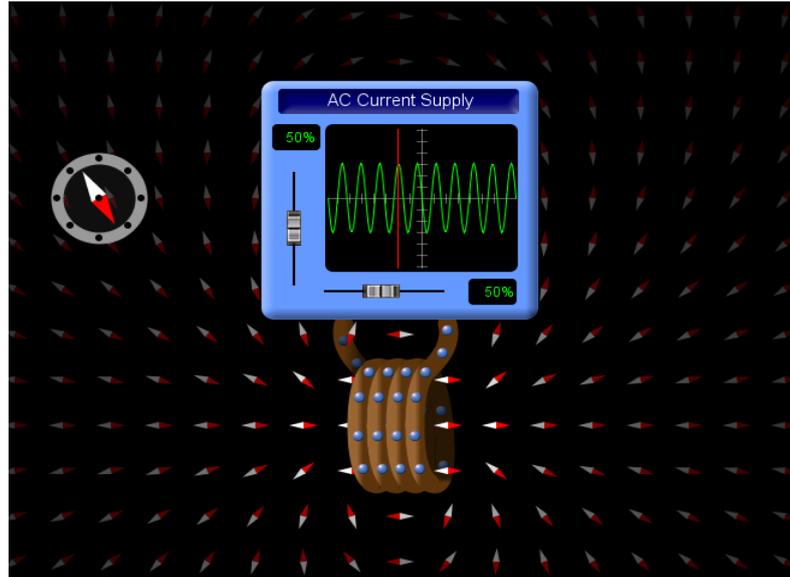
- a) Quando o polo norte se aproxima da bobina o sentido da corrente na bobina é e quando se afasta é.....
- b) Quando o polo sul se aproxima da bobina o sentido da corrente na bobina é e quando se afasta é.....

10) Clique na terceira opção acima da tela “Eletromagnet”. Que elemento gera corrente elétrica?

11) Clique à direita da tela na opção “Current Source” em AC. Observe o que altera nesta situação e responda:

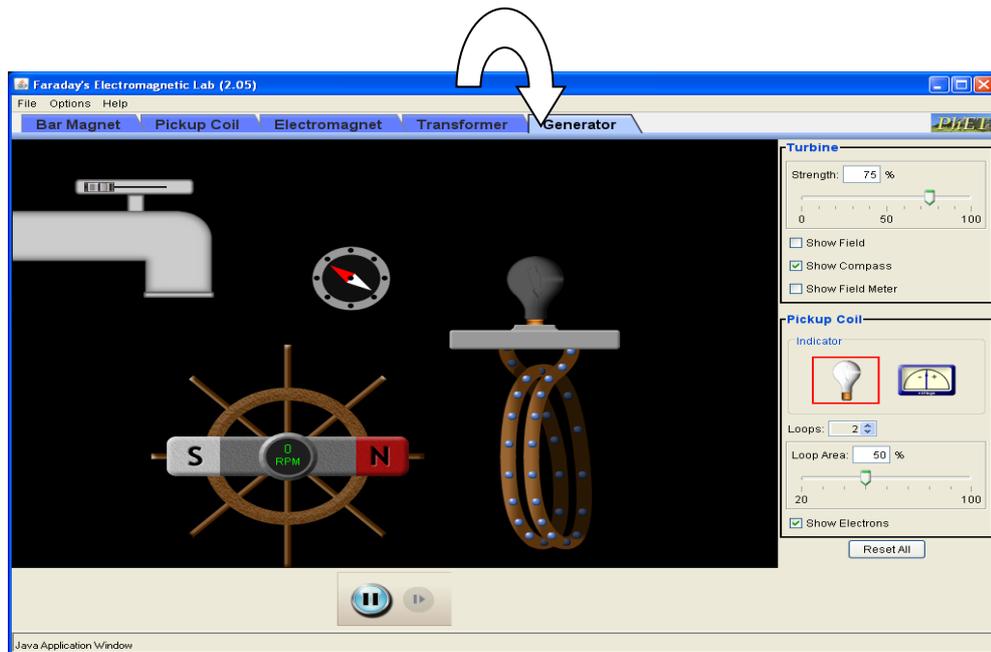


- a) O que representa o gráfico animado que aparece acima da bobina?



- b) Na opção DC a bateria gera corrente contínua ou alternada? Justifique.
 c) Na opção AC, quais são os indicadores de que a corrente é alternada?

- 12) Volte para a opção DC e altere na bateria o sentido da voltagem. Dessa forma quais são os sentidos que são alterados na tela da simulação?
- 13) Clique na quarta opção acima da tela "Transformer". Nesta situação temos duas bobinas. Aproxime a bobina da esquerda do interior da bobina maior. O que acontece? Que lei explica a inversão do sentido da corrente de elétrons nas bobinas?
- 14) Altere a velocidade de aproximação da bobina menor. O que ocorre de diferente? Por que isso ocorre?
- 15) Descreva o que acontece e porque acontece se deixar em repouso a bobina menor no interior da maior.
- 16) Clique na quinta opção acima da tela "Generator". Arraste o botão acima da torneira para a direita no máximo. Descreva detalhadamente todas as transformações ocorridas nesta situação. Que tipo de energia está movendo o sistema?



- 17) Clique à direita da tela na opção “Show Field”, troque a lâmpada pelo indicador de voltagem e altere o número de espiras para um na opção “Loops”. Observe. A corrente elétrica é contínua ou alternada? Por quê?
- 18) Altere para três o número de espiras na opção “Loops”. Explique que diferença ocorre.

ANEXO A - Termo de consentimento**TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO**

Santiago, 12 de julho 2013.

Prezado(a) Responsável

Realizo como parte de meu curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa uma investigação intitulada: GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA TEMÁTICA PARA O ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO.

Solicito sua autorização para entrevistar seu(sua) filho(a) em função da participação na turma onde desenvolvo as atividades do mestrado, e para divulgar os resultados da pesquisa em encontros acadêmicos ou científicos. Como é usual em pesquisas desse tipo, o nome da instituição e das pessoas colaboradoras será mantido em total sigilo, ou seja, não serão mencionados no relatório final, nem em artigos que possam vir a ser publicados em encontros ou periódicos.

Lembro que a participação na pesquisa é voluntária, podendo encerrar-se no momento que assim desejar. Cabe-lhe também o direito fazer perguntas sobre a pesquisa e conhecer os resultados dela.

Contando com sua anuência, agradeço sua autorização.

Maria Aparecida Monteiro Deponti

Aluna do Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências