

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Utilização do chuveiro elétrico no ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica: uma proposta de ensino potencialmente significativa

César Borges Teixeira

Brasília - UnB

2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Utilização do chuveiro elétrico no ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica: uma proposta de ensino potencialmente significativa

Cézar Borges Teixeira

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade de Brasília na conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Brasília - UnB

2016

Utilização do chuveiro elétrico no ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica: uma proposta de ensino potencialmente significativa

Cézar Borges Teixeira

Orientadora:
Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade de Brasília na conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dra. Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Dr. Glauco Cohen Ferreira Pantoja

Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim

Brasília - UnB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

BC425u Teixeira, César Borges

Utilização do chuveiro elétrico no ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica: uma proposta de ensino potencialmente significativa/
César Borges Teixeira; Orientadora: Maria de Fátima da Silva Verdeaux. -- Brasília, 2016.
176 p.

Dissertação (Mestrado – Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física da Universidade de Brasília, 2016.

1. Ensino de Física. 2. Chuveiro elétrico. 3. UEPS. 4. Aprendizagem Significativa. 5. Uso consciente. I. Verdeaux, Fátima, orient. II. Título.

Dedicatória

*Aos profissionais de educação pela
dedicação e empenho, apesar das
adversidades.*

Agradecimentos

Ao Criador do Universo.

À minha família pelos ensinamentos, em especial aos meus pais Valdenor e Aristéia por todo o carinho e apoio e ao meu irmão Cimei pelo exemplo.

À minha namorada Ana Cristina pela inspiração.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux pela orientação iniciada antes mesmo do ingresso no programa de Pós-Graduação.

Aos colegas do Mestrado, em especial aos amigos André Barcellos, Cícero, Fábio e Samara por terem sido simplesmente fundamentais. Sem a companhia deles o aproveitamento não seria o mesmo.

Aos alunos e à equipe do Centro Educacional 02 de Sobradinho pelo empenho e disponibilidade.

Ao professor Jeferson Maia pelo companheirismo e motivação.

À CAPES pelo apoio financeiro e também à Universidade de Brasília, à Sociedade Brasileira de Física e à SEEDF pela oportunidade e incentivo.

RESUMO

UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO NO ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRODINÂMICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Cézar Borges Teixeira

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade de Brasília na conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Esta dissertação apresenta os resultados da elaboração e aplicação de uma sequência didática sob o formato de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel norteou o desenvolvimento e a aplicação das atividades que fazem parte deste trabalho ao destacar que aquilo que o aluno já sabe é a variável isolada mais importante que influencia a aprendizagem. O chuveiro elétrico foi tomado como gerador de situações-problema e atividades de sala e laboratório que possibilitaram analisar sua constituição, abordar os conceitos físicos envolvidos em seu funcionamento (corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule) e debater temas relacionados ao seu uso. A análise dos dados obtidos nesta pesquisa reforça a hipótese de que discutir o funcionamento do chuveiro elétrico em sala de aula pode facilitar o ensino de conceitos básicos de eletricidade e ainda, incentivar o uso consciente de energia elétrica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Aprendizagem Significativa; UEPS, chuveiro elétrico; experimento de baixo custo; uso consciente.

Brasília - UnB

2016

ABSTRACT

THE ELECTRIC SHOWER USE TO TEACH BASIC CONCEPTS OF ELECTRODYNAMICS: A TEACHING PROPOSAL POTENTIALLY MEANINGFUL

Cézar Borges Teixeira

Supervisor:

Prof. Dr. Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Abstract of master's thesis submitted to Post Graduation program in Physics Teaching of the Physics Institute of University of Brasília at the conclusion of Professional Master Course of Physics Teaching (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the Master degree in Physics Teaching.

This thesis presents the results of the construction and implementation of a didactic sequence under Potentially Meaningful Teaching Unit format (PMTU). The Theory of Meaningful Learning of Ausubel guided the development and implementation of activities that are part of this work to point out what the student already knows. It is the single most important variable that influences learning. The electric shower was taken as problem-situation generator, providing classroom and laboratory activities enabling its constitution analysis, and addressing the physical concepts involved in its operation (electric current, potential difference, electric power and Joule). Discussing issues related to their use was indeed possible. The analysis of data obtained in this study supports the hypothesis that discussing the operation of the electric shower in the classroom can ease the teaching of basic concepts of electricity and also encourages the conscious use of electricity.

Keywords: Physics education; Meaningful Learning; PMTU, electric shower; low cost experiment; conscious use.

Brasília - UnB

2016

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1	A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	24
2.1.1	Aprendizagem significativa e conceito subsunçor	25
2.1.2	Condições para aprendizagem significativa	28
2.1.3	Tipos de aprendizagem significativa e a teoria da assimilação	29
2.1.4	Princípios instrucionais programáticos	33
2.2	Joseph Novak e os Mapas Conceituais	34
2.3	UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas	37
3	ESTUDOS ANTERIORES	43
3.1	Metodologia utilizada na revisão	43
3.1.1	Categoria 1: O funcionamento de aparelhos elétricos e o ensino de eletrodinâmica	44
3.1.2	Categoria 2: A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de eletrodinâmica	47
3.1.3	Categoria 3: Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o ensino de eletrodinâmica	50
4	METODOLOGIA	54
4.1	Metodologia de pesquisa	54
4.2	Contextualização	54
4.3	Elaboração do material utilizado na pesquisa	55
4.4	Atividades desenvolvidas	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
5.1	Comparação dos Resultados da Sondagem Inicial e Final	67
5.2	Análise dos Mapas Conceituais	91
5.3	Resultados da Sondagem Adicional	102
5.4	Resultados da Pesquisa de Opinião	107
6	PRODUTO EDUCACIONAL Modelo de Sequência Didática	112
6.1	Introdução	112
6.2	Proposta de UEPS para o ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica	114
6.3	Atividades e Orientações	118
6.3.1	Primeira Etapa – 1ª e 2ª aula	118
6.3.1.1	Sondagem Inicial	118
6.3.1.2	Orientações para a elaboração dos Mapas Conceituais Iniciais	122
6.3.1.3	Orientações para a atividade de pesquisa extraclasse	123
6.3.2	Segunda Etapa - 3ª e 4ª aula	124
6.3.2.1	Apresentação – Consumo consciente de energia elétrica e primeira situação-problema	124
6.3.3	Terceira Etapa - 5ª e 6ª aula	126

6.3.3.1	Apresentação – Trabalhando com conceitos básicos de eletrodinâmica envolvidos no funcionamento de aparelhos elétricos.....	126
6.3.3.2	Roteiro para atividade em grupo – Consumo e custo da energia elétrica	128
6.3.4	Quarta Etapa - 7ª e 8ª aula.....	129
6.3.4.1	Kit Experimental	129
6.3.4.2	Roteiro para a Atividade Experimental	135
6.3.5	Quinta Etapa - 9ª e 10ª aula.....	137
6.3.5.1	Apresentação – Funcionamento do chuveiro elétrico.....	137
6.3.6	Sexta Etapa - 11ª e 12ª aula.....	139
6.3.6.1	Sondagem Final	139
6.3.6.2	Orientações para a elaboração dos Mapas Conceituais Finais.....	146
6.3.7	Sétima Etapa - 13ª e 14ª aula.....	147
6.3.7.1	Pesquisa de Opinião.....	147
6.4	Atividades Complementares.....	148
6.4.1	Atividade Experimental – Leis de Ohm.....	148
6.4.2	Resistência Elétrica – Roteiro dos Estudantes	152
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155
	Apêndice A Formulário – Caracterizando o chuveiro elétrico.....	160
	Apêndice B Concurso – Folder de divulgação	161
	Apêndice C Concurso - Edital.....	162
	Apêndice D Concurso - Formulário para classificação dos participantes.....	164
	Apêndice E Respostas dos estudantes às duas questões dissertativas apresentadas na Pesquisa de Opinião (SUBSEÇÃO 6.3.7.1).....	167

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 5.1 – Síntese dos resultados - conhecimentos sobre o chuveiro elétrico.....	71
Tabela 5.2 – Síntese dos resultados - perfil de uso do chuveiro elétrico	72
Tabela 5.3 – Síntese dos resultados – função dos furos de uma tomada	81
Tabela 5.4 – Síntese dos resultados – funcionamento do chuveiro elétrico.....	86
Tabela 5.5 - Síntese dos resultados - identificação das informações fornecidas pelos fabricantes de chuveiro elétrico	90
Tabela 5.6 – Síntese dos resultados – significado das grandezas envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico.....	107
Tabela 5.7 – Síntese dos resultados – Pesquisa de Opinião	110

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 5.1 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante A.	93
Quadro 5.2 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante B.	94
Quadro 5.3 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante C.	95
Quadro 5.4 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante D.	97
Quadro 5.5 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante E.	97
Quadro 5.6 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante F.	98
Quadro 5.7 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante G.	99
Quadro 5.8 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante H.	100
Quadro 5.9 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante I.	101
Quadro 5.10 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante J.	102
Quadro 6.1 - Materiais necessários para a construção do <i>kit</i> experimental.	129
Quadro 6.2 - Orientações para a montagem do simulador de chuveiro elétrico.	130
Quadro 6.3 - Conexão dos fios ao resistor.	131
Quadro 6.4 - Nível da água para que os resistores fiquem submersos.	133
Quadro 6.5 - Divisão da turma utilizada nesta atividade.	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Continuum entre aprendizagem mecânica e significativa.....	27
Figura 2.2 - Esquema de assimilação proposto por Ausubel	31
Figura 2.3 - Esquema para aprendizagem subordinada	31
Figura 2.4 - Esquema para aprendizagem superordenada.....	32
Figura 2.5 - Esquema para aprendizagem combinatória	32
Figura 2.6 - Representação da estrutura de uma proposição e uma proposição propriamente dita.	36
Figura 2.7 - Mapa conceitual mostrando as características dos mapas conceituais.	37
Figura 5.1 - Sondagem Inicial/final – captura de tela da primeira questão – potência elétrica dos aparelhos.	68
Figura 5.2 - Sondagem Final - captura de tela da questão sobre mudança no perfil de uso do chuveiro elétrico.....	70
Figura 5.3 - Resistor submerso em água e opções de conexão à rede elétrica.	74
Figura 5.4 - Tomada elétrica com três furos.	79
Figura 5.5 - Sondagem Final – itens sobre o funcionamento do chuveiro elétrico.	82
Figura 5.6- Sondagem Final – captura de tela da questão envolvendo a análise da etiqueta do chuveiro elétrico (grandeza física: área de secção transversal dos fios).....	88
Figura 5.7 - Proposições extraídas do mapa conceitual final (quadro 5.3).....	95
Figura 5.8 - Proposições extraídas respectivamente do mapa conceitual inicial e final (quadro 5.3)	95
Figura 5.9 - Proposições extraídas do mapa conceitual final (quadro 5.3).....	96
Figura 5.10 - Texto e imagem com especificações técnicas do chuveiro elétrico.....	103
Figura 6.1 - Componente do chuveiro que aquece a água para o banho.....	119
Figura 6.2 - Montagem simulando um chuveiro elétrico	120
Figura 6.3 - Tomada com três furos.....	121
Figura 6.4 - Extensão elétrica	132
Figura 6.5 - Esquema para construção da extensão.	132
Figura 6.6 - Montagem simulando um chuveiro elétrico	140
Figura 6.7 - Tomada com três furos.....	141
Figura 6.8 - Etiqueta com as características de um chuveiro elétrico.....	142
Figura 6.9 - Especificações de um chuveiro elétrico	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5. 1 – Percentual de participação dos estudantes nas das atividades desenvolvidas acompanhado do número de estudantes participantes de cada etapa.	66
Gráfico 5. 2 - Sondagem Inicial - Aparelho com maior potência, segundo a opinião dos estudantes.	68
Gráfico 5. 3 - Sondagem Final - Aparelho com maior potência, segundo a opinião dos estudantes.	69
Gráfico 5. 4 - Sondagem Inicial (respostas) – levantamento do perfil de utilização do chuveiro elétrico.	69
Gráfico 5. 5 - Sondagem Final (respostas) – Levantamento de mudanças no perfil de uso do chuveiro elétrico.....	70
Gráfico 5. 6 - Sondagem Final (respostas) - Evidências de modificação no perfil de uso do chuveiro elétrico.....	70
Gráfico 5. 7 - Sondagem Inicial (respostas) – o funcionamento do chuveiro a partir da chave seletora.	73
Gráfico 5. 8 - Sondagem Final (respostas) – o funcionamento do chuveiro a partir da chave seletora.	73
Gráfico 5. 9 - Sondagem Inicial (respostas) - Contato prévio com o resistor do chuveiro.	74
Gráfico 5. 10 - Sondagem Inicial (respostas) - Influência do comprimento do resistor sobre sua potência.	75
Gráfico 5. 11 - Sondagem Final (respostas) - Influência do comprimento do resistor sobre sua potência.	76
Gráfico 5. 12 - Sondagem Inicial (respostas) – Relação entre a quantidade de água e o tempo de aquecimento.....	76
Gráfico 5. 13 - Sondagem Final (respostas) - Relação entre a quantidade de água e o tempo de aquecimento.....	77
Gráfico 5. 14 - Sondagem Inicial (respostas) – Relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor e o tempo de aquecimento.	78
Gráfico 5. 15 - Sondagem Final (respostas) – Relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor e o tempo de aquecimento.	78
Gráfico 5. 16 - Sondagem Inicial (respostas) – Função do furo central em uma tomada.	80
Gráfico 5. 17 - Sondagem Final (respostas) – Função do furo central em uma tomada.	80
Gráfico 5. 18 - Sondagem Inicial (respostas) – Função dos dois furos laterais da tomada.	81
Gráfico 5. 19 - Sondagem Final (respostas) – Função dos dois furos laterais da tomada.	81
Gráfico 5. 20 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	83

Gráfico 5. 21 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	83
Gráfico 5. 22 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	84
Gráfico 5. 23 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	84
Gráfico 5. 24 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	85
Gráfico 5. 25 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	85
Gráfico 5. 26 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.	85
Gráfico 5. 27 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (area de secção transversal).	88
Gráfico 5. 28 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (potência).	88
Gráfico 5. 29 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (corrente elétrica).	89
Gráfico 5. 30 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (diferença de potencial).	89
Gráfico 5. 31 - Resultado da Sondagem Adicional – potência elétrica.	104
Gráfico 5. 32 - Resultado da Sondagem Adicional – efeito Joule.	105
Gráfico 5. 33 - Resultado da Sondagem Adicional – corrente elétrica.	106
Gráfico 5. 34 - Resultado da Sondagem Adicional – diferença de potencial.	106
Gráfico 5. 35 - Resultado da Pesquisa de Opinião – grau de satisfação com a proposta.	108
Gráfico 5. 36 - Resultado da Pesquisa de Opinião – contribuição da proposta para despertar o interesse.	108
Gráfico 5. 37 - Resultado da Pesquisa de Opinião – contribuição da proposta para o esclarecimento.	109
Gráfico 5. 38 - Resultado da Pesquisa de Opinião – grau de recomendação do projeto.	109
Gráfico 5. 39 - Resultado da Pesquisa de Opinião – avaliação do projeto.	110

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um dos mais importantes bens de consumo da sociedade contemporânea (BRASIL, 2002). As mudanças sociais, econômicas e culturais ocorridas em função da versatilidade deste tipo de energia são evidentes. No entanto, a praticidade no uso da energia elétrica leva os consumidores a desconsiderar aspectos como, por exemplo, o impacto ambiental da geração e as influências do uso inconsciente sobre o sistema de geração e distribuição e ainda sobre a conta de luz.

No Brasil, a demanda cada vez maior por energia elétrica tem motivado ações que buscam equalizar a produção e o consumo, ações estas que afetam diretamente a população através, por exemplo, da aplicação do atual Sistema de Bandeiras Tarifárias e da futura opção pela Tarifa Branca e pelo Pré-pagamento¹ de energia elétrica. Estas ações reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) visam sinalizar para o consumidor o custo adicional da geração de energia devido a fatores sazonais e reduzir o consumo nos horários de pico por meio de tarifas diferenciadas.

Tomé (2014) faz algumas considerações sobre a tarifação horossazonal:

A tarifação horossazonal foi concebida para oferecer um estímulo econômico ao gerenciamento de carga pelo lado da demanda (GLD - ou DSM, Demand-Side Management), buscando a redução da demanda de potência no horário de pico através de valores de tarifa diferenciados (postos tarifários) em função do horário, de forma que a energia no horário de pico é mais cara do que em horários onde a demanda de potência é menor, estimulando assim a redução no consumo do horário de pico, deslocando-o para horários de menor demanda. Além da componente horária, também existe uma componente sazonal (daí o nome horossazonal), conhecida como bandeira tarifária, repassada para os consumidores com o intuito de sinalizar o custo da geração de energia no período, [...] (TOMÉ, 2014)

O pré-pagamento de energia elétrica, aprovado pela Resolução Normativa nº 610/2014 da ANEEL, é a “...modalidade de faturamento que permite a compra de um montante de energia elétrica anterior ao seu consumo...”. (ANEEL, 2014a)

¹ (ANEEL, 2016), Site da Agência Nacional de Energia Elétrica. Tarifas Consumidores/Pré-pagamento. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/pre-pagamento/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 09 ago. 2016.

Outra ação proposta pela ANEEL foi a abertura em 2014 de uma Chamada Pública para que empresas pudessem apresentar propostas de projetos no âmbito do Programa de Eficiência Energética (PPE), do qual faz parte, entre outras coisas, “a divulgação de modalidades tarifárias que incentivem o uso eficiente de energia” (Tarifa Branca, Sistema de Bandeiras Tarifárias e Sistema de Pré-pagamento). (PROCEL INFO, 2015)

O Programa de Eficiência Energética – PEE regulado pela ANEEL, tem como principal objetivo promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. (ANEEL, 2014b)

Os projetos apresentados deveriam propor “ações de comunicação e marketing para a melhoria da eficiência energética no uso final de energia elétrica.”. (ANEEL, 2014b)

Busca-se a transformação do mercado de energia elétrica, estimulando a demanda por equipamentos energeticamente eficientes e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica. (ANEEL, 2014b)

Estas ações, ao buscarem estimular hábitos específicos na aquisição de aparelhos elétricos e no consumo de energia elétrica, transferem para os usuários e fabricantes atribuições capazes de amenizar, em curto prazo, os problemas enfrentados pelo setor energético brasileiro. São medidas que procuram suscitar a consciência e a sustentabilidade na produção e na aquisição de equipamentos elétricos e ainda, na utilização da energia elétrica por meio de campanhas publicitárias que contam com considerável investimento financeiro.

No encontro em Brasília foram apresentadas oito propostas, envolvendo 27 distribuidoras de energia elétrica que atuam nas regiões nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do país. As propostas totalizaram cerca de R\$ 163 milhões, dos quais R\$ 117 milhões serão financiados pelo Programa de Eficiência Energética – PEE, regulado pela Aneel. (PROCEL INFO, 2015)

Apesar da relevância deste tema, o objetivo deste trabalho não é o de detalhar as causas e consequências da atual situação energética do país, ou debater a gestão governamental dos recursos energéticos, mas de oportunizar situações em que estudantes do ensino médio possam avaliar atitudes e discutir conceitos,

especificamente os de eletrodinâmica. A busca está em contextualizar a prática educacional a partir de temas atuais e promover a cidadania.

Uma pesquisa em educação voltada para mudanças de hábito no consumo de energia elétrica é apresentada no trabalho de Moura e Penteado (2012):

O consumo elétrico tem crescido, fato que aumenta a quantidade de empreendimentos de geração e distribuição de energia, causando problemas sociais e ambientais. Buscando amenizar a situação, o PROCEL e o INMETRO promovem o Programa Brasileiro de Etiquetagem, que etiqueta aparelhos com dados técnicos e uma escala de eficiência energética, visando a auxiliar o consumidor na escolha do produto e privilegiar os mais eficientes. (MOURA e PENTEADO, 2012)

Moura e Penteado (2012) abordam o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) em seu estudo por meio de uma pesquisa feita com estudantes do ensino médio. Estes pesquisadores estudam a influência da educação como ferramenta capaz de trazer sucesso ao programa:

Este trabalho apresenta um estudo sobre a influência da educação nos resultados obtidos pelo PBE. Foram entrevistados 140 alunos do ensino médio e percebeu-se que a educação é uma ferramenta essencial para o sucesso do programa. (MOURA e PENTEADO, 2012)

Nesta perspectiva, educar envolve o levantamento de relações entre temas de relevância social e conteúdos curriculares. Desta forma, a educação tem o papel de preparar o ser humano para enfrentar os diversos desafios levantados pela constante mudança nos aspectos sociais, econômicos e culturais de uma dada sociedade (BRASIL, 1996).

No entanto, esta não é uma tarefa simples. Moreira e Serrano (2013), em um trabalho relacionado às representações mentais e concepções espontâneas dos estudantes, destacam algumas dificuldades apresentadas por estes em relação à eletricidade:

A confusão na percepção de diferenças, principalmente entre tensão e corrente elétrica, é muito grande. As concepções alternativas que os alunos possuem dificultam o aprendizado de novos conceitos. Podemos dizer também que a linguagem do dia-a-dia não colabora para a aquisição de novos conceitos científicos. (MOREIRA e SERRANO, 2013)

Buscando contornar dificuldades como estas através da contextualização do conteúdo curricular, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) apontam para a utilização de conhecimentos de eletricidade em práticas de ensino, chamando a atenção para:

[...] conhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania, por meio de situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, **conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor.** (BRASIL, 2009, p. 68, grifo meu)

Maceti, Lautenschleguer e Levada (2007) apresentam uma forma de contextualizar o ensino de Física:

Em nosso cotidiano, nos deparamos com um problema central que é a necessidade e o consumo da Energia em nossa vida. Em um primeiro momento, podemos considerar o aquecimento da água em uma certa casa, em particular, via uso do chuveiro elétrico. (MACETI, LAUTENSCHLEGUER e LEVADA, 2007)

Diante desta colocação, o chuveiro elétrico surge como um aparelho de uso cotidiano com potencial para fomentar discussões em torno da eletricidade, não só por envolver conceitos físicos em seu funcionamento, mas também por estar relacionado ao atual contexto sociocultural e econômico do país, atendendo assim às orientações apontadas nos documentos oficiais (Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN; Orientações Curriculares Nacionais – OCN; Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, entre outros). Neste contexto, seu funcionamento se apresenta como facilitador da compreensão de conceitos de eletrodinâmica.

Analisando a participação do chuveiro elétrico frente ao consumo residencial de energia elétrica, Tomé (2014) destaca que este equipamento apresenta baixo custo de aquisição, mas alto custo de utilização, sendo responsável por mais de 20% do consumo de energia elétrica residencial do Brasil. O impacto do uso do equipamento não se limita ao consumidor. Ele se estende às concessionárias de energia com o superdimensionamento dos sistemas de geração, transmissão e distribuição para atender aos picos de consumo gerados pela alta demanda de energia concentrada em

determinados horários, além de outros impactos, “como aumento das perdas e afundamento do perfil de tensão”. (TOMÉ, 2014)

Apesar de estudos apontarem a necessidade de diversificar a matriz energética, investindo principalmente em energia solar, além de deslocar o pico na curva de demanda para aliviar o sistema elétrico, não há ampla utilização de sistemas de aquecimento solar ou a gás da água para o banho no Brasil. (TOMÉ, 2014)

O Centro Internacional de Referência em Reuso da Água (CIRRA) e o Grupo de Chuveiros da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (GCA – Abinee) divulgaram o resultado do estudo: Avaliação do consumo de insumos em chuveiro elétrico, chuveiro híbrido, aquecedor a gás, aquecedor solar e aquecedor de acumulação elétrico². Sem mencionar os picos na curva de demanda, o estudo concluiu que o consumo de insumos (eletricidade, água, equipamentos e instalação) é menor em sistemas que usam o chuveiro elétrico. Isso inclui o uso exclusivo do aparelho ou o do sistema híbrido (chuveiro elétrico e aquecedor solar).

No entanto, para que o chuveiro elétrico apresente vantagens frente às opções analisadas pelo estudo, é preciso que ele seja usado de forma consciente, ou seja, o aparelho deve operar com potência reduzida, aquecendo a água, em média, por oito minutos em cada banho, remetendo à necessidade de estimular o consumidor a desenvolver um comportamento voluntário relacionado ao uso do aparelho, ou seja, à necessidade de incentivar o consumidor para que este se pré-disponha a adotar hábitos conscientes no uso do chuveiro elétrico.

Procurando incentivar o consumo consciente de eletricidade e facilitar o ensino de eletrodinâmica, buscou-se desenvolver a pesquisa apresentada por este trabalho, considerando o cerne da Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel, segundo o qual *a aprendizagem se dá a partir do que o aprendiz já sabe*³. Para tanto, os *subsuno*s⁴ relacionados especificamente ao funcionamento do chuveiro elétrico

² Estudo revela qual o sistema mais econômico para tomar banho. Revista Abinee, maio de 2009. Disponível em <<http://www.abinee.org.br/informac/revista/51g.pdf>>. Acesso em 25 de jul. 2016.

³ Segundo Moreira (2011a), para Ausubel “o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo).”. (MOREIRA, 2011a, p. 160)

⁴ “Subsunção: corresponde, em português, ao que Ausubel (1968) chamava de subsumir, ou seja, um conhecimento prévio capaz de subsumir um novo conhecimento; subsumir significa tomar, acolher, aceitar. Subsunção é a operação de subsumir. Observe-se que na aprendizagem significativa a subsunção

foram considerados, tendo como objetivo a assimilação dos conceitos de eletrodinâmica pelos estudantes.

Partindo da hipótese de que o chuveiro elétrico, ao ser abordado no contexto educacional, é capaz de facilitar a compreensão de conceitos básicos de eletrodinâmica e estimular o uso consciente de energia elétrica, buscou-se atingir os objetivos deste trabalho.

De forma geral, o objetivo foi desenvolver e aplicar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa⁵ (UEPS), produzindo materiais didáticos relacionados ao funcionamento do chuveiro elétrico para abordar conceitos básicos de eletrodinâmica. O chuveiro elétrico foi tomado como gerador de situações-problema e atividades que possibilitassem analisar este aparelho em sua constituição e em seu impacto no consumo de energia, além de abordar os conceitos físicos envolvidos em seu funcionamento.

Especificamente, os objetivos foram: levantar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados ao chuveiro elétrico; produzir materiais didáticos relacionáveis aos conhecimentos prévios apresentados para então abordar as grandezas eletrodinâmicas básicas envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico (corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule); elaborar a sequência didática sob o formato de UEPS, seguindo as orientações de Moreira (2011b) e adaptando-as ao contexto da aplicação; aplicar e avaliar a sequência didática em turmas da terceira série do ensino médio.

A sequência didática foi organizada com vistas à promoção de condições para que a aprendizagem significativa ocorresse em detrimento da aprendizagem temporária exclusivamente mecânica, buscando formas de relacionar os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule àquilo que o aprendiz já sabia, possibilitando, desta forma, que o significado dos conceitos pudesse ser assimilado de

é um processo interativo, i. e., tanto o subsunçor como o subsumido se modificam em termos de significado.” (MOREIRA, 2012a, p. 56)

⁵ “...sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. Partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, essa sequência é proposta como sendo uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* (UEPS).” (MOREIRA, 2011b)

forma mais estável, contribuindo para uma postura crítica frente às questões energéticas atuais.

Quanto à organização deste trabalho, o segundo capítulo apresenta o referencial teórico que estruturou a pesquisa. No terceiro capítulo são apresentados os estudos anteriores relacionados à proposta deste trabalho. A metodologia de elaboração e aplicação da sequência didática é apresentada no quarto capítulo. No quinto capítulo são discutidos os resultados obtidos e no sexto capítulo é apresentado o produto educacional desenvolvido nesta pesquisa. No sétimo e último capítulo são feitas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

Este trabalho visou elaborar, aplicar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), sequência de ensino proposta por Moreira (2011b) e que se apoia, principalmente, na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

David Ausubel⁶ é um dos representantes do Cognitivismo, uma vertente da Psicologia Educacional que fundamenta teorias de aprendizagem e que pressupõem, dentre outras coisas, a representação mental e o processamento de informações como relevantes na compreensão e promoção da aprendizagem. (MOREIRA, 2011a)

Refletindo sobre as influências do Cognitivismo no contexto educativo, Moreira (2011c) aponta uma tendência:

No contexto educativo, hoje quase não se fala mais em estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional [...]. Atualmente as palavras de ordem são aprendizagem significativa, mudança conceitual, ensino centrado no aluno e construtivismo. (MOREIRA, 2011c)

A tendência levantada indica que, atualmente, no contexto educativo, os conceitos behavioristas cedem espaço para os cognitivistas.

Ainda em relação à tendência observada por Moreira (2011c), Ausubel (2003) alerta:

Uma boa parte daquilo que, hoje em dia, passa como teoria cognitiva, lida, na verdade, mais com os fenômenos perceptuais e trata-se ou de uma doutrina neobehaviorista revestida de terminologia cognitiva, ou de uma teoria pseudocognitiva ocultada em termos de pressupostos mecanicistas (neobehavioristas) subjacentes. (AUSUBEL, 2003)

Dentre os conceitos citados como relacionados ao cognitivismo, o que apresenta maior relevância na teoria de Ausubel é o de *aprendizagem significativa*, colocando este autor como um dos responsáveis pela tendência observada por Moreira (2011c). Ausubel chama atenção para a participação deste tipo de aprendizagem na cognição

⁶ “David Ausubel atuou como professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova York. Também era médico-psiquiatra de formação e dedicou sua carreira acadêmica à psicologia educacional.” (Moreira 2011a, p.159)

humana, destacando que, nesta perspectiva, este conceito diz respeito a um processo mental específico, onde aquilo que o aprendiz já sabe se relaciona com a informação a ser aprendida. Ausubel, refletindo sobre a complexidade da cognição humana, destaca que a aprendizagem significativa está na raiz do processo de aprendizagem, tornando possível a aquisição e retenção de grande quantidade de informações e apresenta vantagens sobre a capacidade limitada da memorização mecânica. A abrangência deste tipo de aprendizagem, no contexto desta teoria, é colocada por Ostermann e Cavalcanti (2010):

Segundo Ausubel, este tipo de aprendizagem é, por excelência, o mecanismo humano para adquirir e reter a vasta quantidade de informações de um corpo de conhecimentos. Ausubel destaca o processo de aprendizagem significativa como o mais importante na aprendizagem escolar. (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2010)

2.1.1 Aprendizagem significativa e conceito subsunçor

Contemporaneamente, Moreira (2012b) tem se empenhado em difundir algumas teorias de aprendizagem, apresentando formas de inclui-las na prática docente. Ele alerta para o uso inadvertido da expressão *aprendizagem significativa*:

[...] houve uma apropriação superficial, polissêmica, do conceito de aprendizagem significativa, de modo que qualquer estratégia de ensino passou a ter a aprendizagem significativa como objetivo. (MOREIRA, 2012b)

Buscando evitar equívocos conceituais, cabe esclarecer o significado do conceito *aprendizagem significativa* neste trabalho. Moreira (MOREIRA, 2011a) traz o significado deste conceito no contexto da teoria de Ausubel:

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 2011a)

Esta colocação, além de tornar mais claro o conceito de aprendizagem significativa, traz um segundo conceito da teoria de Ausubel: o subsunçor.

O "subsunçor" é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o

indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2010)

Os subsunçores são apresentados como fundamentais na promoção da aprendizagem significativa, pois representam os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, aptos a se relacionar como novo conhecimento.

Quando a nova informação é apresentada ao aprendiz sem relação com os subsunçores, ou ainda que ela se relacione de forma superficial e arbitrária, ocorre outra forma de aprendizagem, um processo distinto da aprendizagem significativa, a saber, a aprendizagem mecânica (automática):

Em contraposição à aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica na qual a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2010)

Armazenar de maneira arbitrária significa associar o novo conhecimento a qualquer aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz, não levando em consideração os aspectos mais relevantes que poderiam servir de “ancoradouro”. Armazenar de maneira literal significa armazenar apenas as palavras usadas para expressar a nova informação, de forma que a substância do novo conhecimento não seja incorporada. (MOREIRA, 2011c)

Sobre a literalidade e a arbitrariedade no armazenamento, ou seja, no relacionamento entre novo conhecimento e conhecimento preexistente, Moreira (2012b) coloca:

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. (MOREIRA, 2012b)

Com relação à aparente dicotomia entre aprendizagem significativa e mecânica, Moreira (2011c), fazendo menção a Ausubel, busca esclarecer a relação entre estes dois tipos extremos de aprendizagem:

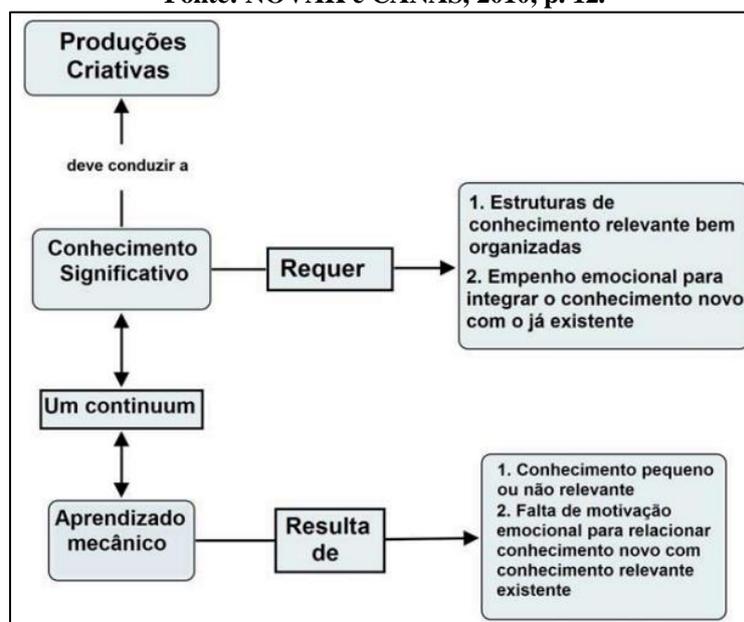
A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva [...]. Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos. (MOREIRA, 2011c, p. 26)

Novak e Cañas (2010) concordam com a inexistência de uma dicotomia, justificando seu posicionamento

[...] pelo fato de os indivíduos variarem no que se refere à quantidade e qualidade da sua bagagem de conhecimento relevante e à intensidade de sua motivação em procurar modos de incorporar conhecimento novo ao conhecimento que já possuem. (NOVAK e CAÑAS, 2010, p. 12)

A figura 2.1, apresenta os esclarecimentos de Novak e Cañas (2010) sobre os conceitos de aprendizagem mecânica e significativa e apresenta ainda a ideia de *continuum* entre eles. A criatividade é tida como um nível muito mais alto de aprendizagem significativa.

Figura 2.1 - Continuum entre aprendizagem mecânica e significativa
Fonte: NOVAK e CAÑAS, 2010, p. 12.



A pesar de considerar o *continuum* apontado pela figura 2.1, evitou-se recorrer à aprendizagem puramente mecânica nesta pesquisa. As atividades foram desenvolvidas levando em consideração os conhecimentos prévios dos aprendizes com o objetivo de promover a aprendizagem significativa. Para tanto, foram realizadas atividades (mapas conceituais e sondagens) para levantar a presença de subsunçores relacionados especificamente a conceitos básicos de eletrodinâmica.

2.1.2 Condições para aprendizagem significativa

Para que a aprendizagem significativa de fato ocorra, Ausubel aponta duas condições, uma delas ligada diretamente aos conceitos apresentados e outra, relacionada especificamente ao aprendiz. São elas: “a organização de um material de ensino potencialmente significativo” e “... a intencionalidade do aluno para aprender de forma significativa.” (LEMOS, 2011)

Um material é considerado potencialmente significativo quando considera, em sua elaboração, aquilo que o estudante já sabe e também o que ele deve aprender:

Portanto, organizar um material de ensino potencialmente significativo requer que a relação entre a natureza desses dois conhecimentos – a estrutura lógica do conhecimento em si e a estrutura psicológica do conhecimento do aluno – seja considerada. (LEMOS, 2011)

Simultaneamente à apresentação de um material com estas características, está a intencionalidade do estudante em aprender de forma significativa:

A segunda condição para ocorrência de aprendizagem significativa é a intencionalidade do aluno para aprender de forma significativa, ou seja, é o aluno que deverá relacionar de forma substantiva e não arbitrária a nova informação com as ideias relevantes que já existem sua estrutura cognitiva. (LEMOS, 2011)

Estas condições são colocadas como necessárias para a ocorrência de aprendizagem significativa, uma vez que a ausência de uma delas inviabiliza o processo.

Desta forma, tanto o estudante quanto o professor são participantes do processo, demonstrando a compatibilidade do conceito de aprendizagem significativa com outras teorias construtivistas, embora este conceito tenha sido proposto originalmente na teoria de aprendizagem de Ausubel (MOREIRA, 2011c, p. 25).

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa desenvolvida nesta pesquisa buscou atender às condições apontadas por Ausubel e retomadas por Lemos (2011). Isso quer dizer que foi considerada, na elaboração e apresentação das atividades propostas, a relação entre o conhecimento a ser ensinado e os conhecimentos prévios dos estudantes. Paralelamente, não houve incentivo à memorização literal de significados, buscando ensinar o mais eficazmente possível de forma a motivar e despertar a intencionalidade

do aluno em aprender significativamente, ensinando-o em termos cognitivos. (AUSUBEL, 2003, p. 199)

2.1.3 Tipos de aprendizagem significativa e a teoria da assimilação

A teoria de Ausubel considera três tipos de aprendizagem significativa: a representacional, a de conceitos e a proposicional.

A aprendizagem significativa representacional é colocada como tipo mais básico e do qual os demais tipos dependem. Este é o processo através do qual as palavras (símbolos) passam a significar, para o indivíduo, os respectivos significantes. Neste tipo de aprendizagem, os símbolos são incorporados à estrutura cognitiva do aprendiz ampliando e enriquecendo seu repertório, seu vocabulário.

A aprendizagem significativa representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa, do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). (MOREIRA, 2011a)

O segundo tipo, a aprendizagem significativa de conceitos, pode ser entendido como uma extensão do primeiro. No entanto, um conceito possui a capacidade de englobar um número maior de significados:

A aprendizagem de conceitos é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares; porém, são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, i. e., representam singularidades e eventos ou objetos. (MOREIRA, 2011a)

Em terceiro lugar nesta categorização, está a aprendizagem significativa proposicional. Como os três tipos de aprendizagem foram listados em ordem crescente de complexidade, este tipo representa um nível mais elevado de aprendizagem:

[...] a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas, sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição [...] A tarefa é aprender o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição. (MOREIRA, 2011a)

Segundo Moreira (2011a), Ausubel apresenta um modelo para a compreensão do armazenamento de informação, propondo características de sua organização úteis para compreensão do processo de aprendizagem significativa:

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. A estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. (MOREIRA, 2011a)

Sobre o processo de assimilação, Moreira (2012b) enfatiza que se trata de um processo distinto do citado por Piaget, pois não se refere a uma interação entre sujeito e objeto e sim entre conhecimentos novos e prévios:

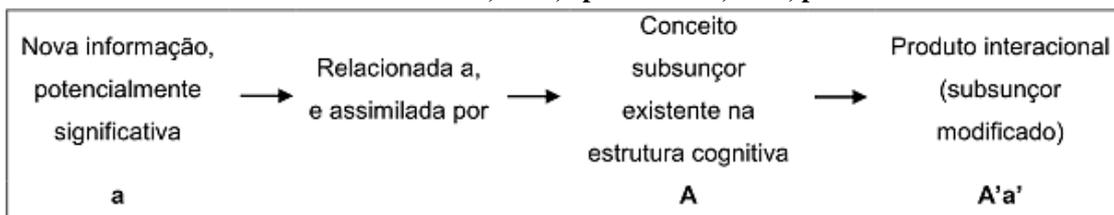
A assimilação ausubeliana é o processo, já descrito, no qual um novo conhecimento interage, de forma não-arbitrária e não-literal, com algum conhecimento prévio especificamente relevante. É a “ancoragem”, também já referida, na qual o novo conhecimento adquire significados e o conhecimento prévio adquire novos significados. Nessa interação, os dois se modificam, porém diz-se que houve uma assimilação do novo conhecimento. Diz-se também que a aprendizagem significativa foi subordinada. (MOREIRA, 2012b)

A preocupação com a não-arbitrariedade, neste contexto, se dá pela limitação inerente à estrutura cognitiva em armazenar informações de forma dissociada, sem estabelecer ligações com o conhecimento organizado já armazenado. Esta teoria coloca a capacidade de associar da cognição humana como responsável pela enorme quantidade de conhecimento significativo presente na estrutura cognitiva, justamente devido à não-arbitrariedade com que o conhecimento é assimilado, tornando a aprendizagem significativa “...o mecanismo humano por excelência para a aquisição e o armazenamento da vasta quantidade de ideias e de informações representadas por qualquer área de conhecimentos.” (AUSUBEL, 2003)

Da mesma forma, a limitação da memória humana não favorece a retenção de informações de forma literal. “É óbvio que se pode apreender e reter muito mais, caso apenas se exija ao aprendiz assimilar a substância das ideias e não as palavras exactas utilizadas para as expressar.” (AUSUBEL, 2003)

As figuras 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5 buscam apresentar de forma esquemática o processo de assimilação, tal qual é descrito por esta teoria:

Figura 2.2 - Esquema de assimilação proposto por Ausubel
 Fonte: MOREIRA, 1999, apud LOPES, 2014, p. 27.



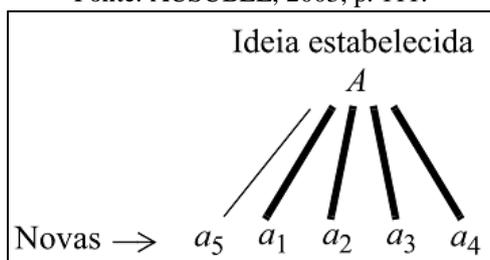
No início do processo, “a” representa o conhecimento a ser ensinado e “A”, a estrutura relevante capaz de se relacionar com “a”. Como a interação não é espontânea, o material potencialmente significativo coloca em evidência os aspectos relevantes e, juntamente com a intencionalidade do aluno, promove a interação, que modifica tanto “a” quanto “A”. O resultado da interação é a assimilação, ou seja, a modificação de ambas as estruturas (aA se torna a'A’).

Ausubel propõe que a assimilação pode ocorrer de formas distintas, observadas de acordo com a relação existente entre a nova informação e a estrutura cognitiva do aprendiz:

[...] para Ausubel, a assimilação pode ocorrer através de três formas distintas, conhecidas como aprendizagem subordinada (ou subordinativa), aprendizagem superordenada (ou sobreordenada) e aprendizagem combinatória. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 48-57, apud LOPES, 2014)

Na aprendizagem subordinada ou subsunção, o conceito subsunçor é mais abrangente, mais geral que a informação a ser aprendida, subordinando está a ele. Este tipo de aprendizagem pode ser visto de forma esquemática na figura 2.3:

Figura 2.3 - Esquema para aprendizagem subordinada
 Fonte: AUSUBEL, 2003, p. 111.



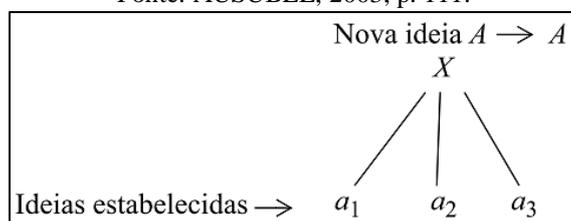
Ainda em relação à aprendizagem subordinada Ausubel faz duas colocações: a nova informação a_5 pode ser apenas um caso particular de A , não alterando os demais atributos a_1, a_2, a_3, a_4 (aprendizagem subordinada derivativa), ou então, a ideia a_5 pode ser uma extensão, alteração ou qualificação de A , e dessa forma os atributos a_1, a_2, a_3 e a_4 podem alargar-se ou alterar-se (aprendizagem subordinada correlativa). (AUSUBEL, 2003, p. 111)

Na aprendizagem superordenada ou subordinante ocorre o inverso. A informação a ser aprendida é que se apresenta em posição de maior abrangência, envolvendo alguns subsunçores em sua assimilação.

[...] os conceitos familiares cenouras, ervilhas, feijões, beterrabas e espinafres se podem subordinar todos ao novo conceito subordinante ‘vegetal’, embora sejam diferentes em termos perceptuais. (AUSUBEL, 2003, p. 95)

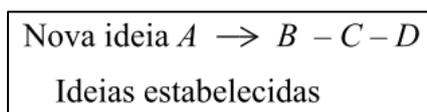
A figura 2.4 representa a aprendizagem superordenada:

Figura 2.4 - Esquema para aprendizagem superordenada
 Fonte: AUSUBEL, 2003, p. 111.



Por fim, a aprendizagem combinatória se caracteriza pela semelhança entre a nova ideia e as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz. Não há diferença entre o nível de abrangência expresso pelo que está para ser aprendido e o que já se sabe.

Figura 2.5 - Esquema para aprendizagem combinatória
 Fonte: AUSUBEL, 2003, p. 111



Apesar de a ideia A se relacionar com as ideias existentes B, C e D , a nova ideia não é nem:

[...] mais inclusiva nem mais específica do que as ideias *B*, *C* e *D*. Neste caso, considera-se que a nova ideia *A* tem alguns atributos de critérios em comum com as ideias preexistentes. (AUSUBEL, 2003, p. 111)

2.1.4 Princípios instrucionais programáticos

Do ponto de vista instrucional, ou seja, sobre a aplicação da teoria, Ausubel destaca algumas etapas e princípios que norteiam a prática docente ao longo do processo.

Em primeiro lugar, Ausubel ressalta a importância de, a partir de uma determinada disciplina ou conteúdo, identificar e observar a relação entre os conceitos básicos que caracterizam o conteúdo a ser ensinado. Em seguida, Ausubel elenca princípios e os apresenta como aplicáveis independentemente da área do conhecimento, no que diz respeito à programação do conteúdo. Tais princípios são: *diferenciação progressiva*, *reconciliação integradora ou integrativa*, *organização sequencial e consolidação*.

Em termos cognitivos, os princípios da *diferenciação progressiva* e da *reconciliação integradora* são vistos como consequências das aprendizagens subordinada, superordenada e combinatória. Como foi dito, um conceito subsunçor sofre modificações quando é usado para ancorar e assimilar um novo conhecimento. Desta forma, a diferenciação progressiva envolve o processo no qual um subsunçor mais abrangente e geral se modifica ao servir de ancora e interagir com um conteúdo mais específico, tornando-se mais diferenciado. A reconciliação integradora, como o próprio nome sugere, visa promover a reconciliação de subsunçores que emergem da estrutura cognitiva do aprendiz, integrando-os ao novo conhecimento. Para isso, os subsunçores devem ser mais específicos e, partindo da integração, um novo conteúdo mais geral é assimilado.

Ainda em relação a estes dois princípios, do ponto de vista instrucional, Ausubel esclarece:

O primeiro princípio reconhece que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstracção, generalidade e inclusão. A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou

os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes. (AUSUBEL, 2003, p. 6)

O princípio da *organização sequencial* norteia quanto à organização inerente à matéria de ensino:

[...] Ausubel argumenta que a disponibilidade de ideias-âncora relevantes, para uso na aprendizagem significativa e na retenção, pode, obviamente, ser maximizada se se tirar partido das dependências sequenciais naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico, frequentemente pressupõe o entendimento prévio de algum tópico relacionado. (MOREIRA, 2011a, p. 170)

Desta forma, fica nítido que o princípio da organização sequencial busca emparelhar a organização da matéria de ensino com a natureza hierárquica da aprendizagem.

Atendido o princípio da organização sequencial, não basta simplesmente seguir a sequência. Para seguir a programação de acordo com a sequência estabelecida e avançar para o tópico seguinte da matéria de ensino é preciso que haja domínio, mestria por parte do aluno do que está sendo estudado. Este é o princípio da *consolidação*, levantado como responsável por garantir o sucesso da aprendizagem sequencialmente organizada.

Neste trabalho, antes de iniciar a pesquisa com os estudantes, foi feita a organização sequencial da matéria de ensino, buscando elencar e organizar de forma hierárquica os conceitos a serem trabalhados.

Diante do que foi posto, é possível perceber a essência da teoria de Ausubel, sintetizada na colocação do próprio autor: "... o fato isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo." (AUSUBEL, 1968, 1978, 1980, 2000, apud MOREIRA, 2011a, p. 171)

2.2 Joseph Novak e os Mapas Conceituais

O programa de pesquisa de Joseph Novak foi responsável pelo desenvolvimento e inserção dos mapas conceituais no contexto da aprendizagem significativa. Novak, professor da Universidade de Cornell, nos Estados Unidos e colaborador de Ausubel,

percebeu a utilidade desta ferramenta frente à dificuldade encontrada pelos pesquisadores em identificar mudanças específicas na compreensão de conceitos a partir de entrevistas transcritas.

Os mapas conceituais foram desenvolvidos em 1972, dentro do programa de pesquisa realizado por Novak na Universidade de Cornell, no qual ele buscou acompanhar e entender as mudanças na maneira como as crianças compreendiam a ciência. (NOVAK; MUSONDA, 1991 apud NOVAK e CAÑAS, 2010)

Coautor da segunda edição do livro básico da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, Novak se encarregou de dar continuidade à referida teoria, refinando sua testagem. (MOREIRA, 2011a, p. 175)

Além disso, Novak traz contribuições para a teoria da aprendizagem de Ausubel e acaba por englobá-la em sua própria teoria. Novak considera que a educação é o conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem com o indivíduo para lidar com sua vida diária. (MOREIRA, 2011a, p. 175)

A premissa básica da teoria de Novak é que os seres humanos fazem três coisas: *pensam, sentem e atuam* (fazem). Uma teoria de educação, segundo ele, deve considerar cada um destes elementos e ajudar a explicar como se pode melhorar as maneiras por meio das quais os seres humanos pensam, sentem e atuam (fazem). Qualquer evento educativo, de acordo com Novak, é uma *ação* para trocar *significados* (pensar) e *sentimentos* entre o aprendiz e o professor. (MOREIRA, 2011a, p. 176, grifo do autor)

Novak dá sequência ao trabalho de Ausubel, agregando características cognitivistas humanistas à teoria:

A Teoria Educacional de Novak adiciona um viés humanista à perspectiva cognitiva de Ausubel [...] Além do pensamento, os seres humanos também se engajam ativa e afetivamente durante o processo de aquisição de novos conhecimentos. (NOVAK e CAÑAS, 2010)

A caracterização do trabalho de Novak inclui, além da preocupação com a aprendizagem significativa, o uso de estratégias instrucionais:

[...] Novak dedica grande parte de sua teoria ao conceito de aprendizagem significativa e à facilitação desta aprendizagem por meio de duas estratégias instrucionais, o mapeamento conceitual e o Vê epistemológico de Gowin. (MOREIRA, 2011a, p. 179)

Ausubel também menciona “mapas de conceito” ao indicar algumas formas de verificar a disponibilidade de subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz:

Pode verificar-se a disponibilidade de ideias relevantes na estrutura cognitiva através de testes de múltipla escolha ou pré-testes de ensaio, de entrevistas clínicas do tipo Piaget, através do questionamento socrático e de ‘mapas de conceitos’. (AUSUBEL, 2003, p. 151)

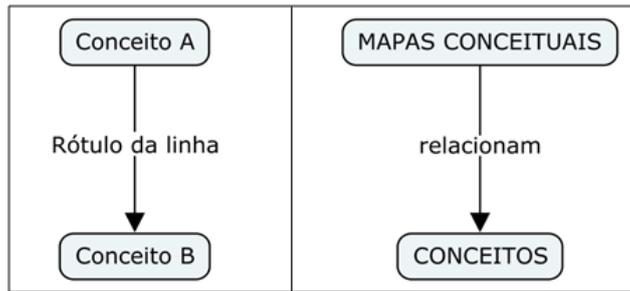
Isso justifica a ampla utilização de mapas conceituais em pesquisas de ensino, especialmente nas fundamentadas em aprendizagem significativa, sendo aplicados desde a análise do currículo até a avaliação dos estudantes quanto à compreensão de conteúdos disciplinares (MOREIRA, 2012c).

Nesta pesquisa, os mapas conceituais foram usados para auxiliar o professor pesquisador em duas tarefas relacionadas à estrutura cognitiva dos aprendizes: levantar características especificamente relevantes e relacionáveis ao conteúdo a ser ensinado e também, constatar evidências de aprendizagem significativa.

Os mapas conceituais são caracterizados por Novak e Cañas (2010) como “[...] ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento.”.

Moreira (2012c), no tutorial “Como construir um mapa conceitual”, apresenta 11 tópicos para orientar estudantes e professores na elaboração de mapas conceituais. Basicamente, construir um mapa conceitual implica em: identificar os conceitos-chave do conteúdo a ser mapeado; ordenar os conceitos de forma hierárquica, ou seja, partindo do mais geral para os mais específicos; conectar os conceitos com linhas (com ou sem setas, dependendo da necessidade) e rotulá-las com palavras que mostrem a relação entre os conceitos conectados. Dois conceitos ligados por uma linha rotulada constituem uma proposição. Proposições são as unidades básicas de um mapa conceitual e devem possuir clareza semântica e não devem ser triviais. A figura 2.6 ilustra esta estrutura:

Figura 2.6 - Representação da estrutura de uma proposição e uma proposição propriamente dita.
Fonte: Elaborada pelo autor.



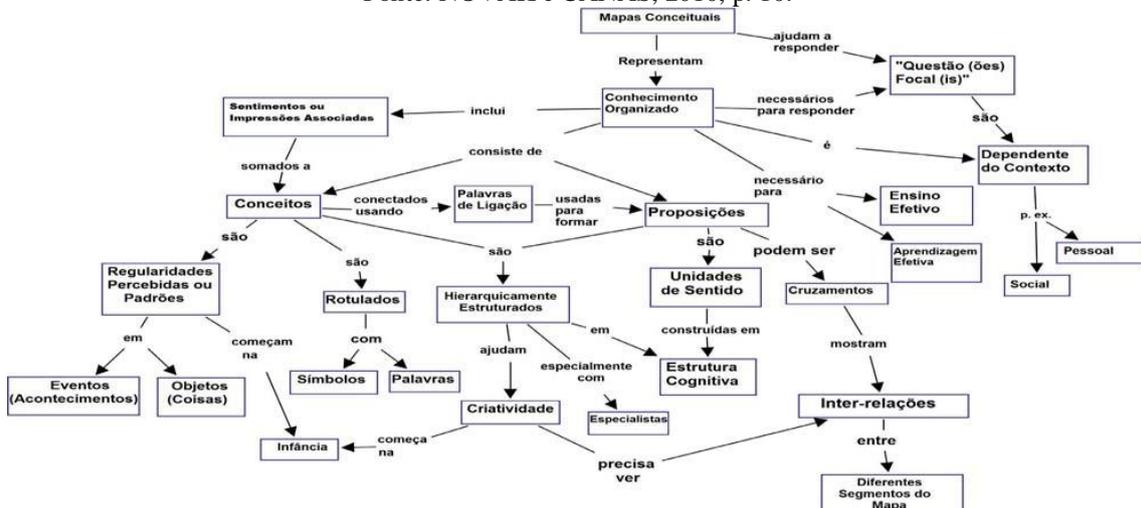
Apesar de a escolha das formas geométricas serem apontadas como irrelevantes (MOREIRA, 2012c), segundo o mesmo autor tais formas podem ser usadas para aumentar a clareza do mapa e estabelecer relação de hierarquia entre os conceitos.

Muitas vezes utiliza-se figuras geométricas -- elipses, retângulos, círculos -- ao traçar mapas de conceitos, mas tais figuras são, em princípio, irrelevantes. É certo que o uso de figuras pode estar vinculado a determinadas regras como, por exemplo, a de que conceitos mais gerais, mais abrangentes, devem estar dentro de elipses e conceitos bem específicos dentro de retângulos. Em princípio, no entanto, figuras geométricas nada significam em um mapa conceitual. (MOREIRA, 2012c)

A figura 2.7 traz o mapa apresentado por Novak e Cañas (2010). É possível perceber a estrutura básica e as características de um mapa conceitual.

Figura 2.7 - Mapa conceitual mostrando as características dos mapas conceituais.

Fonte: NOVAK e CAÑAS, 2010, p. 10.



2.3 UEPS - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Moreira (2011a), ao discutir o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa, elenca quatro tarefas fundamentais que envolvem: identificar a estrutura

conceitual da matéria de ensino, identificar os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, diagnosticar aquilo que o aluno já sabe e ensinar, utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

Para concretizar estas tarefas, Moreira (2012a) propõe a construção de sequências didáticas a partir, principalmente, da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, pautada pelos seguintes princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos; elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;

- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Para orientar a elaboração e aplicação de uma UEPS, Moreira (2011b) estabelece oito passos (aspectos sequenciais):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc.,

mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os estudantes a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e

depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos estudantes fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Lopes (2014) utiliza as orientações de Moreira (2012c) como base para a intervenção inicial, sugerindo ao professor uma sequência de passos com o objetivo de facilitar o trabalho com mapas conceituais:

- i. Com a participação dos alunos, identificar os conceitos-chaves do tema escolhido e escrevê-los no canto do quadro negro;
- ii. Discutir com os alunos as definições de hierarquia para propor uma ordenação dos conceitos mais gerais para os mais específicos;
- iii. Iniciando com conceitos mais gerais, reescrevê-los na parte superior do quadro negro e conectá-los com uma linha rotulada, relacionando-os adequadamente. Utilizar esse procedimento para explicar aos alunos o que são proposições em um mapa conceitual;

- iv. Elaborar outra proposição, exemplificando o uso de setas para orientar o sentido de uma relação;
- v. Elaborar outra proposição exemplificando relações cruzadas;
- vi. Pedir que os alunos continuem a elaboração do mapa conceitual, fazendo com que um a um, inclua uma nova proposição ao mapa conceitual do quadro negro.
- vii. Em pequenos grupos de estudantes, elaborar mapas conceituais com tema livre.
- viii. No final da aula, propor aos grupos que refaçam seus mapas conceituais utilizando o programa CmapTools (ou equivalente) para apresentação na aula seguinte. O programa pode ser acessado e baixado através do link <http://cmap.ihmc.us> (IHMC, 2014).
- ix. A apresentação deve ser utilizada para orientar os alunos quanto à elaboração de mapas conceituais, procurando aprimorar o modo como procederam para se expressar através de seus mapas. É importante ressaltar que os mapas não devem ser considerados como incorretos, uma vez que aquela é a visão própria do grupo sobre o tema que foi trabalhado.

Tomando por base o referencial teórico que balizou este trabalho, os estudos anteriores a esta proposta de ensino foram organizados em categorias e serão apresentados no próximo capítulo (capítulo 3).

3 ESTUDOS ANTERIORES

3.1 Metodologia utilizada na revisão

Nesta revisão, oito periódicos foram consultados no período compreendido entre 2005 e 2015: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, A Física na Escola, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Aprendizagem Significativa em Revista e Scientia Plena. O critério utilizado para escolha destas revistas se baseou no resultado da busca, tanto no motor de pesquisa geral *Google* quanto no específico de cada periódico, pelas seguintes palavras-chave: aparelhos elétricos, ensino de eletrodinâmica, teoria da aprendizagem significativa, Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

Ao todo foram selecionados cinco artigos, oito dissertações e uma tese de doutorado devido à relação com o presente trabalho.

Publicações com o objetivo de promover o ensino de eletrodinâmica e que considerassem o funcionamento de aparelhos elétricos foram tomadas como relevantes para este trabalho. Ao longo do levantamento, foram identificados vários trabalhos apoiados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e, boa parte destes, orientados pela proposta de Moreira (2011b) de sistematizar a elaboração, a aplicação e a avaliação de sequências didáticas potencialmente significativas (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS). Desta forma, o trabalho de Moreira (2011b) se apresenta como incentivo ao estudo de sequências de ensino vinculadas à teoria de Ausubel, ou seja, com o objetivo de promover Aprendizagem Significativa.

Apesar de apresentarem características em comum como, por exemplo, o uso de aparelhos elétricos, os estudos anteriores foram agrupados nas seguintes categorias, considerando o referencial teórico escolhido (Teoria da Aprendizagem Significativa e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas):

Categoria 1 - O funcionamento de aparelhos elétricos e o ensino de eletrodinâmica (dois artigos e quatro dissertações)

Categoria 2 – A Teoria da aprendizagem significativa no ensino de eletrodinâmica (dois artigos e duas dissertações)

Categoria 3 - Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o ensino de eletrodinâmica (um artigo e duas dissertações e uma tese).

3.1.1 Categoria 1: O funcionamento de aparelhos elétricos e o ensino de eletrodinâmica

Nesta categoria serão abordados trabalhos que incluem o funcionamento de aparelhos elétricos em processos de ensino e aprendizagem, especificamente no ensino de eletrodinâmica. Percebeu-se que os aparelhos elétricos participam das propostas de trabalho de duas formas: como tema para debates em torno de suas características e funcionamento, ou ainda, sendo introduzidos fisicamente em atividades pedagógicas nas quais os estudantes podem manipulá-los, desmontá-los e analisar seus componentes. No segundo tipo de abordagem, os componentes que constituem os aparelhos servem para sustentar o debate em torno dos conceitos envolvidos em seu funcionamento. Os dois tipos de abordagem exploram as especificações técnicas trazidas pelas etiquetas dos aparelhos, usando a potência e o tempo de uso na estimativa do consumo de energia elétrica e da corrente elétrica que o percorre.

Maceti, Lautenschleguer e Levada (2007), ao apontarem o propósito do trabalho apresentado por eles, destacam-no como:

[...] um enfoque ao ensino de Física, baseado na compreensão dos fatos físicos pelos estudantes, que se obtém pela análise e discussão de conceitos e de situações práticas e reais. (MACETI, LAUTENSCHLEGUER e LEVADA, 2007)

Desta forma, ressaltam a relevância de se introduzir no contexto educativo, elementos que façam parte da realidade dos estudantes e que possam ser usados para aprimorar o entendimento do cotidiano, por meio da apresentação da ciência relacionada a ele.

Fazendo menção ao amparo dado pelos PCN a este tipo de abordagem, Maceti, Lautenschleguer e Levada (2007) trazem uma reflexão quanto aos objetivos envolvidos no ensino de Física:

Os PCN+ se aliam aos PCN procurando dar um novo sentido ao ensino da Física, destacando que se trata de "*construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e*

participar na realidade.” (MACETI, LAUTENSCHLEGUER e LEVADA, 2007, grifo do autor)

Para por em prática estas orientações, Maceti, Lautenschleguer e Levada (2007) apresentam o chuveiro elétrico como um aparelho potencialmente capaz de sustentar, no ensino de Física, uma abordagem conceitual relacionada à realidade. Trata-se de uma busca por explorar os conceitos físicos envolvidos no funcionamento do chuveiro elétrico.

Albuquerque (2008), em uma proposta de ensino alinhada com as orientações dos PCN (PCNEM) relacionada especificamente ao tema “Equipamentos Elétricos e Telecomunicações” contido nos PCN+, destaca que o ensino vinculado ao cotidiano se apresenta como forma de contornar a aprendizagem mecânica e contribui para a formação de indivíduos aptos a exercer a cidadania. O autor reafirma seu posicionamento ao sugerir que “É preciso rediscutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação mais adequada para a cidadania plena.” (ALBUQUERQUE, 2008).

Albuquerque (2008) introduz em sua proposta a análise das características e do funcionamento de aparelhos elétricos presentes no cotidiano dos estudantes. As atividades incluem a apresentação de chaves teste, bobinas, disjuntores e dínamos; leitura, interpretação e discussão de textos; desmontagem, observação e compreensão do funcionamento de ventiladores e liquidificadores e ainda, experimentos demonstrativos simples envolvendo a rede elétrica, pilhas e lâmpadas.

O chuveiro elétrico participou da proposta, sendo classificado como aparelho resistivo. A etiqueta de especificações do aparelho foi analisada e seu funcionamento identificado através de “explicação e discussão com o professor”. (ALBUQUERQUE, 2008).

Vivas e Teixeira (2009) propõem uma sequência didática que aborda o chuveiro elétrico sob o prisma histórico e científico, visando promover a alfabetização científica no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Segundo Vivas e Teixeira (2009) o chuveiro foi escolhido por estar relacionado à eletricidade, ser de uso comum e apresentar princípio de funcionamento de fácil entendimento. Fatores histórico-culturais relacionados ao desenvolvimento do banho na sociedade ocidental e conseqüentemente,

responsáveis pelo surgimento do chuveiro, foram apresentados em uma reconstrução histórica que teve início com egípcios e gregos e terminou com o surgimento contemporâneo do chuveiro elétrico e a gás, refletindo as características da matriz energética de cada país.

Na proposta de Vivas e Teixeira (2009), os estudantes desmontaram chuveiros elétricos e o professor estimulou a exposição de modelos para explicar o funcionamento do aparelho. Partes específicas do chuveiro foram analisadas, dando abertura ao debate em torno do efeito Joule, da corrente elétrica e das características que influenciam no valor da resistência do resistor.

O chuveiro elétrico foi usado em uma atividade demonstrativa e os princípios envolvidos em seu funcionamento serviram para que fossem trabalhados os conteúdos relacionados à eletricidade.

Ao fim do trabalho, constataram que:

O desmonte do chuveiro elétrico despertou um maior interesse dos alunos em toda atividade, fato associado ao fascínio pelo aparato tecnológico e demonstrado pelas questões levantadas sobre o chuveiro que acabaram levando a outras questões por parte dos alunos. (VIVAS e TEIXEIRA, 2009)

A atividade de desmontagem do chuveiro proposta por Vivas e Teixeira (2009) se apresentou como motivadora e capaz de proporcionar discussões esclarecedoras envolvendo ciências, tecnologia e ensino de Física.

Recovvsky (2012) propõe uma atividade pautada pela Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e busca promover a compreensão de conceitos básicos de termodinâmica e eletromagnetismo a partir de situações que tragam à tona o uso de processos e equipamentos culinários. Em relação à participação dos aparelhos elétricos, a proposta de Recovvsky (2012) contou com uma simulação computacional envolvendo o consumo de alguns aparelhos elétricos. Além disso, foi feita a estimativa de consumo dos aparelhos usados pelos estudantes através do preenchimento de uma tabela no *Microsoft Excel* e da elaboração de gráficos. Por fim, houve a comparação entre o funcionamento da panela de pressão e do aparelho de micro-ondas. Nesta atividade, o aparelho de micro-ondas foi usado em uma experiência demonstrativa, determinando a

velocidade da luz a partir da frequência das micro-ondas e os pontos de derretimento em *mashmallows*.

3.1.2 Categoria 2: A Teoria da Aprendizagem Significativa e o ensino de eletrodinâmica

Esta categoria também apresenta trabalhos que levam em consideração a utilização de aparelhos elétricos em sequências didáticas. No entanto, fazem isso dentro dos parâmetros estabelecidos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Para ensinar de acordo com o que o aluno já sabe, dando a devida atenção ao que Ausubel considera como *fator isolado mais importante num processo de ensino*, as propostas da categoria 2 consideram os aparelhos presentes no cotidiano dos estudantes para, através da análise de seu funcionamento, abordar os conceitos físicos envolvidos.

O foco do trabalho de Laburú, Gouveia e Barros (2009) está na análise de desenhos de circuitos elétricos feitos pelos estudantes. Segundo os autores, os desenhos podem servir para apontar dificuldades conceituais. Esta proposta inclui aulas tradicionais, atividades experimentais e a realização de desenhos dos circuitos montados. Deixando de lado os símbolos estabelecidos cientificamente na representação de circuitos, nesta etapa os estudantes são incentivados a elaborar os próprios signos na representação pictórica.

Em relação ao objetivo do trabalho, os autores destacam:

[...] pretendemos verificar a potencialidade da estratégia pedagógica baseada no uso de desenhos dos alunos para expressar ou apontar dificuldades conceituais, quando do estudo de circuitos elétricos. (LABURÚ, GOUVEIA e BARROS, 2009)

Desta forma, lâmpadas e baterias foram usadas pelos autores para inspirar os desenhos e investigar as concepções dos estudantes quanto aos conceitos introduzidos tradicionalmente.

Quanto à utilização de desenhos, os autores se apoiam na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, ao destacarem que:

[...] tal estratégia estabelece que esquemas e conhecimentos previamente adquiridos pelo sujeito formem uma base de sustentação para tornar compreensíveis novos significados. (LABURÚ, GOUVEIA e BARROS, 2009)

E continuam a expor as influências da Teoria de Ausubel, quando ressaltam que a organização do ensino deve ser feita de forma hierárquica e progressiva, partindo dos aspectos mais gerais da matéria de ensino e indo em direção a aspectos mais específicos:

[...] a mudança conceitual pode ser encorajada quando se provêem oportunidades aos estudantes para que construam um qualitativo e intuitivo entendimento do fenômeno, antes de haver o domínio dos seus princípios quantitativos. É a partir desse pressuposto que propomos a representação por desenhos, como estratégia de ensino para a aprendizagem de certos conteúdos de Física. (LABURÚ, GOUVEIA e BARROS, 2009)

Almeida (2014) traz uma proposta de abordagem do conteúdo de eletricidade na Educação de Jovens e Adultos, utilizando aparelhos usados pelos estudantes.

O objetivo deste projeto é de que o estudante pudesse construir suas ideias sobre os conceitos de eletricidade como corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica e suas relações e a estimativa do consumo de energia elétrica dos dispositivos elétricos, através do entendimento do funcionamento de dispositivos elétricos. (ALMEIDA, 2014)

Para introduzir os conceitos de carga elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial e potência de forma significativa, o trabalho de Almeida (2014) envolveu a observação das informações técnicas contidas em disjuntores elétricos e baterias de telefones móveis. Chuveiros elétricos e lâmpadas também foram analisados, ressaltando-se a diferença entre aparelhos 127 e 220 volts, com foco nos resistores e filamentos. A resistência do resistor dos chuveiros foi medida com o auxílio de um multímetro, assim como a resistência de bastões de grafite usados em lapiseiras e de traços feitos com grafite em uma folha de papel. Estas atividades foram realizadas com o objetivo de evidenciar as características de um resistor que influem no valor de sua resistência.

Num projeto que também visa introduzir conceitos de eletricidade a partir de situações do cotidiano, Lara (2014) buscou promover a aprendizagem significativa por meio de atividades que envolvem a análise do consumo de energia elétrica da escola.

“Como ponto de partida, apresentamos como tema motivador, um problema real que está acontecendo na Escola: o excesso no consumo de energia elétrica.” (LARA, 2014)

Lara (2014) também menciona as orientações dadas pelos PCN, no sentido de contextualizar o ensino de Física, visando à formação para a cidadania. No que diz respeito ao uso de aparelhos elétricos no ensino de Física, este projeto realizou um levantamento da potência dos aparelhos usados na escola (lâmpadas, microfones, aparelhos de ar condicionado...) assim como do tempo de uso. Os dados foram coletados, analisados e discutidos com a participação dos estudantes que, ao fim, sugeriram formas para evitar excessos no consumo de energia elétrica.

Ao utilizar esquemas conceituais como instrumento de ensino, de aprendizagem e de avaliação em eletrodinâmica no ensino médio, Müller (2014) busca inovar e melhorar as aulas de Física. Nesta proposta, esquemas conceituais são uma flexibilização dos Mapas Conceituais de Novak. A diferença está em que os esquemas são mais flexíveis e permitem a inclusão de elementos diferentes dos previstos na Teoria de Novak. Neste sentido, apesar de não mencionado por Müller (2014), os esquemas conceituais se aproximam dos Mapas Mentais. Moreira (2012c) esclarece a diferença entre mapas mentais e conceituais ao colocar que:

Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente. (MOREIRA, 2012c)

Ainda sobre Mapas Conceituais, Moreira (2013) coloca que “Também não devem ser tomados como equivalentes a outros tipos de mapas como, por exemplo, mapas mentais (Buzan e Buzan, 2000) cuja principal função é criar uma associação de ideias.” (MOREIRA, 2013)

A autora destaca a relevância de se usar mapas conceituais, ou ainda esquemas conceituais, pois:

[...] ao confeccionar um mapa conceitual, o aprendiz está representando externamente, ainda que parcialmente, sua estrutura cognitiva conceitual. Através dele, o aluno faz a relação entre os conceitos potencialmente significativos, para ele, referentes ao tema em estudo. (MÜLLER, 2014)

Chamando a atenção para a importância da literatura no processo de aprendizagem de conceitos científicos, Rosa, Rosa e Leonel (2015) propõem a utilização de contos. Especificamente elaborado para esta proposta, o conto *Tratamento de choque: um raio no campo de futebol* é apresentado como material potencialmente significativo no ensino de Física, Biologia, Química e Matemática. As personagens estabelecem diálogos sobre conceitos de eletricidade e situações do cotidiano e o fato fortuito da queda de um relâmpago num campo de futebol funciona como situação-problema em torno da qual o conto se desenvolve.

Os autores defendem a tese de que a narração científica, apoiada na Teoria da Aprendizagem Significativa e aplicada a partir de metodologia própria, possibilita a compreensão dos conceitos científicos e a relação estabelecida entre estes e o cotidiano dos estudantes. (ROSA, ROSA e LEONEL, 2015)

Ao defenderem que os contos podem ser usados como organizadores prévios, os autores chamam a atenção para uma característica em especial: o material usado para este fim deve conter os conceitos previamente identificados na estrutura cognitiva dos estudantes, para que os aprendizes percebam a relação entre eles e os novos conhecimentos. Antes de elaborar um material com esta característica, é necessário considerar o conhecimento presente na estrutura cognitiva dos estudantes. (ROSA, ROSA e LEONEL, 2015)

3.1.3 Categoria 3: Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e o ensino de eletrodinâmica

Para Lopes (2014) a Física é “[...] uma ciência fundamental para desenvolvimento tecnológico de um país [...]” e apesar de diversas políticas públicas empregadas para promover o desenvolvimento científico-tecnológico, o resultado de programas de avaliação do Ensino Básico “[...] justificam a necessidade de iniciativas que proponham mudanças para a melhoria do ensino nas escolas públicas.” (LOPES, 2014)

A iniciativa de Lopes (2014) para realizar esta mudança se apresenta sob a forma de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre os conceitos de eletricidade e suas aplicações tecnológicas.

O funcionamento de alguns aparelhos elétricos é usado na proposta de Lopes (2014) para evidenciar conhecimentos prévios, para estimular o debate em torno dos conceitos a serem trabalhados e ainda para apresentar inovações tecnológicas. Participam desta proposta o chuveiro elétrico, lâmpadas, TVs, celulares, entre outros. Lopes (2014) propõe que o funcionamento dos aparelhos seja abordado por meio de vídeos e textos, estabelecendo-se relações com as aplicações tecnológicas.

Inspirado nas dificuldades apresentadas pelos estudantes no aprendizado de circuitos elétricos, Barros (2015) abordou os conceitos de corrente elétrica, tensão, resistência elétrica, energia e potência elétrica em uma proposta didática orientada pela Teoria da Aprendizagem de Ausubel e pela Teoria de Ensino de Bruner. Sua dissertação, “[...] investigou os resultados da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa no Ensino Médio em busca de evidências de aprendizagem significativa sobre conceitos da eletrodinâmica.” (BARROS, 2015)

Dentre as atividades propostas por Barros (2015) algumas envolviam aparelhos elétricos como: preenchimento de uma tabela com os dados de alguns eletrodomésticos para calcular a energia elétrica que estes consumiam por dia; observação de experimento demonstrativo com lâmpadas associadas em série e em paralelo, evidenciando as características de cada tipo de associação e ainda, distribuição de chuveiros para que, organizados em grupos, os estudantes os investigassem e pudessem responder a perguntas relativas ao seu funcionamento.

Pantoja (2015) faz uma profunda análise de:

[...] três estudos sobre Unidades de Ensino Potencialmente Significativas aplicadas ao Eletromagnetismo, propostas por Moreira (2011), tendo como corpo estruturante as equações de Maxwell. (PANTOJA, 2015)

Pantoja (2015) inclui nos três estudos uma abordagem relativa à teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e à teoria cognitiva dos Modelos Mentais de Johnson-Laird ao propor um campo conceitual para o conceito de campo eletromagnético e ao reconhecer a importância do domínio de classes de situações, da construção de Modelos Mentais e de Esquemas de Assimilação no processo de aprendizagem.

Os estudos de Pantoja (2015) envolveram ministrar a disciplina Física III através da aplicação de algumas UEPS (três no primeiro estudo e quatro em cada um dos outros dois estudos) o que totalizou a análise de 11 UEPS em três semestres de aplicação.

Apesar de desenvolverem conceitos mais complexos do que os abordados desta proposta, os estudos de Pantoja (2015) trazem atividades pontuais com aparelhos elétricos, buscando a contextualização do ensino a partir do cotidiano dos estudantes. Um exemplo disso é a abordagem do conceito de dipolo elétrico em uma discussão sobre o aquecimento de alimentos no forno de micro-ondas e problematizações envolvendo o desfibrilador cardíaco e a cadeira elétrica, e ainda perguntas motivadoras em torno do funcionamento de motores elétricos e lâmpadas e também do rabo quente. Cabe ressaltar que estas questões são colocadas em nível bem introdutório, dando em seguida espaço para discussões mais profundas em torno dos aspectos das equações de Maxwell. Além disso, a aplicação de cada UEPS traz exemplos de atividades que podem ser aplicadas para se atingir os objetivos propostos por Moreira (2011b). Com exemplos, temos a investigação dos conhecimentos prévios por meio de mapas conceituais, a proposição de situações-problema, analogias, resolução de problemas “lápiz-e-papel”, registro de discussões com os estudantes, entre outras estratégias.

Finalizando a análise de propostas sob a forma de Unidades de Ensino Potencialmente significativas, foi incluído trabalho de Hilger e Griebeller (2013) que aborda conceitos de Física Quântica (quantização, incerteza, estado, superposição de estados). Apesar de trabalhar conceitos diferentes dos apresentados nos cursos de eletrodinâmica, esta proposta se destaca por trazer em sua metodologia, opções para o levantamento de evidências de aprendizagem significativa ao longo da aplicação da UEPS, destacando a importância das anotações do professor, dos comentários dos estudantes e da comparação entre mapas conceituais. Desta forma, são apresentados indicadores de aprendizagem significativa considerando: (HILGER e GRIEBELER, 2013)

- as anotações feitas pelo professor ao longo da aplicação da proposta;
- os mapas conceituais elaborados pelos estudantes (Presença/ausência/modificação de algumas ideias ao comparar os mapas mentais realizados no início da intervenção com os realizados após

apresentação do conteúdo de Física Quântica. Essas relações foram analisadas qualitativamente) e

- os comentários feitos pelos estudantes a respeito da atividade.

4 METODOLOGIA

4.1 Metodologia de pesquisa

Nesta pesquisa optou-se por uma metodologia que envolvesse o levantamento de conhecimentos prévios, o uso de materiais potencialmente significativos e a busca de evidências da ocorrência de aprendizagem significativa. Para isso, a pesquisa contou com a participação efetiva do pesquisador junto à população pesquisada, buscando esclarecer o processo de ensino estudado, descrevendo suas características e estabelecendo conexão entre as variáveis conforme orientações do referencial teórico adotado. Os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa e quantitativa.

4.2 Contextualização

A proposta de ensino foi aplicada entre os meses de setembro e novembro de 2015 no Centro Educacional 02 de Sobradinho, uma escola pública localizada numa cidade satélite de Brasília-DF. A escola oferece aulas nos três turnos, abrangendo as seguintes etapas e modalidades de ensino: ensino médio, ensino fundamental (anos finais), educação inclusiva, educação de jovens e adultos, educação especial e educação integral. Trata-se escola com 18 salas de aula, um laboratório de informática, um laboratório de ciências, uma biblioteca e uma sala de vídeo.

A aplicação ocorreu em sete turmas do terceiro ano do ensino médio (turno matutino). Em cada turma estavam matriculados cerca de quarenta estudantes, dos quais no máximo sete eram infrequentes. As atividades aplicadas foram realizadas apenas pelos estudantes presentes (o percentual de frequência dos estudantes em cada atividade da sequência didática é apresentado e discutido no capítulo 5). O professor responsável pelas turmas participou de todas as aulas como ouvinte. A aplicação ocorreu sem problemas de afinidade, pois o professor pesquisador havia trabalhado regularmente com os estudantes no ano anterior, ministrando aulas de Física para as segundas séries do ensino médio.

Cada sala de aula dispunha de duas lousas, uma para uso com pincel e outra com giz, um ventilador, carteiras modelo universitário, além de uma mesa e uma cadeira para o professor.

O laboratório de informática disponibilizava para os estudantes vinte e três computadores com acesso à internet. Além disso, os professores tinham acesso à internet *wi-fi* e três *datashows* que podiam ser deslocados até a sala de aula.

4.3 Elaboração do material utilizado na pesquisa

A sequência didática contou com três sondagens. A Sondagem Inicial (subseção 6.3.1.1) buscou evidenciar os conhecimentos prévios dos estudantes. As outras duas sondagens intituladas Sondagem Final e Sondagem Adicional (subseção 6.3.6.1) tinham como objetivo verificar indícios de aprendizagem significativa. Também foi realizada uma Pesquisa de Opinião (subseção 6.3.7.1) para levantar a impressão dos estudantes sobre a metodologia adotada. As sondagens foram elaboradas e aplicadas através de formulários *Google Forms*⁷ e continham questões relacionadas aos conceitos alvo desta pesquisa. A Pesquisa de Opinião também foi realizada com o auxílio desta ferramenta. Estas sondagens foram realizadas no laboratório de informática, exceto no dia em que este laboratório não estava disponível. Exclusivamente neste dia, o sinal de *internet* foi disponibilizado para que os estudantes realizassem as atividades (Sondagem Adicional e a Pesquisa de Opinião) com o auxílio dos próprios *smartphones* (na medida em que iam terminando estas atividades, os estudantes emprestavam os aparelhos para aqueles que não possuíam tais dispositivos).

No mesmo encontro em que ocorreram as sondagens Inicial e Final, os estudantes foram encaminhados para a sala de aula onde elaboraram mapas conceituais. O funcionamento do chuveiro elétrico foi sugerido como tema para a elaboração dos mapas. Apesar de o conceito chuveiro elétrico ser mais específico que os conceitos potência, corrente elétrica, diferença de potencial e efeito Joule, ele compôs o tema, pois a proposta de ensino foi construída em torno dele. Ele serviu de inspiração para as situações-problema, motivando o aprendizado dos novos conceitos.

Foram elaboradas apresentações de *slides* para orientar a maior parte dos encontros e roteiros impressos que guiaram as atividades realizadas pelos estudantes.

⁷ Google Forms é uma das ferramentas disponibilizadas pelo Google, especificamente pelo Google Docs capaz de facilitar a tarefa do professor, tornando-o capaz de ouvir a “voz do aluno” online, organizando suas opiniões em tabelas e gráficos estatísticos. (HEIDEMANN, OLIVEIRA e VEIT, 2010)

Os slides foram preparados considerando as informações previamente apresentadas pelos alunos nas sondagens e nos mapas como, por exemplo, a preocupação com o consumo de energia elétrica. Além disso, a abordagem do conteúdo considerava a possibilidade de participação dos estudantes em debates sobre o tema. Desta forma, as apresentações de slides se diferenciam das atividades tidas como tradicionais, pois não tinham como formato a narrativa do professor e a aprendizagem mecânica dos estudantes.

Ainda no âmbito desta pesquisa, foi desenvolvido um *kit* de laboratório elaborado para simular o funcionamento do resistor de um chuveiro elétrico. O *kit* foi montado previamente pelo professor e a subseção 6.3.4.1 traz um guia com orientações para sua montagem e utilização.

Ao fim da pesquisa, foi proposto um concurso para avaliar a redução no consumo de energia elétrica residencial. O concurso consistiu em comparar o número de kWh consumidos no mês de novembro de 2015 com a média de consumo anual (novembro de 2014 a outubro de 2015). Estas informações estão disponíveis na fatura fornecida pela Companhia Energética de Brasília (CEB). O folder informativo e o edital que orientou o concurso estão disponíveis nos apêndices B e C. A inscrição e a classificação dos estudantes no concurso foram feitas através da internet, utilizando o formulário *Google Forms* disponível no apêndice D. Um grupo formado por sete estudantes voluntários ficou responsável por divulgar o concurso através de um esquete. Eles visitaram todas as turmas de terceiro ano juntamente com o professor que, ao fim da apresentação, tomou a palavra e fez orientações gerais sobre o concurso, entregando o edital e o folder de divulgação para o estudante representante de cada turma. Para complementar a orientação e motivar a participação, cada estudante recebeu a versão impressa da cartilha da ANEEL “Use a energia com inteligência” (ANEEL, 2013).

Cabe ressaltar que as atividades utilizadas nesta sequência didática foram elaboradas durante a aplicação, atendendo às necessidades que surgiram ao longo do processo.

4.4 Atividades desenvolvidas

As atividades desta pesquisa tiveram como modelo as orientações propostas por Moreira (2011b) para a elaboração de uma UEPS. A sequência didática foi dividida em

sete encontros, cada encontro composto por duas aulas de cinquenta minutos. Ao longo destes encontros buscou-se identificar conceitos subsunçores por meio da Sondagem Inicial e da análise dos Mapas Conceituais Iniciais para, em seguida, usá-los para ancorar os novos conceitos à estrutura cognitiva dos aprendizes. Também foram levadas em consideração a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora no planejamento das atividades. Durante o processo, o pesquisador permaneceu atento às evidências de aprendizagem significativa, observando a participação dos estudantes durante o processo, comparando os mapas conceituais elaborados no início e no fim da pesquisa e as respostas fornecidas pelos estudantes às sondagens realizadas. O áudio dos encontros foi registrado, compondo material para consultas posteriores.

A aplicação foi dividida em cinco etapas:

1. levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema eletricidade (especificamente sobre instalação elétrica residencial e funcionamento do chuveiro elétrico);
2. abordagem dos temas relacionados ao uso consciente de energia elétrica no contexto residencial⁸;
3. apresentação e discussão dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule;
4. relacionamento dos conceitos abordados ao funcionamento de um chuveiro elétrico;
5. coleta de dados através de sondagens, para avaliar o desempenho dos estudantes.

Os dados obtidos foram úteis para avaliar a UEPS, identificando os resultados da aplicação.

Os sete encontros da sequência serão descritos a seguir:

Primeiro encontro - Sondagem Inicial, elaboração de mapas conceituais e proposição de atividade de pesquisa extraclasse.

⁸ Uso ou consumo consciente de energia elétrica: adoção de hábitos de consumo de eletricidade que visem evitar o desperdício. As empresas concessionárias que atuam no setor energético e a ANEEL realizam campanhas educativas nas quais disponibilizam material educativo, difundindo tais hábitos. Além disso, as tarifas diferenciadas também têm o objetivo de estimular estes hábitos.

Antes da aplicação da Sondagem Inicial, os estudantes foram informados que participariam de uma pesquisa. Foi esclarecido que se tratava de uma pesquisa para o trabalho de mestrado do professor e que conceitos básicos de eletricidade seriam abordados nas próximas aulas.

Neste encontro os estudantes realizaram duas atividades (uma hora-aula para cada uma): responderam à Sondagem Inicial e elaboraram um mapa conceitual. A Sondagem Inicial encontra-se na subseção 6.3.1.1.

A elaboração dos mapas conceituais seguiu as etapas:

- Apresentação dos quatro primeiros *slides* que se encontram na subseção 6.3.1.2.
- Elaboração, pelo professor, de um mapa conceitual na lousa. O tema, os conceitos e proposições foram sugeridos pelos estudantes.
- Apresentação dos demais *slides* (subseção 6.3.1.2) e solicitação de elaboração individual de um mapa conceitual em torno do tema “chuveiro elétrico”.

No fim deste encontro, com o objetivo de chamar a atenção dos estudantes para os conteúdos que seriam abordados, o professor solicitou que os estudantes formassem grupos com no máximo seis estudantes para realizarem uma pesquisa em casa (subseção 6.3.1.3). Os resultados da pesquisa deveriam ser apresentados para a turma na aula seguinte. A pesquisa consistiria em:

- anotar os valores de diferença de potencial (ddp), potência e corrente elétrica de um eletrodoméstico à escolha do grupo;
- pesquisar o significado dos conceitos de diferença de potencial, potência, corrente elétrica e efeito Joule usando a internet e o livro didático;
- elaborar um dicionário de conceitos, trazendo o significado físico dos quatro conceitos pesquisados.

Na apresentação, eles informariam para a turma o valor da potência, da voltagem e da corrente elétrica associada ao eletrodoméstico escolhido. Deveriam também usar os conceitos presentes no dicionário para explicar, de forma bem geral, o funcionamento do aparelho escolhido pelo grupo.

Além desta atividade, os estudantes deveriam preencher em casa um formulário *online* informando as características do chuveiro elétrico usado em suas residências. O formulário encontra-se no apêndice A.

Segundo encontro – apresentação dos grupos e proposição da primeira situação-problema.

Os grupos apresentaram os resultados da pesquisa, informando para a turma as características do eletrodoméstico escolhido. Os estudantes puderam consultar o dicionário de conceitos durante a apresentação e o professor os auxiliou, fazendo intervenções sempre que necessário. Apesar do bom andamento da atividade, alguns alunos participaram parcialmente da apresentação, sugerindo baixo envolvimento destes na coleta de dados e elaboração do dicionário. De forma geral, foi percebido baixo engajamento de alguns estudantes na realização de tarefas extraclasse. Devido a isso, optou-se por realizar a maior parte das atividades em sala de aula.

Em seguida, procedeu-se à apresentação dos *slides* disponíveis na subseção 6.3.2.1. Os conhecimentos prévios dos estudantes foram considerados nesta apresentação, que abordou os seguintes tópicos:

- Esclarecimentos quanto às formas de uso da energia elétrica nas residências do país (refrigeração, aquecimento da água, iluminação, etc.).
- Impacto destas formas de uso sobre a curva de demanda, ou seja, sobre a quantidade de energia elétrica consumida longo do dia.
- Esclarecimentos quanto ao Sistema de Bandeiras Tarifárias vigente no Brasil. Este sistema se encarrega de repassar para os consumidores os custos da utilização alternativa de termelétricas.
- Apresentação dos reajustes que incidiram sobre a tarifa de energia elétrica em Brasília-DF no ano de 2015.

Após a explicação, os estudantes formaram grupos com no máximo seis estudantes para debater sobre a seguinte situação-problema: Como devemos usar os aparelhos elétricos de maneira a reduzir o consumo de energia elétrica?

A discussão se limitou à utilização dos aparelhos incluídos nas categorias refrigeração, aquecimento de água e iluminação. Os estudantes escolheram então a categoria que possibilitasse economizar mais energia apenas através do uso consciente. Depois disso e considerando a categoria escolhida, os estudantes elegeram o aparelho que consumia mais energia. Por fim, cada grupo apresentou o resultado da para a turma, gerando um debate que buscou eleger as melhores alternativas para economizar energia elétrica em casa. Este debate foi bastante proveitoso, pois levou os grupos a competir em busca de alternativas, tornando a atividade prazerosa.

Terceiro encontro – Apresentação de conceitos básicos de eletrodinâmica e proposição da segunda situação-problema.

Neste encontro, os *slides* da subseção 6.3.3.1 foram usados para apresentar conceitos. A apresentação partiu da observação cotidiana, macroscópica, buscando em seguida dar justificativas microscópicas para os fenômenos observados. Foram abordados os tópicos: condutores e isolantes, ligação metálica, corrente elétrica, diferença de potencial, efeito Joule e potência.

Neste encontro também foram apresentadas duas simulações *PhET*⁹ que evidenciavam a relação entre o efeito Joule, a corrente elétrica e a ddp. Foi observado que a elevação da ddp ocasionava um aumento da corrente elétrica e conseqüentemente intensificava o efeito Joule. O objetivo era oferecer um modelo para a compreensão das causas e efeitos da passagem da corrente elétrica através dos sólidos.

Ao fim, os estudantes calcularam a corrente elétrica, o consumo e o custo da energia elétrica consumida mensalmente em duas situações:

- 1 - chuveiro com potência fixa e escolha do tempo de uso.
- 2 – chuveiro com potência à escolha do grupo e tempo de uso fixo.

O professor auxiliou os estudantes nesta etapa, que foi realizada para evidenciar que tanto a potência do chuveiro quanto o seu tempo de uso influenciam no consumo e no valor pago pela energia consumida. Também foi possível refletir sobre a influência

⁹ “PhET é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área e ensino de ciências (<http://phet.colorado.edu>) e as disponibiliza em seu portal para serem usadas *on-line* ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos.” (ARANTES, MIRANDA e STUDART, 2010)

do chuveiro no consumo de energia residencial, através de uma análise percentual. Esta atividade está disponível na subseção 6.3.3.2.

Quarto encontro – Realização da atividade experimental.

Este encontro ocorreu no laboratório de ciências da escola. O objetivo foi apresentar as características relacionadas à resistência elétrica de um corpo, além de ampliar a compreensão quanto ao funcionamento do resistor do chuveiro elétrico. As subseções 6.3.4.1 e 6.3.4.2 trazem orientações para montagem do *kit* experimental e o roteiro distribuído para os grupos, respectivamente.

O encontro foi dividido em três etapas:

Primeira etapa

Houve uma breve discussão sobre as características de um corpo que influenciam em sua resistência elétrica, vinculando tais características ao resistor do chuveiro elétrico e fazendo uso dos conceitos já trabalhados (potência, ddp, corrente elétrica e efeito Joule).

Com a participação dos estudantes, a relação conhecida como Segunda Lei de Ohm foi escrita na lousa como resultado da discussão. A turma, como auxílio do professor, indicou as relações de proporcionalidade existentes entre a resistência elétrica apresentada por um corpo e as seguintes grandezas:

- comprimento do corpo e resistividade do material (proporcionalidade direta);
- área de secção transversal (proporcionalidade inversa).

Segunda etapa

O professor esclareceu como a atividade seria realizada, ressaltando aspectos relevantes do experimento, tais como:

- Os três resistores usados são os mesmos usados nos chuveiros elétricos simples.
- Os fios usados são de 2,5 mm².

- Os conectores foram projetados para trabalhar com correntes de até 10 A.
- Partindo de um dos terminais da tomada e seguindo o fio é possível perceber o tipo de associação feita entre os resistores. Considerando ainda os terminais neutro e fase é possível levar os estudantes a refletir sobre o movimento dos elétrons no interior dos fios, considerando a variação da diferença de potencial com o tempo (diferença de potencial alternada – frequência de 60 Hz).

Ao fim desta etapa, o professor os auxiliou no preenchimento da primeira parte do roteiro experimental.

O roteiro experimental foi subdividido, buscando aumentar gradualmente o nível de abstração em torno da atividade que estava sendo desenvolvida.

Durante a atividade, a turma foi separada em seis grupos e cada grupo com no máximo seis estudantes. Três grupos se concentraram em analisar o infográfico presente na terceira parte do Roteiro Experimental (subseção 6.3.4.2) (calorimetria - relação entre o calor específico, a massa, a variação de temperatura da água com a quantidade de energia recebida sob a forma de calor), enquanto os outros três realizavam a atividade experimental descrita a seguir.

Atividade dos estudantes:

- Os três grupos usaram a mesma seleção de funcionamento nos três resistores (inverno ou verão) e os associaram em série. Isso garantiu que os três resistores apresentassem a mesma resistência elétrica ao serem associados.
- Colocaram 250 ml de água no interior da garrafa pet.
- Mediram a temperatura inicial da água usando o termômetro.
- Observaram a associação ser ligada pelo professor à rede elétrica (220 V).
- Com o cronômetro do celular, mediram o tempo de aquecimento da água.
- Agitaram a garrafa com três movimentos circulares, atenuando o gradiente de temperatura gerado pelas correntes de convecção, e mediram a temperatura final da água.

Em seguida, os três grupos que haviam realizado o experimento cederam espaço para os demais estudantes pudessem realizar a atividade experimental. Enquanto a atividade experimental era realizada, os que cederam espaço se empenharam em

entender o infográfico presente no roteiro experimental (subseção 6.3.4.2) que apresentava a relação entre a energia recebida pela água e o aquecimento gerado.

Após a realização do experimento, os estudantes realizaram as etapas três e quatro do roteiro. O professor fez intervenções pontuais (para um grupo específico) ou gerais (para toda a turma), esclarecendo os conceitos envolvidos.

Nas etapas três e quatro os estudantes realizaram as seguintes atividades:

- Calcularam o valor da energia térmica recebida pela água.
- Calcularam a potência e a corrente elétrica envolvida no experimento.

Terceira etapa

Os resultados obtidos foram confrontados com as características de um chuveiro elétrico simples numa discussão orientada pelas seguintes questões:

- “A potência obtida nesta atividade foi maior, menor ou igual à de um chuveiro simples?”.

- “Por que a potência e a corrente elétrica não foram iguais às desenvolvidas por um chuveiro ligado em 220 V?”.

- “A resistência do circuito elétrico montado, ou seja, a resistência equivalente da associação é maior, menor ou igual à de um chuveiro?”.

Ao fim, o professor reservou alguns minutos para que os estudantes se expressassem oralmente em relação à atividade que havia sido feita.

Quinto encontro – Reconciliação dos conceitos através da análise do mecanismo de funcionamento de um chuveiro elétrico simples.

Neste encontro foram retomadas as atividades realizadas ao longo da sequência. Os slides disponíveis na subseção 6.3.5.1 orientaram todo o encontro.

A subseção 6.3.5.1 contém *slides* que apresentam:

- Comentários sobre seis questões da Sondagem Inicial.

- Três atividades feitas pelos estudantes em grupo no segundo, terceiro e quarto encontro.
- Fotos das partes do chuveiro, destacando aquelas que eram alvo da discussão (chave de seleção, resistor e conexões elétricas).

Além dos *slides*, um chuveiro elétrico simples foi desmontado e alguns aspectos foram observados pelos estudantes. Os seguintes aspectos foram enfatizados:

- A posição do fio terra.
- O funcionamento da chave seletora.
- As conexões do resistor.
- O mecanismo de funcionamento do diafragma.

As respostas dadas pelos estudantes para questões da Sondagem Inicial que envolviam o fio terra foram usadas para esclarecer em que partes do chuveiro ele é encontrado, como ele participa da instalação elétrica residencial e qual a sua função.

A chave de seleção foi usada para explorar a diferença entre materiais condutores e isolantes, e também para mostrar as partes do resistor que sofrem aquecimento efetivo quando se alterna entre as funções inverno e verão, ressaltando a diferença de intensidade do efeito Joule. O mecanismo que liga e desliga o chuveiro, usando a pressão da água para funcionar, também foi explorado e os estudantes puderam perceber por que o chuveiro só funciona (aquece a água) quando o registro é aberto. Eles notaram que a água pressiona o diafragma que, ao se deslocar, conecta o resistor do chuveiro aos terminais neutro e fase da rede elétrica.

Sexto encontro - Sondagem Final e elaboração de mapas conceituais.

A sequência de atividades deste encontro foi semelhante à do primeiro encontro. Os estudantes foram levados ao laboratório de informática onde foi feita a Sondagem Final (subseção 6.3.6.1). Eles preencheram um formulário digital *online* estilo *Google Forms* e, em seguida, foram levados para a sala de aula onde houve uma nova orientação quanto à elaboração de mapas conceituais (subseção 6.3.6.2). Depois da orientação, o professor solicitou que realizassem um novo mapa conceitual envolvendo

o funcionamento do chuveiro elétrico e os conceitos de diferença de potencial, corrente elétrica, potência e efeito Joule.

Sétimo encontro - Sondagem Adicional, Pesquisa de Opinião, levantamento das causas dos resultados obtidos e correção das falhas observadas – avaliação da UEPS.

Este foi o último encontro da sequência. Uma nova sondagem (Sondagem Adicional) foi necessária para fornecer mais dados para a pesquisa, principalmente quanto à retenção dos conceitos e à opinião dos estudantes sobre a sequência. Eles responderam questões de múltipla escolha associadas exclusivamente aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule (subseção 6.3.6.1 - questões de 16 a 19).

Em seguida foi feita uma Pesquisa de Opinião buscando evidenciar o grau de satisfação com as atividades realizadas (subseção 6.3.7.1).

Os dados da Sondagem Adicional e da Pesquisa de Opinião foram colhidos com o auxílio de formulários *online Google Forms*.

Por fim, eles se expressaram em relação à sequência didática em um debate que visou levantar opiniões sobre os resultados obtidos. Nesta oportunidade o professor apresentou os erros conceituais observados e os corrigiu. A turma colaborou participando da correção.

Os estudantes falaram sobre o envolvimento deles nas atividades e destacaram a influência do projeto sobre a predisposição em aprender apresentada por eles.

Quando questionados quanto às razões para os erros observados na resolução das sondagens Final e Adicional, eles mencionaram que as atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática eram suficientes para responder às questões propostas e que a falta de envolvimento de alguns estudantes com o projeto pode ter sido a causa dos erros.

O produto educacional elaborado neste trabalho (capítulo 6) traz, na seção 6.2, uma proposta de UEPS apresentada segundo os parâmetros propostos por Moreira (2011b).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao longo da aplicação do projeto serão discutidos neste capítulo, considerando as sondagens Inicial, Final e Adicional e os mapas conceituais elaborados no início e no fim da aplicação, aqui identificados como Mapa Conceitual Inicial e Mapa Conceitual Final. Após a realização destas atividades, foi feita uma Pesquisa de Opinião para saber a impressão dos estudantes sobre a sequência didática proposta. As análises foram feitas de forma qualitativa e buscaram evidências de Aprendizagem Significativa.

Durante a aplicação, o projeto precisou ser suspenso por algumas semanas devido à greve de 29 dias pela qual passaram as Escolas Públicas do Distrito Federal¹⁰. As atividades que sofreram maior influência foram a Sondagem Final e a elaboração dos Mapas Conceituais Finais. O percentual de frequência dos estudantes em cada atividade é apresentado no gráfico 5.1.

Houve tentativas de manter a aplicação do projeto durante o período de greve para que os prazos estabelecidos fossem mantidos e para evitar rupturas na aplicação da sequência. Ainda assim, o baixo índice de frequência dos estudantes em algumas atividades levou à suspensão temporária da aplicação.

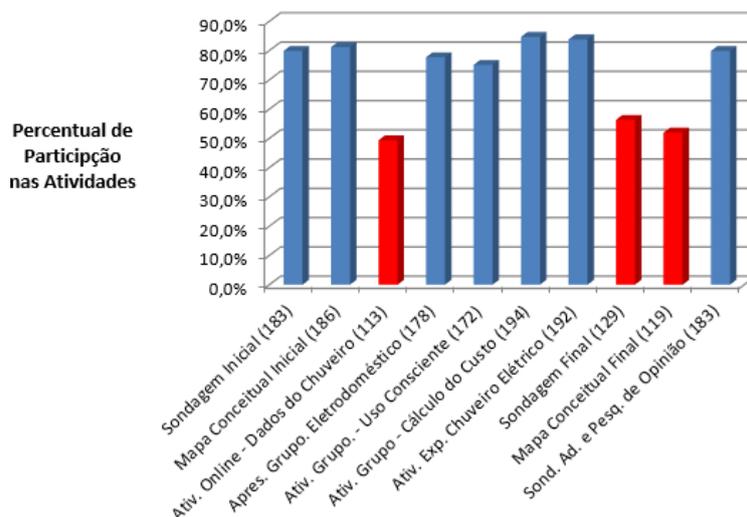


Gráfico 5.1 – Percentual de participação dos estudantes nas das atividades desenvolvidas acompanhado do número de participantes em cada etapa.

¹⁰ Professores do Distrito Federal encerram greve, disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-11/professores-no-distrito-federal-encerram-greve>>, acesso em: 08 jun. 2016.

Como exemplo de tentativa de manter a aplicação do projeto durante os períodos mais conturbados está a mobilização das turmas através de aplicativo de mensagens instantâneas para *smartphones* (*WhatsApp*). O professor formou um grupo com os estudantes representantes de turma a partir deste aplicativo. Cada representante se comunicava com os demais alunos da turma através de um segundo grupo no mesmo aplicativo e repassava as mensagens recebidas pelo professor, informando sobre a necessidade de comparecer à escola para realizar as atividades do projeto. Desta forma era possível prever a frequência dos estudantes e, dependendo do quórum, confirmar ou adiar as atividades.

A atividade *online* denominada Dados do Chuveiro também apresentou baixo índice de participação, mas isso não ocorreu em função da greve. Os estudantes deveriam anotar os dados do chuveiro elétrico usado por eles em suas casas e preencher um formulário *Google Forms* (Apêndice A). Apesar da simplicidade da atividade (coleta e transcrição de dados) e do formulário ter permanecido *online* por mais de 30 dias, a participação dos estudantes foi baixa. Eles apontaram o esquecimento como justificativa.

A respeito da aplicação da sequência didática é importante destacar que o projeto não contou com recursos de memorização pela repetição literal e arbitrária de significados. Buscou-se desenvolver as atividades visando à Aprendizagem Significativa, mantendo o foco nas situações-problemas e nos debates gerados em torno delas. Os conceitos e os respectivos significados foram apresentados e usados sempre que necessário para entendimento das atividades realizadas. O professor não sugeriu que os conteúdos fossem estudados em casa e o dia das sondagens Final e Adicional não foi informado com antecedência. Isso foi feito para evitar a memorização de respostas prontas.

5.1 Comparação dos Resultados da Sondagem Inicial e Final

As subseções 6.3.1.1 e 6.3.6.1 trazem as questões usadas nas Sondagens Inicial e Final, respectivamente. A Sondagem Inicial teve como objetivo identificar os subsunçores relacionados ao funcionamento do chuveiro elétrico e à instalação elétrica residencial. A Sondagem Final procurou evidenciar possíveis modificações na estrutura cognitiva dos estudantes quanto ao funcionamento do chuveiro elétrico, e também

quanto aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule e procurou ainda, observar mudanças de comportamento que indicassem evidências de uso consciente do chuveiro elétrico. A Sondagem Final foi realizada cerca de dois meses após a aplicação da Sondagem Inicial.

Nesta sessão, os resultados obtidos através das sondagens serão apresentados por meio de gráficos e comparados a fim de levantar indícios de aprendizagem significativa e avaliar o progresso dos estudantes.

A primeira questão a ser analisada (figura 5.1) estava presente na Sondagem Inicial e Final e buscou verificar os conhecimentos dos estudantes ao comparar a potência elétrica dos seguintes eletrodomésticos: chuveiro elétrico, TV, geladeira, ar condicionado e ferro de passar. Os estudantes deveriam indicar o aparelho com maior potência elétrica (com maior consumo de energia elétrica por tempo).

Figura 5.1 - Sondagem Inicial/final – captura de tela da primeira questão – potência elétrica dos aparelhos.

Considere que os aparelhos listados abaixo permaneçam ligados durante o mesmo intervalo de tempo (20 minutos, por exemplo). Qual deles consome mais energia elétrica?*

- chuveiro elétrico
- TV
- ferro de passar
- geladeira
- ar condicionado

O gráfico 5.2 indica que 73% dos estudantes já tinham noção da elevada potência elétrica do chuveiro quando comparada com a de outros aparelhos elétricos.

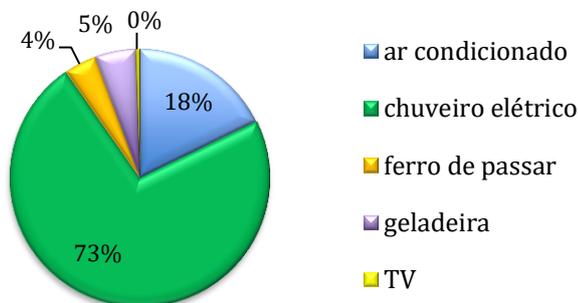


Gráfico 5.2 - Sondagem Inicial - Aparelho com maior potência, segundo a opinião dos estudantes.

A Sondagem Final, de acordo com o gráfico 5.3, apresentou aumento de 19% no percentual de estudantes que assinalaram o chuveiro elétrico como resposta à questão.

Além disso, o ar condicionado que apareceu na Sondagem Inicial como a escolha de 18% dos estudantes, na Sondagem Final passou a representar apenas 5% das respostas.

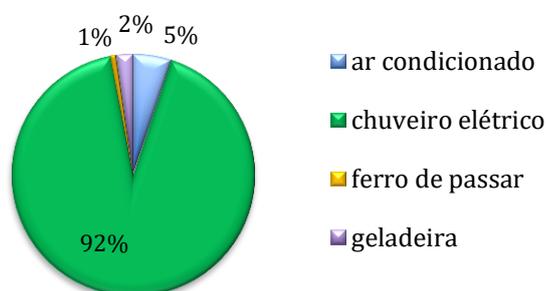


Gráfico 5.3 - Sondagem Final - Aparelho com maior potência, segundo a opinião dos estudantes.

A seguir serão analisadas as seguintes questões:

I) Você desliga o chuveiro para se ensaboar ou lavar os cabelos?

II) Houve mudança na forma como você usa o chuveiro?

A primeira questão foi apresentada na Sondagem Inicial e buscou levantar o perfil de utilização do chuveiro pelos estudantes. As respostas (gráfico 5.4) foram mencionadas em discussões posteriores sobre o uso consciente de energia elétrica. A segunda questão buscou constatar possíveis mudanças no perfil de utilização do chuveiro elétrico ao fim da sequência didática (gráfico 5.5).

Os dados apresentados no gráfico 5.4 indicam que 54% dos estudantes não desligavam o chuveiro para se ensaboar ou lavar os cabelos. Isso motivou intervenções ao longo da aplicação do projeto que os levassem a refletir sobre as consequências deste comportamento como, por exemplo, o desperdício de energia e a elevação do valor da conta de luz.

Você desliga o chuveiro para se ensaboar ou lavar os cabelos?

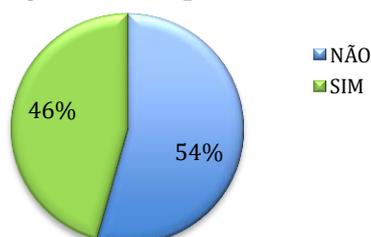


Gráfico 5.4 - Sondagem Inicial (respostas) – levantamento do perfil de utilização do chuveiro elétrico.

Na Sondagem Final, de acordo com o gráfico 5.5, 87% dos estudantes mencionaram que a preocupação com a energia consumida os levou a mudar a forma de usar o chuveiro.

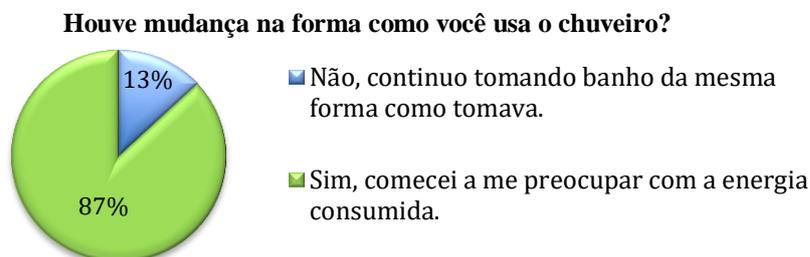


Gráfico 5. 5 - Sondagem Final (respostas) – Levantamento de mudanças no perfil de uso do chuveiro elétrico.

Na Sondagem Final foi solicitado aos estudantes que marcassem em uma lista as mudanças ocasionadas pela preocupação com a energia consumida (figura 5.2).

Figura 5.2 - Sondagem Final - captura de tela da questão sobre mudança no perfil de uso do chuveiro elétrico.

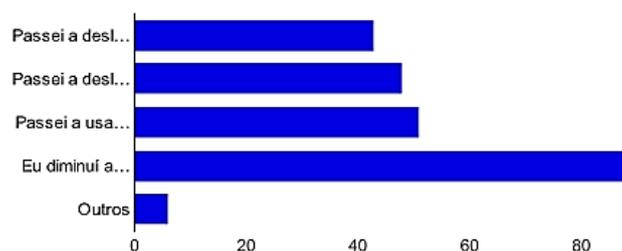
Caso tenha ocorrido, que mudanças você poderia citar?

É possível escolher mais de uma resposta.

- Passei a desligar o chuveiro para me ensaboar.
- Passei a desligar o chuveiro para lavar os cabelos.
- Passei a usar o chuveiro na opção verão.
- Eu diminuí a duração do banho.
- Outros:

As respostas dos estudantes são apresentadas no gráfico 5.6:

Caso tenha ocorrido, que mudanças você poderia citar?



Passei a desligar o chuveiro para me ensaboar.	43	34.1%
Passei a desligar o chuveiro para lavar os cabelos.	48	38.1%
Passei a usar o chuveiro na opção verão.	51	40.5%
Eu diminuí a duração do banho.	89	70.6%
Outros	6	4.8%

Gráfico 5. 6 - Sondagem Final (respostas) - Evidências de modificação no perfil de uso do chuveiro elétrico.

A resposta “Eu diminui a duração do banho” foi a mais assinalada (70,6%) seguida pela resposta “Passei a usar o chuveiro na opção verão” (40,5%). Este percentual é próximo do apresentado para alternativas que indicavam desligamento do chuveiro para se ensaboar e lavar os cabelos (34,1% e 38,1%, respectivamente). As respostas indicam mudança no perfil de utilização do chuveiro elétrico pelos estudantes, que passaram a apresentar hábitos relacionados ao consumo consciente de energia elétrica.

Além das respostas apresentadas pelo gráfico 5.6, alguns estudantes responderam o seguinte:

Estudante 1: “Banho às vezes na água quente.”

Estudante 2: “Eu já utilizava de forma consciente.”

Estudante 3: “Passei a usar o banheiro desligado, pois o clima está um pouco quente.”

Estudante 4: “Desligo o chuveiro para mudar de opção para aquecer a água.”

Estudante 5: “Sempre usei desligado.”

A Tabela 5.1 sintetiza os resultados obtidos quanto aos conhecimentos dos estudantes sobre o chuveiro elétrico.

Tabela 5.1 – Síntese dos resultados - conhecimentos sobre o chuveiro elétrico

CONHECIMENTO SOBRE O CHUVEIRO	Sondagem Inicial	Sondagem Final
Possuíam noção da elevada potência do chuveiro elétrico	73%	92%
Já haviam visto o resistor de um chuveiro	52%	-
Relacionaram corretamente a potência à opção de funcionamento	77%	94%

Com relação a estes conhecimentos, era previsto um bom índice de acerto na Sondagem Inicial, pois se considerou que estas informações fizessem parte da estrutura cognitiva dos estudantes, ou seja, que fizessem parte dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Para facilitar a comparação dos resultados quanto ao perfil de uso do chuveiro elétrico, a Tabela 5.2 apresenta o número de alunos que desligavam o chuveiro para lavar os cabelos e se ensaboar e também as mudanças na forma de uso que foram mais citadas:

Tabela 5.2 – Síntese dos resultados - perfil de uso do chuveiro elétrico

PERFIL DE USO DO CHUVEIRO ELÉTRICO	Sondagem inicial	Sondagem final
Desligam o chuveiro para se ensaboar ou lavar os cabelos	46%	-
Mudaram a forma de usar o chuveiro elétrico	-	87%
Passaram a usar a opção verão	-	40,5%
Reduziram a duração do banho	-	70,6%

Apesar de 13% dos estudantes (17 estudantes) terem mencionado que não mudaram a forma de usar o chuveiro elétrico (gráfico 5.5), seis destes, de forma contraditória, informaram exemplos de mudança no uso do aparelho. Cinco estudantes informaram que diminuíram a duração do banho e um informou que passou a usar o aparelho na função verão, um informou que já usava de forma consciente e um respondeu que sempre usou desligado (era possível apresentar mais de uma resposta a esta questão). Isto quer dizer que apenas 11 estudantes não informaram mudança na forma de uso do aparelho o que corresponde a um percentual de 8,4% do total.

Quanto à compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico, especificamente sobre a chave de seleção de temperatura e o funcionamento do resistor, foi apresentada a seguinte questão tanto na Sondagem Inicial quanto na Final:

Os chuveiros simples apresentam as seguintes opções de funcionamento: Inverno, Verão e Desligado. De acordo com seus conhecimentos:

- a) Na opção “inverno” a água fica mais quente.
- b) Na opção “verão” a água fica mais quente.
- c) Não sei qual a diferença entre as opções inverno e verão.

Os resultados na Sondagem Inicial são apresentados no gráfico 5.7 e 77% dos estudantes assinalaram a alternativa correta.

Os chuveiros simples apresentam as seguintes opções de funcionamento: Inverno, Verão e Desligado. De acordo com seus conhecimentos:

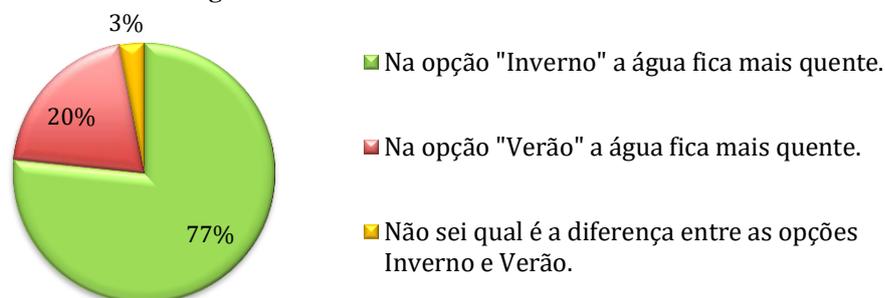


Gráfico 5. 7 - Sondagem Inicial (respostas) – o funcionamento do chuveiro a partir da chave seletora.

Mais uma vez, os estudantes apresentaram bom nível de compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico.

Comparando os gráficos 5.7 e 5.8, é possível observar um aumento percentual de acerto de 17%, indicando que o funcionamento do chuveiro elétrico passou a ser visto com mais clareza pelos estudantes. A comparação ainda mostra redução de 15% na escolha da alternativa “**Na opção “Verão” a água fica mais quente.**”. Isso indica que a dúvida apresentada pelos estudantes no início do projeto entre as opções de funcionamento do chuveiro e o aquecimento da água, diminuiu após a aplicação da sequência didática.

Os chuveiros simples apresentam as seguintes opções de funcionamento: Inverno, Verão e Desligado. Assinale a alternativa correta:

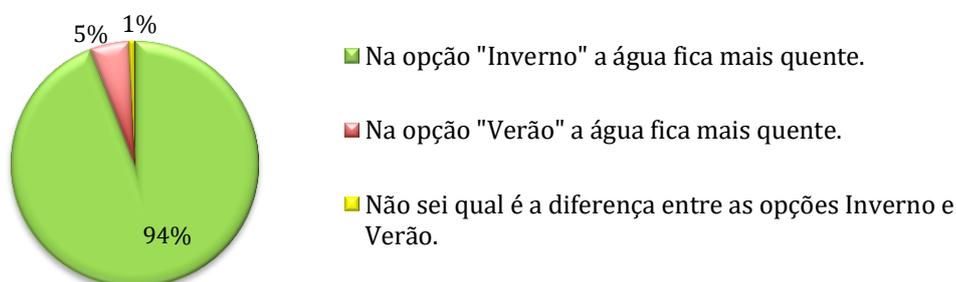


Gráfico 5. 8 - Sondagem Final (respostas) – o funcionamento do chuveiro a partir da chave seletora.

Apesar de mostrarem indícios de um bom nível de entendimento sobre a posição da chave seletora do chuveiro e o aquecimento da água (Gráfico 5.7), 48% dos

estudantes informaram não terem visto o resistor de um chuveiro elétrico anteriormente (gráfico 5.9) após observarem a foto deste componente (Subseção 6.3.1.1).

Você já tinha visto este componente? (resistor do chuveiro)

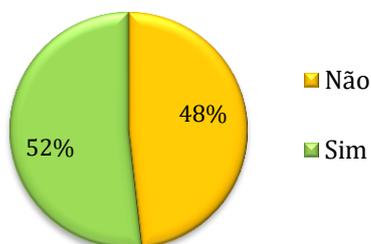
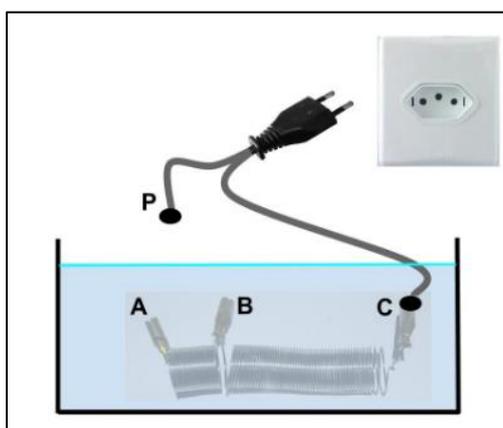


Gráfico 5.9 - Sondagem Inicial (respostas) - Contato prévio com o resistor do chuveiro.

As próximas três questões a serem analisadas foram elaboradas para explorar a percepção dos estudantes quanto ao funcionamento do chuveiro elétrico tanto na Sondagem Inicial quanto na Final. Antes das questões foi apresentado o seguinte parágrafo explicativo seguido pela figura 5.3:

“Observe a imagem abaixo. O componente que aquece a água no chuveiro está dentro d’água. Ele deve ser ligado da seguinte forma: primeiro conecte o ponto P em A ou B e depois ligue a montagem à tomada. Note que o ponto C já está conectado.”

Figura 5.3 - Resistor submerso em água e opções de conexão à rede elétrica.



Após a figura 5.3 foram apresentadas as seguintes questões:

I) A água esquenta mais rápido quando P é conectado em A ou em B?

II) Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

III) Para aquecer uma mesma quantidade de água, o aquecimento é mais rápido quando usamos 110 ou 220 volts?

As respostas dos estudantes serão analisadas a seguir.

Análise da primeira questão:

I) A água esquentar mais rápido quando P é conectado em A ou em B?

A primeira questão buscou avaliar a compreensão dos estudantes quanto à relação existente entre o comprimento do resistor e o tempo de aquecimento da água.

Apesar de 48% dos estudantes afirmarem não terem visto previamente o resistor de um chuveiro elétrico (gráfico 5.9), 63% deles apresentaram índices de compreensão do seu funcionamento ao escolherem o ponto B (figura 5.3) como resposta na Sondagem Inicial (gráfico 5.10). Estas respostas representam o raciocínio correto, pois ao conectar o ponto P ao ponto B (figura 5.3), reduz-se o comprimento do resistor e, conseqüentemente, sua resistência. Desta forma a corrente elétrica se eleva e mais energia elétrica é dissipada pelo resistor, aquecendo a água mais rapidamente.

A água esquentar mais rápido quando P é conectado em A ou em B?

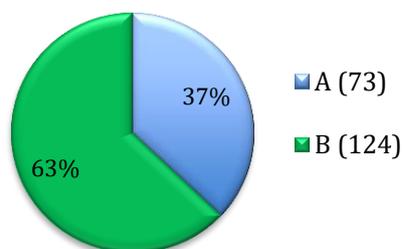


Gráfico 5.10 - Sondagem Inicial (respostas) - Influência do comprimento do resistor sobre sua potência.

Na Sondagem Final (gráfico 5.11), houve uma elevação de dois pontos percentuais no índice de acerto, ou seja, 65% dos estudantes escolheram a conexão do ponto P ao ponto B (figura 5.3) para aquecer a água mais rapidamente. Este resultado indica um discreto incremento no percentual de respostas corretas e não permite concluir que houve melhora na aprendizagem da relação entre o comprimento do resistor e a potência elétrica dissipada por ele.

A água esquenta mais rápido quando P é conectado em A ou em B?

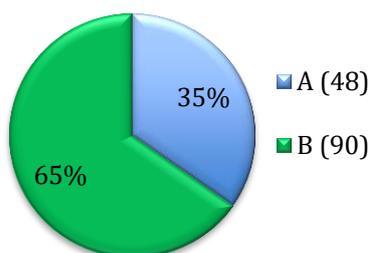


Gráfico 5. 11 - Sondagem Final (respostas) - Influência do comprimento do resistor sobre sua potência.

Análise da segunda questão:

II) Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

A segunda questão relacionava a quantidade de água ao tempo de aquecimento. O objetivo era perceber se os estudantes compreendiam que para aquecer mais água seria necessário manter o resistor funcionando por mais tempo.

Inicialmente, 69% dos estudantes (gráfico 5.12) apresentaram indícios de compreender corretamente a relação de proporcionalidade envolvida nesta questão, ou seja, mostraram entender que para aquecer mais água seria necessário mais tempo.

A análise conjunta dos gráficos 5.12 e 5.13 indica um acréscimo de 4% no número de respostas corretas (69% na Sondagem Inicial e 73% na Sondagem Final).

Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

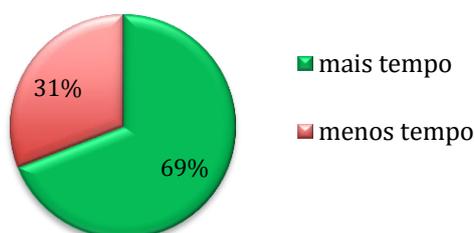


Gráfico 5. 12 - Sondagem Inicial (respostas) – Relação entre a quantidade de água e o tempo de aquecimento.

Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

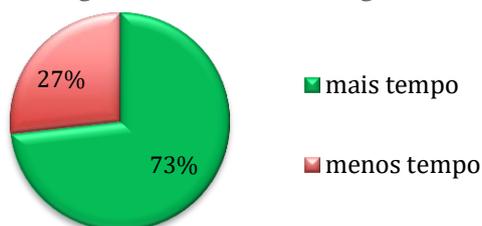


Gráfico 5.13 - Sondagem Final (respostas) - Relação entre a quantidade de água e o tempo de aquecimento.

Os resultados apresentados pelos gráficos 5.12 e 5.13 levantaram um alerta quanto à compreensão, pelos aprendizes, da relação de proporcionalidade entre a quantidade de água a ser aquecida e o tempo de aquecimento. Os gráficos mencionados indicam que esta compreensão não pode ser tomada como trivial e unânime, pois 31% e 27% dos estudantes optaram pela relação de proporcionalidade incorreta nas Sondagens Inicial e Final, respectivamente. Destaca-se então a importância de confirmar a presença de determinados raciocínios entre os estudantes antes de considerá-los elementares.

Análise da terceira questão:

Para aquecer uma mesma quantidade de água, o aquecimento é mais rápido quando usamos 110 ou 220 volts?

A terceira questão tinha o objetivo de avaliar a compreensão dos estudantes quanto à relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor do chuveiro elétrico e o tempo de aquecimento da água.

Considerando o gráfico 5.14, 57% dos estudantes responderam que o aquecimento seria mais rápido usando 220 volts e 37% informaram não fazer diferença entre ligar o resistor em 110 ou 220 volts, pois o aquecimento da água seria o mesmo. Estes estudantes mencionaram em debates com o professor que responderam desta forma por pensaram que o resistor ligado à rede elétrica funcionaria como um aparelho elétrico bivolt. Um percentual de 6% escolheu a alternativa que afirmava que o aquecimento seria mais rápido se o resistor fosse ligado a uma diferença de potencial de 110 volts.

Para aquecer uma mesma quantidade de água, o aquecimento é mais rápido quando usamos 110 ou 220 volts?

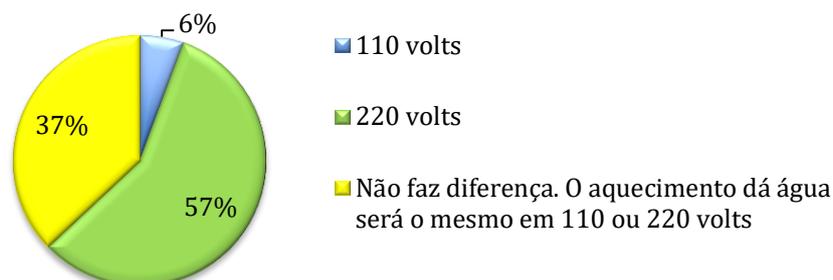


Gráfico 5. 14 - Sondagem Inicial (respostas) – Relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor e o tempo de aquecimento.

Considere a mesma montagem e responda: o aquecimento é mais rápido em 110 ou 220V?

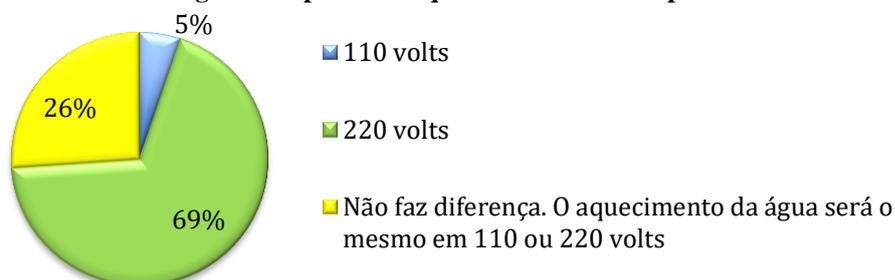


Gráfico 5. 15 - Sondagem Final (respostas) – Relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor e o tempo de aquecimento.

A comparação entre as respostas à Sondagem Inicial e Final (gráficos 5.14 e 5.15, respectivamente) sugere que a relação entre a diferença de potencial aplicada no resistor e o aquecimento da água em contato com ele ficou mais evidente para os estudantes, pois o percentual de acerto passou de 57% para 69%. Houve uma redução no percentual de estudantes que indicaram que o funcionamento seria o mesmo caso o resistor fosse ligado a 110 ou 220 volts, passando de 37% para 26%.

As próximas duas questões a serem analisadas estavam presentes na Sondagem Inicial e Final. Elas foram elaboradas a partir da figura 5.4 e exploram a compreensão de características básicas da instalação elétrica residencial. O objetivo era fazer um levantamento do que os estudantes sabiam sobre a função dos furos em uma tomada elétrica.

Figura 5.4 - Tomada elétrica com três furos.
Fonte: wikipedia.org¹¹



Durante a sequência didática os estudantes participaram de atividades que destacaram a função dos fios presentes na instalação elétrica de suas residências (seção 4.1 – Quinto Encontro).

Considerando a figura 5.4 foram feitas as seguintes perguntas:

I) Qual a função do furo central?

- a. Fase
- b. Neutro
- c. Terra
- d. não sei

II) Em uma instalação monofásica, qual a função dos dois outros furos?

- a. Fase e neutro
- b. Neutro e terra
- c. Terra e fase
- d. não sei

O gráfico 5.16 apresenta os resultados da Sondagem Inicial para a primeira pergunta e indica que 47% dos estudantes identificaram corretamente a função do furo central da tomada.

A opção “neutro” foi escolhida por 31% dos estudantes, indicando que, segundo a concepção desta parcela, existe similaridade entre os conceitos neutro e terra.

¹¹ Imagem de tomada elétrica com três furos. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomada_el%C3%A9trica>, acesso em 02 jun. 2016.

Qual a função do furo central?

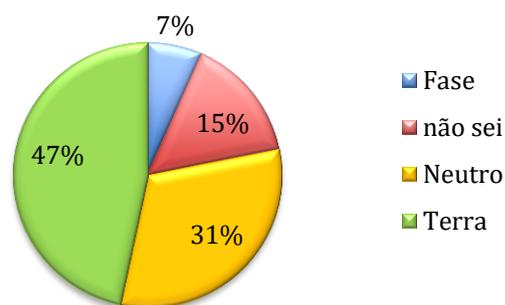


Gráfico 5. 16 - Sondagem Inicial (respostas) – Função do furo central em uma tomada.

Ao fim, concluída a aplicação do projeto, o percentual de estudantes que identificou corretamente a função do furo central da tomada passou para 84%, resultando num aumento de 33% no percentual de respostas corretas. A comparação entre os gráficos 5.16 e 5.17 mostra ainda que o percentual de estudantes que afirmaram não saber a função do furo central da tomada caiu de 15% para 1%.

A escolha da opção “neutro” como função do furo central corresponde à resposta de 14% dos estudantes. A partir deste dado percebe-se que, na concepção destes aprendizes, o conceito “neutro” está associado a algo dispensável, uma vez que nem todas as tomadas trazem este furo em sua constituição.

Qual a função do furo central?

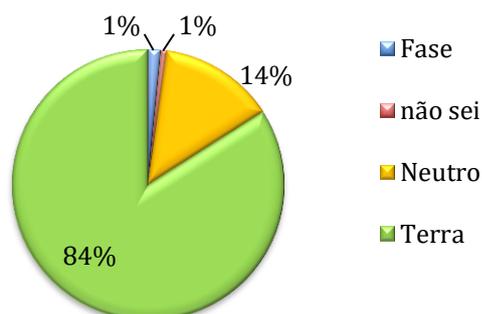


Gráfico 5. 17 - Sondagem Final (respostas) – Função do furo central em uma tomada.

Com relação aos outros dois furos da tomada a Sondagem Inicial indicou que 45% dos estudantes os associaram corretamente às funções neutro e fase (gráfico 5.18).

Em uma instalação monofásica, qual a função dos dois outros furos?

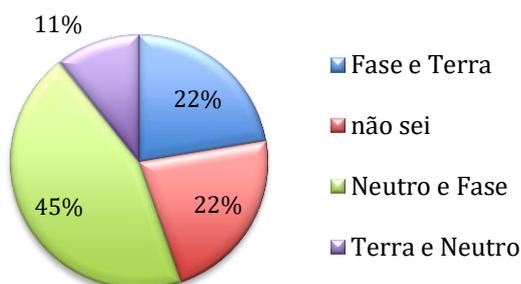


Gráfico 5. 18 - Sondagem Inicial (respostas) – Função dos dois furos laterais da tomada.

Na Sondagem Final este percentual subiu para 82% (Gráfico 5.19) e esse incremento no percentual de respostas corretas indica aumento na compreensão deste tópico. Houve também redução no percentual de estudantes que declarou não saber a função destes furos, passando de 22% para 4%. A alternativa com as funções fase e terra foi escolhida por 10% dos estudantes.

Em uma instalação monofásica, qual a função dos dois outros furos?

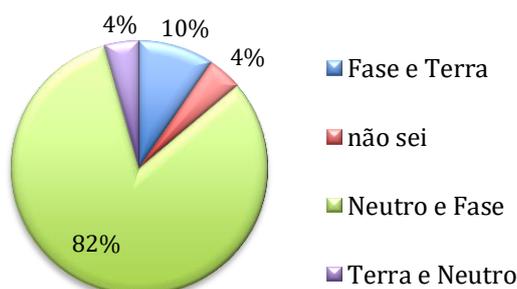


Gráfico 5. 19 - Sondagem Final (respostas) – Função dos dois furos laterais da tomada.

A Tabela 5.3 sintetiza os resultados sobre conhecimentos básicos envolvendo a rede elétrica.

Tabela 5.3 – Síntese dos resultados – função dos furos de uma tomada

CONHECIMENTOS SOBRE INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL	Sondagem inicial	Sondagem final
Posição correta do aterramento em uma tomada elétrica com três furos	47%	84%
Posição correta dos terminais neutro e fase numa tomada com três furos	45%	82%

A Sondagem Final seguiu com questionamentos quanto ao funcionamento do chuveiro elétrico, abordando especificamente a relação entre a chave de seleção inverno/verão e os conceitos de corrente elétrica, resistência, potência e efeito Joule. Estas relações estiveram presentes em algumas etapas do projeto. Os estudantes puderam percebê-las quando: calcularam o consumo do chuveiro em sala de aula; realizaram a atividade experimental no laboratório; observaram a apresentação das partes do chuveiro quando ele foi desmontado; debateram o uso consciente de energia elétrica, onde foi colocado que o chuveiro elétrico, na opção verão, opera com potência reduzida, diminuindo o consumo.

Foram apresentadas sete afirmativas e os estudantes deveriam julgá-las, assinalando “certo” ou “errado”. As questões buscavam analisar aspectos que iam além do significado do conceito, examinando a compreensão da relação de proporcionalidade entre eles por meio do funcionamento do chuveiro elétrico.

A seguir será apresentada a captura de tela da questão relacionada ao funcionamento do chuveiro elétrico (figura 5.5). Os gráficos de 5.20 a 5.26 trazem as afirmativas apresentadas para que os estudantes fizessem o julgamento e os percentuais de ocorrência das respostas.

Figura 5.5 - Sondagem Final – itens sobre o funcionamento do chuveiro elétrico.

Considerando o funcionamento de um chuveiro elétrico, julgue os itens:*

	Certo	Errado
Na opção verão, a potência elétrica é maior.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na opção inverno, a corrente elétrica é maior	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na opção verão, a resistência elétrica é maior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na opção inverno, o efeito joule é mais intenso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para aumentar a potência, a corrente elétrica deve aumentar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para aumentar a corrente elétrica, a resistência elétrica deve aumentar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para aumentar a resistência elétrica, o comprimento do resistor deve diminuir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Após a aplicação da sequência didática, 79% dos estudantes julgaram o primeiro item como “errado” (gráfico 5.20), mostrando perceber que ocorre redução na potência elétrica quando o chuveiro opera na função verão.

Na opção verão, a potência elétrica é maior.

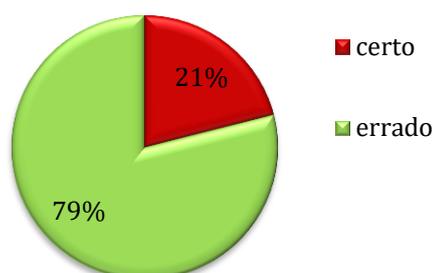


Gráfico 5. 20 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

No segundo item (figura 5.5) o percentual de acerto foi de 75% (gráfico 5.21), indicando a ocorrência do raciocínio correto quanto ao aumento na corrente elétrica quando o aparelho opera na função inverno.

A atividade experimental (Subseção 6.3.4.2) na qual os estudantes simularam o funcionamento do chuveiro nas funções inverno e verão e também calcularam a intensidade da corrente elétrica e a potência elétrica dissipada pelo resistor em cada modo de funcionamento evidenciou as relações de proporcionalidade abordadas nos dois primeiros itens analisados (Figura 5.5). Apesar disso, um percentual considerável de estudantes julgou incorretamente estes itens (21% e 25% – Gráficos 5.20 e 5.21). Uma possível causa para estes resultados está na dificuldade de levar o estudante a compreender os conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial como indica o trabalho de Moreira e Serrano (2013).

Na opção inverno, a corrente elétrica é maior.

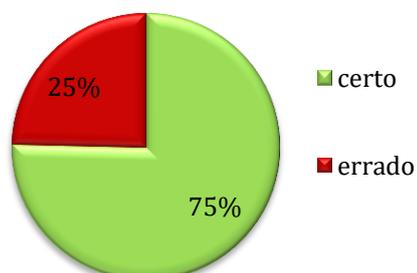


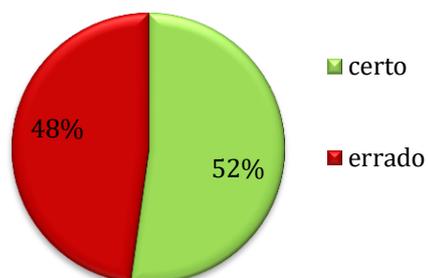
Gráfico 5. 21 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

No terceiro item (Figura 5.5), ao relacionar o funcionamento do aparelho com a resistência do resistor, 52% dos estudantes responderam corretamente ao assinalarem

que na opção verão a resistência elétrica seria maior. No entanto, 48% dos estudantes julgaram o item incorretamente (Gráfico 5.22).

Gráfico 5. 22 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

Na opção verão, a resistência elétrica é maior.



O quarto item (figura 5.5) buscou relacionar o funcionamento do chuveiro ao efeito Joule. Para isso, a função inverno foi relacionada à intensidade deste efeito. O gráfico 5.23 traz o item apresentado e a frequência das respostas:

Na opção inverno, o efeito Joule é mais intenso.

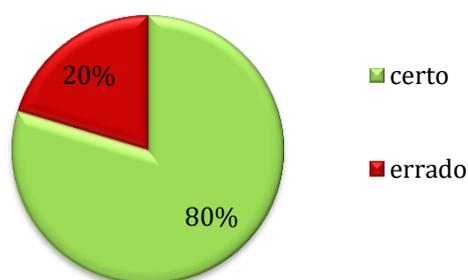


Gráfico 5. 23 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

Do total de estudantes, 80% julgaram o quarto item corretamente. Isso indica clareza na compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico, a partir do relacionamento correto da intensidade do efeito Joule à função inverno.

O quinto item (figura 5.5) abordou a relação de proporcionalidade entre a potência elétrica dissipada pelo resistor do chuveiro elétrico e a corrente elétrica que o percorre.

Para aumentar a potência, a corrente elétrica deve aumentar.

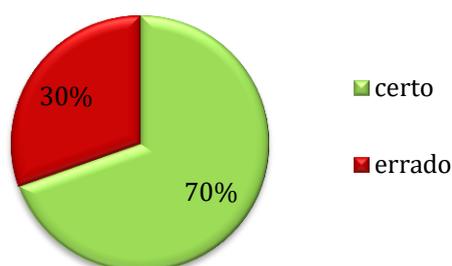


Gráfico 5. 24 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

De acordo com o gráfico 5.24, 70% dos estudantes julgaram o item corretamente, apresentado indícios de boa compreensão deste tópico.

Os dois últimos itens (sexto e sétimo) buscaram relacionar proporcionalmente a resistência do resistor à corrente elétrica e ao comprimento do resistor, respectivamente. Estes itens dividiram opiniões e 49% dos estudantes fez o julgamento correto em ambos, de acordo com os gráficos 5.25 e 5.26:

Para aumentar a corrente elétrica, a resistência elétrica deve aumentar.

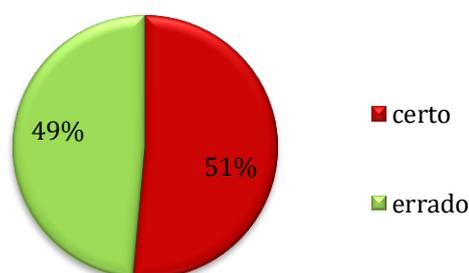


Gráfico 5. 25 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

Para aumentar a resistência elétrica, o comprimento do resistor deve diminuir.

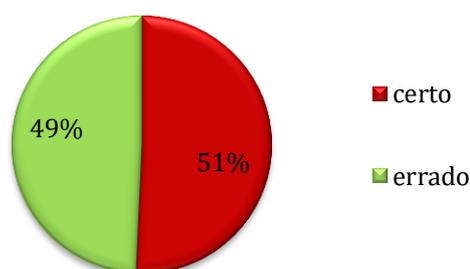


Gráfico 5. 26 - Sondagem Final (respostas) – relação entre grandezas no funcionamento do chuveiro.

A análise das respostas aos sete itens desta questão indica que a maioria dos estudantes foi capaz de perceber a relação de proporcionalidade existente entre os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule (gráficos 5.20, 5.21, 5.23 e 5.24). Entretanto, os itens que envolveram o conceito de resistência elétrica apresentaram índice de acerto em torno de 50% (gráficos 5.22, 5.25 e 5.26). Isso sugere duas colocações: ou que este conceito (resistência) não tenha sido abordado de maneira adequada ao longo da sequência de ensino ou que este conceito apresente maior nível de complexidade envolvido em sua compreensão. Independentemente das causas, estes resultados indicam a necessidade de atividades complementares. São feitas algumas sugestões neste sentido nas considerações finais deste trabalho (Capítulo 7).

Ainda sobre estes itens, estudantes disseram que ficaram confusos com a sequência de questões sobre a relação de proporcionalidade entre os conceitos. Segundo eles, a sequência de palavras “aumentar”, “diminuir” e “maior” gerou esta confusão.

Para sintetizar os resultados das questões que envolviam o funcionamento do chuveiro elétrico a Tabela 5.4 apresenta índice de acerto nas questões relacionadas a este tema:

Tabela 5.4 – Síntese dos resultados – funcionamento do chuveiro elétrico

COMPREENSÃO DO FUNCIONAMENTO DO CHUVEIRO ELÉTRICO	Sondagem Inicial	Sondagem Final
Mostraram compreender a relação potência <i>versus</i> comprimento do resistor	63%	65%
Mostraram compreender a relação quantidade de água <i>versus</i> tempo de aquecimento	69%	73%
Mostraram compreender a relação potência <i>versus</i> d.d.p.	57%	69%
Mostraram compreender a relação corrente elétrica <i>versus</i> opção de funcionamento		75%
Mostraram compreender a relação resistência elétrica <i>versus</i> opção de funcionamento		52%
Mostraram compreender a relação efeito Joule <i>versus</i> opção de funcionamento		80%

As quatro últimas questões da Sondagem Final (Subseção 6.3.6.1) seguiram o formato apresentado na figura 5.6. Nelas os estudantes deveriam:

- 1) observar os quatro valores impressos na parte externa de um chuveiro elétrico específico (220 V~, 4600 W, 25 A e 4 mm²)
- 2) assinalar em uma lista com estes valores, aquele correspondente à grandeza física mencionada no enunciado de cada questão:
 - potência elétrica,
 - corrente elétrica,
 - diferença de potencial e
 - área de secção transversal dos fios.

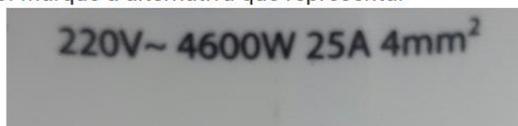
Desta forma, as alternativas eram as mesmas para as quatro questões, mas os enunciados envolviam grandezas diferentes.

Estas questões buscaram verificar se as atividades realizadas ao longo da sequência didática, especificamente as que envolveram a coleta de informações técnicas dos eletrodomésticos a partir de suas etiquetas (apêndice A e subseção 6.3.1.3), facilitaram a identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico.

A questão que envolvia a área de secção transversal dos fios (figura 5.6) foi a que apresentou maior índice de acerto (73%), como indica o gráfico 5.27. Os estudantes mencionaram que a unidade de medida (milímetros quadrados) os auxiliou na escolha. Este gráfico mostra ainda que a resposta de 27% dos estudantes se distribuiu igualmente entre as 3 outras alternativas, ou seja, 9% optaram 220 V, 9% por 4600 W e 9% por 25 ampères.

Figura 5.6- Sondagem Final – captura de tela da questão envolvendo a análise da etiqueta do chuveiro elétrico (grandeza física: área de secção transversal dos fios)

A figura abaixo mostra as características de um chuveiro elétrico. Marque a alternativa que representa:



A ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL DOS FIOS *

- 220 V
- 4600 W
- 25 A
- 4 milímetros quadrados

(Marque a alternativa que representa): A ÀREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL DOS FIOS.

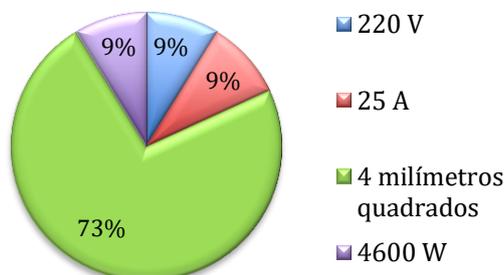


Gráfico 5. 27 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (area de secção transversal).

Na questão em que os estudantes deveriam assinalar o valor correspondente à potência elétrica do chuveiro (gráfico 5.28), 51% deles escolheram corretamente o valor relacionado a esta grandeza física. No entanto, 28% escolheram 220 V e 15%, 25 A. Isso indica que 49% dos estudantes não encontraram facilidade em relacionar o símbolo “W” (watt) à grandeza física potência elétrica.

(Marque a alternativa que representa): A POTÊNCIA.

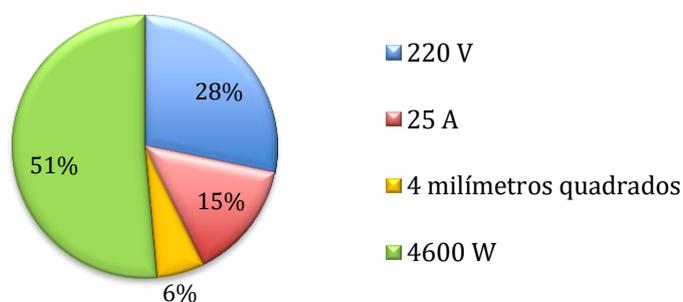


Gráfico 5. 28 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (potência).

Na escolha do valor correspondente à corrente elétrica, 47% dos estudantes escolheram o valor da diferença de potencial (220 V) e 36% escolheram a alternativa correta (25 A), o que também indica que houve dificuldade em associar o símbolo “A” (ampère) à grandeza física corrente elétrica.

(Marque a alternativa que representa): A CORRENTE ELÉTRICA.

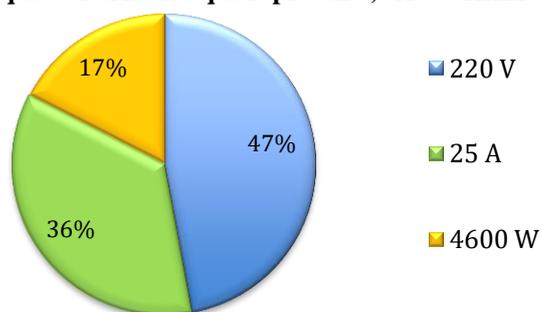


Gráfico 5. 29 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (corrente elétrica).

Para a grandeza diferença de potencial, 43% dos estudantes assinalaram 25 A (gráfico 5.30) e 35% fez a escolha correta, assinalando 220 V.

(Marque a alternativa que representa): A DIFERENÇA DE POTENCIAL.

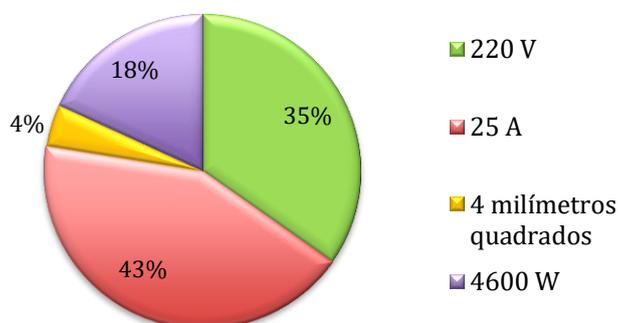


Gráfico 5. 30 - Sondagem Final (respostas) – Identificação das grandezas presentes na etiqueta de um chuveiro elétrico (diferença de potencial).

Uma síntese com os resultados das questões que envolviam a identificação das informações técnicas fornecidas pelos fabricantes de chuveiro elétrico é apresentada na Tabela 5.5:

Tabela 5.5 - Síntese dos resultados - identificação das informações fornecidas pelos fabricantes de chuveiro elétrico

IDENTIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELOS FABRICANTES DE CHVEIRO ELÉTRICO	Sondagem Inicial	Sondagem Final
Potência elétrica do aparelho	-	51%
Corrente elétrica máxima permitida pelo disjuntor	-	36%
Diferença de Potencial a ser aplicada	-	35%
Área de secção transversal dos fios a serem usados na instalação	-	73%

Estes resultados indicam que as atividades realizadas com o intuito de familiarizar os estudantes com os valores presentes nas etiquetas de informações técnicas dos eletrodomésticos não atingiram os resultados esperados. Talvez isso reflita a baixa participação dos estudantes na atividade de coleta de dados do chuveiro elétrico usado por eles em casa (Apêndice A) e o baixo entrosamento dos membros dos grupos na atividade extraclasse (análise e apresentação de um aparelho elétrico - subseção 6.3.1.3). Os estudantes justificaram os resultados, informando que se confundiram, pois nestas questões apenas as unidades de medida diferenciavam as grandezas físicas.

Devido a isso, após a Sondagem Final sentiu-se a necessidade de uma nova sondagem, chamada aqui de Sondagem Adicional (subseção 6.3.6.1 - questões de 16 a 19), elaborada com o objetivo de levantar informações mais específicas quanto à compreensão dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule e não à identificação, através da unidade de medida, das grandezas físicas que representam.

Nesta oportunidade também se buscou levantar a opinião dos estudantes quanto ao projeto aplicado. Isso foi feito por meio de um formulário *online*, constituindo uma Pesquisa de Opinião (subseção 6.3.7.1).

Tanto os dados da Sondagem Adicional quanto os da Pesquisa de Opinião, foram obtidos com o auxílio de formulários *Google Forms*.

Após a Pesquisa de Opinião, o professor expôs para a turma os resultados obtidos na Sondagem Final, procurando identificar a razão para os erros observados,

principalmente os que envolviam a resistência do resistor e também a identificação das grandezas expressas pela etiqueta do chuveiro elétrico.

Em seguida os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule foram retomados em uma aula expositiva que considerou os erros identificados, visando corrigi-los. O chuveiro elétrico foi apresentado como exemplo integrativo destes conceitos.

Ainda assim é importante refletir no quanto arbitrárias e literais as unidades de medida podem soar para os estudantes, apesar de uma abordagem pautada pelos princípios da aprendizagem significativa.

5.2 Análise dos Mapas Conceituais

Conforme descrito na metodologia deste trabalho (subitem 4.3), os estudantes elaboraram mapas conceituais em dois momentos distintos: no primeiro encontro (Mapa Conceitual Inicial) e no sexto encontro (Mapa conceitual Final). O intervalo de tempo transcorrido entre a realização dos dois mapas foi de cerca de dois meses. Ao todo foram elaborados 305 mapas dos quais 210 puderam ser comparados (105 estudantes elaboraram os mapas inicial e final). Nesta seção serão analisados os 20 melhores mapas, assim classificados de acordo com os critérios apresentados a seguir. Este número (20) corresponde à produção de dez estudantes (cerca de 10% do total passível de comparação).

Desta forma, os critérios usados na escolha dos 20 mapas foram:

- presença conceitos relacionados à sequência didática;
- uso de proposições claras e
- evidências de aprendizagem significativa pela comparação dos mapas elaborados pelo mesmo estudante.

A repetição, no mapa conceitual final, de conceitos presentes no mapa conceitual inicial, mas diferenciados ou reintegrados e compondo proposições aceitas no contexto científico, foi tomada como indício de aprendizagem significativa. As mudanças observadas nos mapas conceituais finais sugerem que tenham ocorrido modificações na

estrutura cognitiva do aprendiz. Estas interpretações se apoiam nas ideias de Novak e Cañas (2010):

Acreditamos que uma das razões pelas quais os usos de mapas conceituais é tão eficaz [sic] para a facilitação do aprendizado significativo é porque ele serve como uma espécie de molde ou suporte para ajudar a organizar e estruturar o conhecimento [...] (NOVAK e CAÑAS, 2010, p. 13)

Desta forma, buscou-se identificar mudanças nos “moldes” citados por Novak e Cañas (2010) através da comparação dos mapas conceituais.

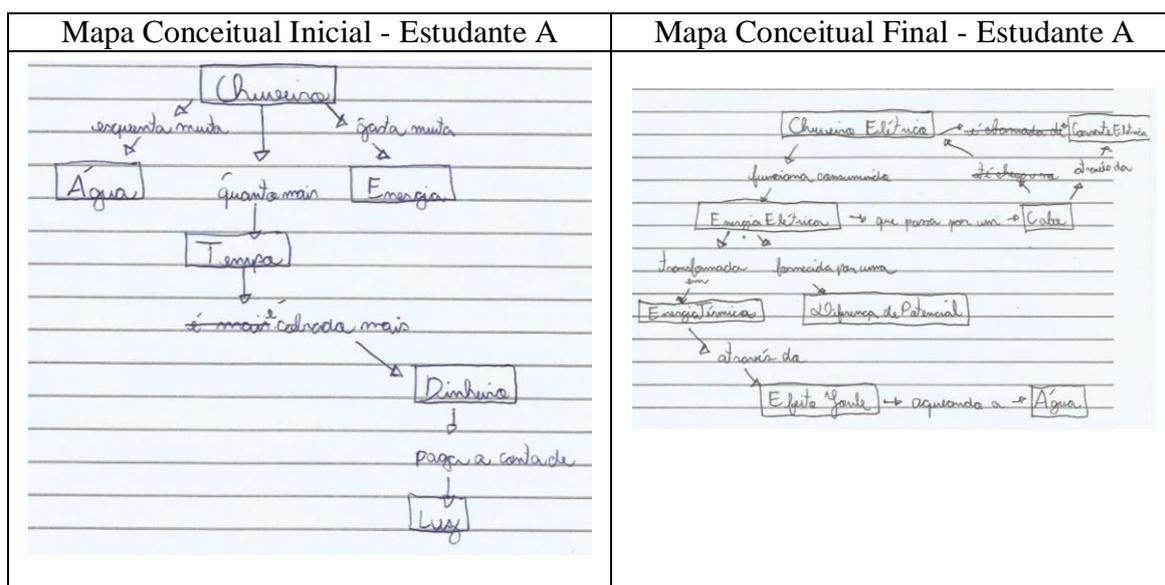
Apesar de alguns mapas apresentarem problemas de forma por não atenderem às exigências estabelecidas para a elaboração, é possível analisá-los em termos de conteúdo e obter informações importantes quanto ao desenvolvimento conceitual.

Desta forma, a análise será feita comparando o mapa conceitual final com o mapa conceitual inicial elaborado por um mesmo estudante. Estes mapas serão dispostos lado a lado em quadros com o objetivo de facilitar a comparação.

Iniciando a análise pelos mapas do quadro 5.1, o estudante A, em seu mapa conceitual inicial, relacionou os conceitos “*chuveiro elétrico*”, “*água*”, “*tempo*”, “*energia*”, “*dinheiro*” e “*luz*”. O aparelho é apresentado inicialmente por este estudante como um dispositivo que “*esquenta muita água*” e “*gasta muita energia*”. O estudante também informa que “*quanto mais tempo (de uso do chuveiro) é cobrado mais dinheiro*” e que o “*dinheiro paga a conta de luz*”. Desta forma fica claro que para o estudante A, o aumento no tempo de uso do chuveiro elétrico resulta na cobrança de mais dinheiro para pagar a conta de luz.

No mapa conceitual final elaborado pelo estudante A, percebe-se a presença de proposições aceitas no contexto científico envolvendo alguns conceitos abordados nesta proposta de ensino (corrente elétrica, energias elétrica e térmica, efeito Joule e diferença de potencial).

Quadro 5.1 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante A.



No mapa conceitual inicial (Quadro 5.1), o conceito “chuveiro elétrico” foi conectado diretamente ao conceito “água” (“chuveiro esquentar muita água”). No mapa conceitual final, o estudante apresenta a seguinte proposição: “chuveiro elétrico funciona consumindo energia elétrica transformada em térmica através do efeito Joule aquecendo a água”. Assim, o estudante incluiu três conceitos (energia elétrica, energia térmica e efeito Joule) entre “chuveiro elétrico” e “água”, esclarecendo o processo de aquecimento da água.

No mapa conceitual final (Quadro 5.1), o estudante A mostra compreender como o chuveiro elétrico funciona ao relacionar, de forma aceita cientificamente, “energia elétrica”, “energia térmica”, “corrente elétrica”, “diferença de potencial” e “efeito Joule” ao funcionamento do aparelho. As proposições: “energia elétrica transformada em energia térmica através do efeito Joule”, “energia elétrica passa por um cabo (fio condutor) através da corrente elétrica” e “energia elétrica fornecida por uma diferença de potencial”, são proposições presentes no mapa conceitual final que indicam integração dos conceitos ao funcionamento do aparelho.

O mapa conceitual inicial do estudante B apresentado no quadro 5.2 relaciona o “chuveiro” ao “registro”, que “liga a energia mudando a temperatura da água”. “Água quente gera vapor” e “torna possível a higiene”.

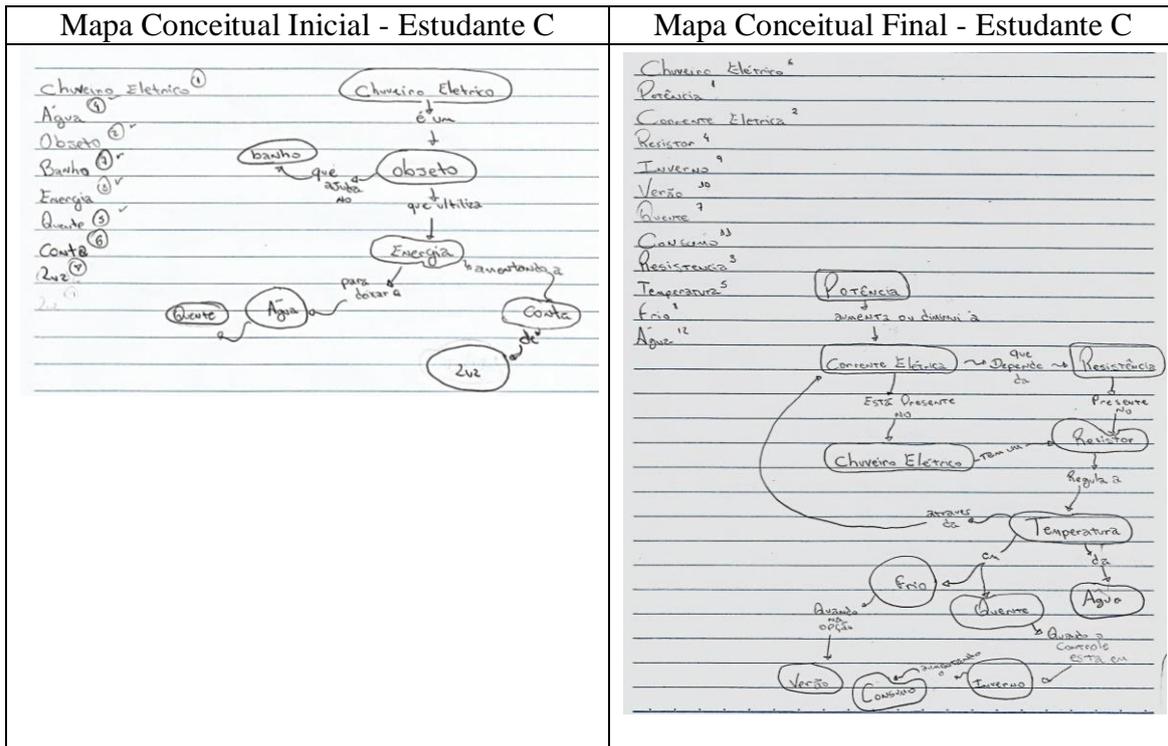
Quadro 5.2 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante B.

Mapa Conceitual Inicial - Estudante B	Mapa Conceitual Final - Estudante B
	<p>Resistência corrente elétrica água potência calorímetro calorímetro água</p>

Observa-se que o estudante B, em seu mapa conceitual final, relaciona o conceito “corrente elétrica” com a “movimentação de elétrons” e apresenta o efeito Joule como consequência desta movimentação. Este mapa mostra ainda o conceito “resistência” usado em lugar do conceito “resistor” (“corrente elétrica que passa na resistência”). Esta troca, comum na linguagem coloquial e reforçada por fabricantes de chuveiros elétricos, se manifestou no mapa conceitual final do estudante B, apesar das intervenções que apresentaram as características dos resistores, buscando esclarecer este aspecto controverso.

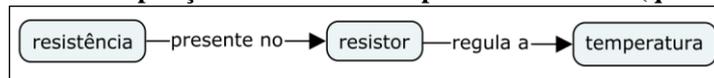
Na próxima análise (quadro 5.3), o mapa conceitual inicial do estudante C apresenta o chuveiro como “objeto que ajuda no banho” e que “utiliza energia para deixar a água quente”, “aumentando a conta de luz”.

Quadro 5.3 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante C.



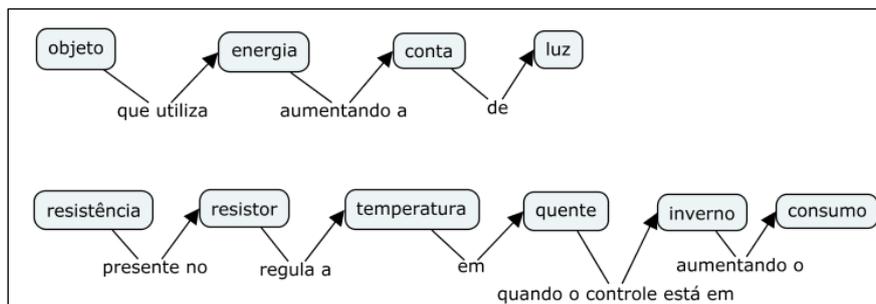
Em seu mapa conceitual final, o estudante C mostra ter compreendido a relação entre os conceitos “resistor” e “resistência”, pois ele apresenta a resistência como característica do resistor (Figura 5.7).

Figura 5.7 - Proposições extraídas do mapa conceitual final (quadro 5.3)



Continuando a análise dos mapas do quadro 5.3, percebe-se a inclusão dos conceitos abordados no projeto (potência, corrente elétrica, resistência, resistor, inverno, verão e consumo) e indícios de evolução conceitual ao se comparar as proposições presentes na figura 5.8:

Figura 5.8 - Proposições extraídas respectivamente do mapa conceitual inicial e final (quadro 5.3)

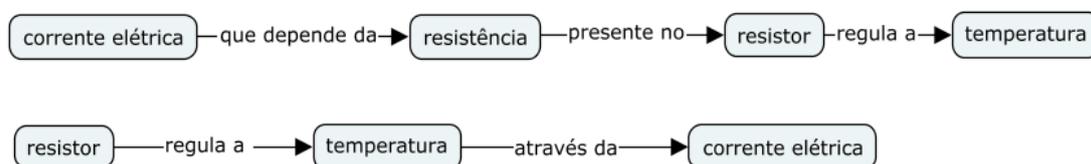


A comparação deste conjunto de proposições (Figura 5.8) indica integração de conceitos físicos ao funcionamento do chuveiro elétrico.

Desta forma, o estudante C, em seu mapa conceitual final, passou a articular os conceitos “*quente*”, “*inverno*” e “*consumo*”, apresentando indícios de evolução na estrutura de seu raciocínio.

O estudante C ainda estabelece proposições usando os conceitos “*corrente elétrica*” e “*resistência*” em concordância com a primeira lei de Ohm e também com o efeito Joule. Estas proposições são apresentadas pela figura 5.9:

Figura 5.9 - Proposições extraídas do mapa conceitual final (quadro 5.3)

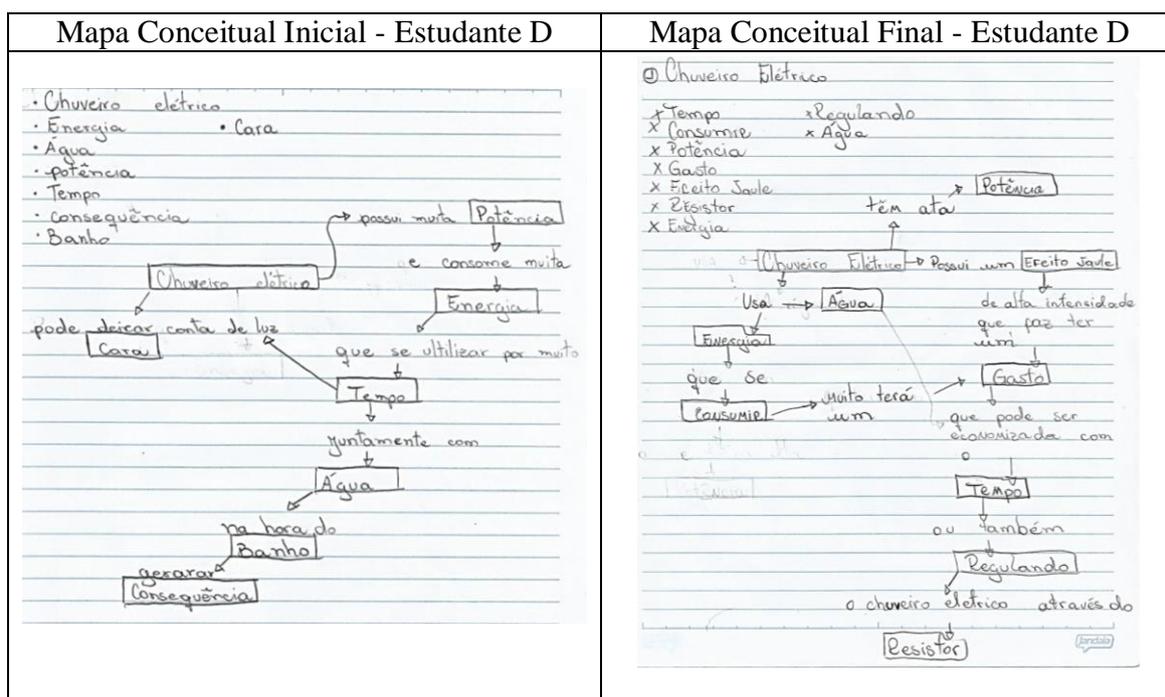


Nestas proposições o estudante informa que a corrente elétrica depende da resistência do resistor e que o resistor é responsável por regular a temperatura. Informa ainda que a corrente elétrica participa regulando a temperatura.

O mapa inicial apresentado no quadro 5.4 traz alguns conceitos trabalhados na UEPS. O estudante D demonstrou saber que o chuveiro elétrico é um aparelho de alta potência. Mostrou compreender também que a elevação no consumo depende do tempo de uso do aparelho, interferindo no valor da na conta de luz.

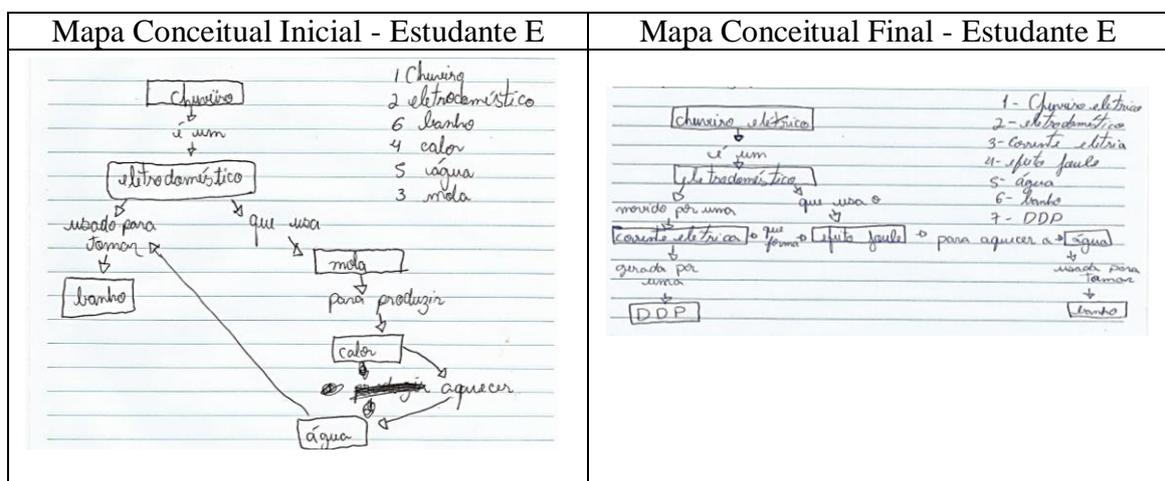
Comparando os mapas conceituais apresentados pelo quadro 5.4, percebe-se aprimoramento na compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico. Enquanto o mapa conceitual inicial traz a ideia de que a potência elevada associada ao tempo de uso “*pode deixar a conta de luz cara*”, o mapa conceitual final sugere duas formas para solucionar o problema do consumo elevado: “*efeito Joule de alta intensidade que faz ter um gasto que pode ser economizado como o tempo ou também regulando o chuveiro elétrico através do resistor*”.

Quadro 5.4 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante D.



No quadro seguinte (Quadro 5.5), o estudante E apresenta o chuveiro elétrico inicialmente como um “eletrodoméstico usado para tomar banho” e “que usa mola para produzir calor”.

Quadro 5.5 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante E.



Os mapas elaborados pelo estudante E começam e terminam com os mesmos conceitos (chuveiro elétrico e banho). Conceitos como “corrente elétrica”, “efeito Joule” e “diferença de potencial”, são observados no mapa conceitual final, indicando evolução na compreensão do funcionamento do aparelho.

Em seu mapa conceitual final, o estudante E apresenta os conceitos físicos envolvidos no funcionamento do chuveiro elétrico ao indicar que a “corrente elétrica” é “gerada por uma diferença de potencial” e ainda que ela “forma” o “efeito Joule para aquecer a água”.

De acordo com o quadro 5.6, o estudante F apresenta em seu mapa inicial a função e a localização do chuveiro elétrico em sua casa. Este estudante também informa que este aparelho “usa eletricidade” e que esta “aquece a água aumentando a temperatura”.

Quadro 5.6 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante F.

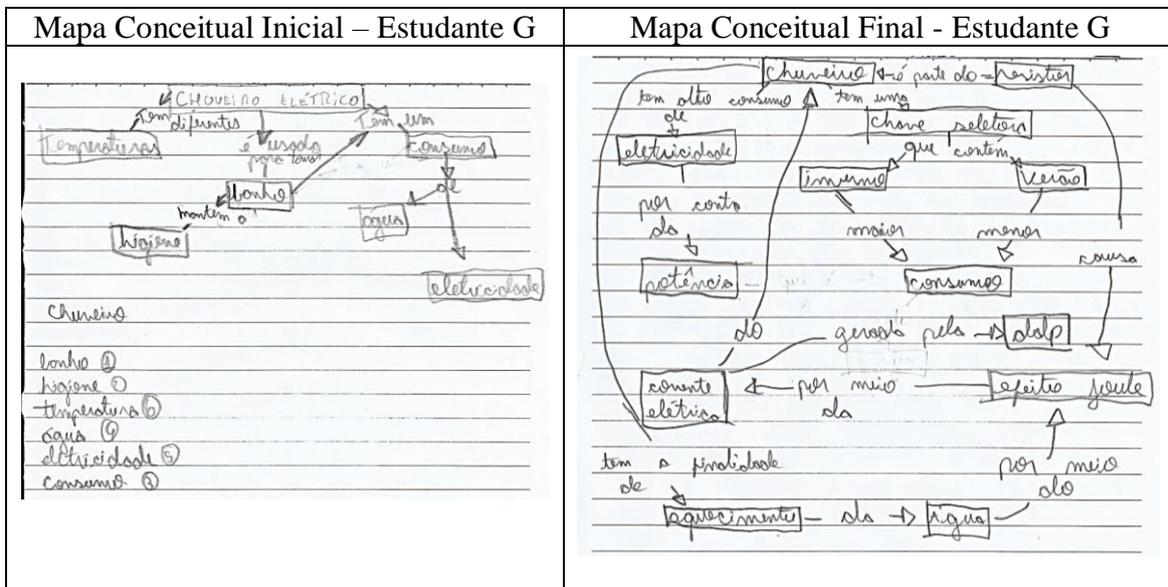
Mapa Conceitual Inicial - Estudante F	Mapa Conceitual Final - Estudante F
<p>Chuveiro elétrico ① Tomar banho ② eletricidade ③ água ④ Temperatura ⑤ Banheiro ⑥</p>	<p>① funcionamento do chuveiro elétrico ② potência - resistência ③ ddp - água ④ corrente elétrica efeito Joule</p>

O mapa conceitual final apresentado pelo estudante F informa que a “*ddp gera corrente elétrica*” e que a “*corrente elétrica passa pela resistência, ocasionando efeito Joule, aquecendo a água*”. Nesta última proposição percebe-se mais uma vez o uso do conceito “*resistência*” em lugar do conceito “*resistor*”. O estudante F ainda relaciona os conceitos “*potência*” e “*resistência*” ao indicar ser a “*potência determinada pela resistência*”.

O mapa conceitual inicial do estudante G (quadro 5.7) indica que o “*chuveiro elétrico tem um consumo de água*” e “*eletricidade*”, que o aparelho “*é usado para tomar banho*” e que o “*banho mantém a higiene*”. O mapa conceitual final deste mesmo estudante traz os conceitos apresentados na UEPS (corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule), informando que o aparelho “*tem a finalidade de*

aquecimento da água por meio do efeito Joule” e que o “resistor causa efeito Joule por meio da corrente elétrica gerada pela ddp”. A intensidade do “consumo” é apontada como resultado da posição da “chave seletora” e “por conta da potência”.

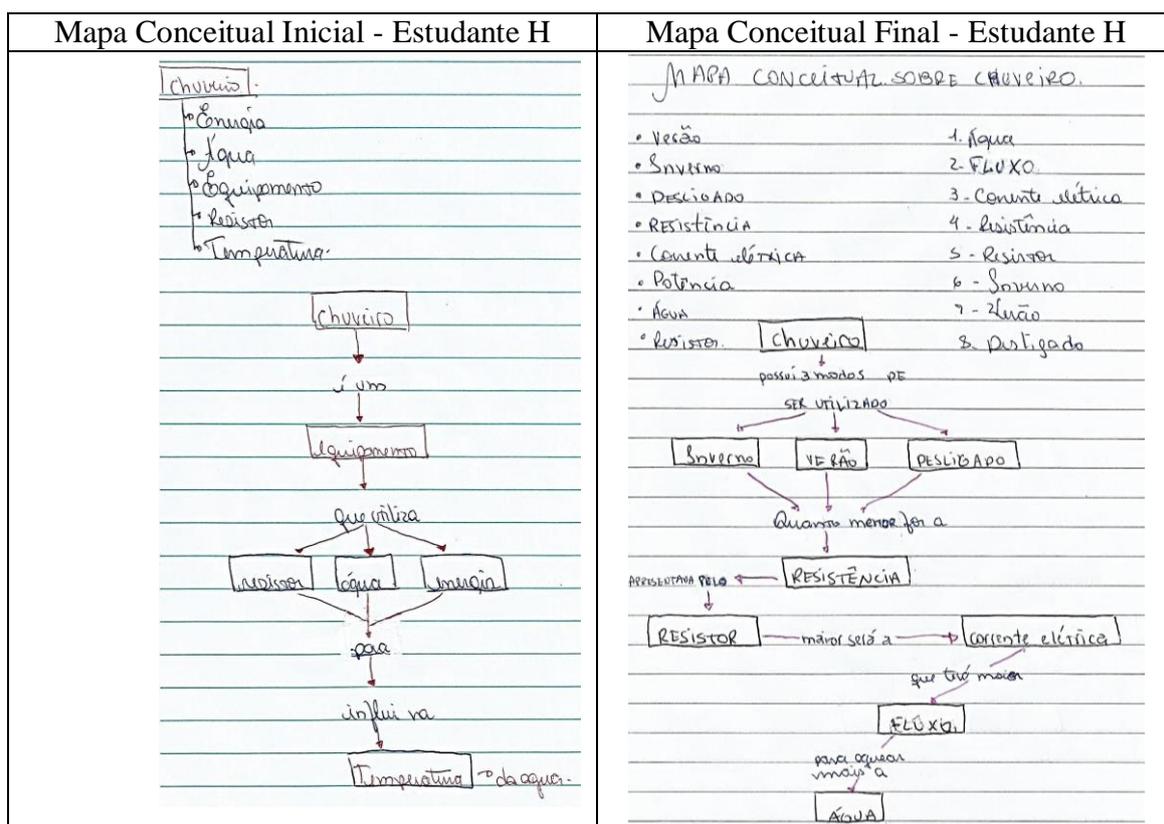
Quadro 5.7 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante G.



No mapa conceitual inicial do estudante H (Quadro 5.8), o conceito “resistor” está associado a dois outros conceitos: “equipamento” e “temperatura”. No mapa conceitual final, o mesmo conceito (resistor) se conecta aos conceitos “resistência” e “corrente elétrica”, indicando associações relacionadas de forma específica ao funcionamento do chuveiro elétrico.

A relação de inversa proporção entre a resistência elétrica e a intensidade da corrente elétrica fica evidente no mapa final, pois estudante H informa que “quanto menor for a resistência apresentada pelo resistor, maior será a corrente elétrica”. A comparação dos mapas apresentados no quadro 5.8 também sugere aumento na compreensão da relação de proporcionalidade entre a intensidade da corrente elétrica e o aquecimento da água, pois, segundo o aluno H, a redução da resistência do resistor eleva a intensidade da “corrente elétrica, que terá maior fluxo para aquecer mais água”.

Quadro 5.8 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante H.



Os mapas conceituais do estudante I (Quadro 5.9) assemelham-se a esquemas conceituais por não obedecerem aos aspectos formais exigidos na elaboração de proposições em mapas conceituais:

Proposições são enunciações sobre algum objeto ou evento no universo, seja ele natural ou artificial. Elas contêm dois ou mais conceitos conectados por palavras de ligação ou frases para compor uma afirmação com sentido. Por vezes, são chamadas de unidades semânticas ou unidades de sentido. (NOVAK e CAÑAS, 2010)

Ainda assim, os esquemas apresentados pelo estudante I trazem indícios de Aprendizagem Significativa.

No mapa conceitual inicial, o estudante I coloca o chuveiro como “um meio usado para tomar banho utilizando a resistência”. O conceito “energia térmica” é apresentado pelo estudante em uma frase de ligação, trazendo a ideia de que ela é responsável pela variação da temperatura da água.

Em seu mapa conceitual final, o estudante I apresenta corretamente a relação de proporcionalidade entre os conceitos “resistência” e “corrente elétrica”. O “consumo”

de energia elétrica aparece relacionado ao “tempo” de uso do aparelho. O “efeito Joule” está representado em outro ramo do mapa que indica sua relação com a “transformação de energia elétrica convertida em térmica”.

Quadro 5.9 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante I.

Mapa Conceitual Inicial – Estudante I	Mapa Conceitual Final - Estudante I
<p>Chuveiro elétrico 1 tomar banho 2 resistência 3 energia térmica 6 temperatura 4 água 5</p>	<p>1. corrente elétrica 2. resistência 3. tempo 4. consumo 5. efeito Joule 6. inverno 7. desligado 8. verão</p>

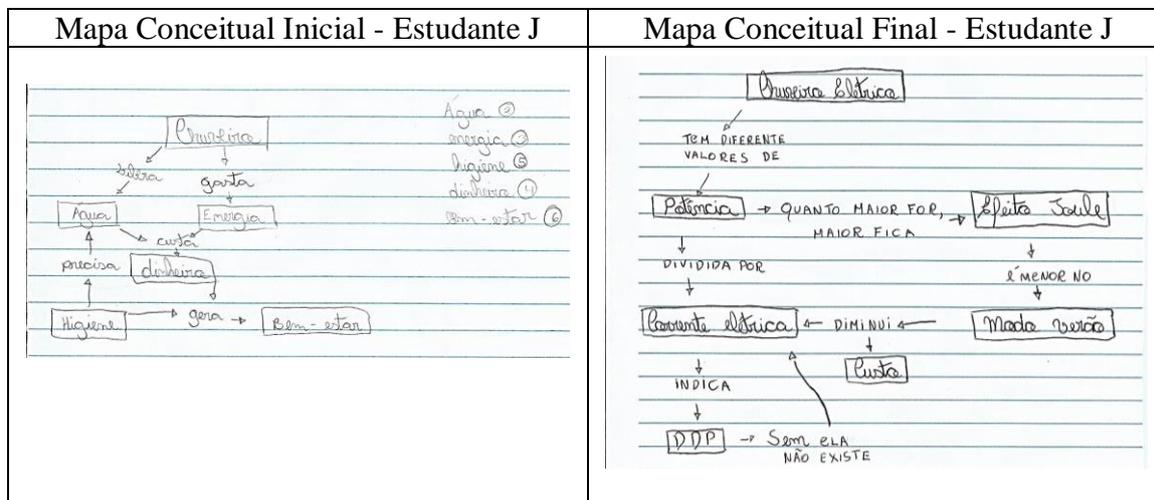
Presente no quadro 5.10, o mapa conceitual final elaborado pelo estudante J contém os conceitos enfatizados na UEPS. Inicialmente o estudante indica que o “chuveiro elétrico gasta energia” e “libera água” o que “custa dinheiro” e “gera bem estar”. Desta forma o uso do chuveiro elétrico está associado ao gasto de dinheiro, ao conforto e à higiene do usuário.

Em seu mapa conceitual final, o estudante J inclui a “DDP” (diferença de potencial), informa que “sem ela não existe corrente elétrica” e que o “quanto maior for (a potência do chuveiro), maior fica o efeito Joule”. O estudante J apresenta ainda que o “efeito Joule é menor no verão” (no modo verão) e isso “diminui corrente elétrica” e “custo”.

Em seu mapa conceitual final (quadro 5.10), o estudante J ainda apresenta na proposição “potência dividida por corrente elétrica indica DDP”, a equação para a

diferença de potencial U ($U = \frac{P}{i}$, onde U é a diferença de potencial, P é a potência elétrica e i , a intensidade da corrente elétrica).

Quadro 5.10 - Mapas conceituais elaborados pelo estudante J.



Segundo o estudante J, o “efeito Joule é menor no modo verão” sendo capaz de diminuir o custo de utilização do chuveiro elétrico. Estas colocações trazem evidências de compreensão do funcionamento do aparelho e remetem ao uso consciente de energia elétrica.

Concluindo a análise dos mapas conceituais apresentados nesta seção é possível perceber que, em geral, os estudantes usaram seus conhecimentos prévios na elaboração dos mapas conceituais finais, o que sugere indícios de aprendizagem significativa. Isso pode ser observado comparando os dois mapas elaborados por um mesmo estudante: o mapa conceitual final, mais elaborado e com maior riqueza conceitual, traz semelhanças com o mapa conceitual inicial.

A confusão apresentada por alguns estudantes e evidenciada pela troca do termo “resistor” por “resistência” merece destaque. Ao que parece, a linguagem do dia-a-dia de fato se apresenta como fator que interfere na diferenciação e reconciliação destes conceitos, gerando dificuldade na distinção entre o objeto e sua propriedade física.

5.3 Resultados da Sondagem Adicional

Como mencionado no capítulo 5, especificamente na parte final da seção 5.1, os resultados obtidos através da Sondagem Final (Subseção 6.3.6.1) indicaram a

necessidade de uma nova sondagem. Foi então elaborada e aplicada no encontro seguinte (sétimo encontro) a Sondagem Adicional (Subseção 6.3.6.1 - questões de 16 a 19), composta por quatro questões de múltipla escolha que abordavam as grandezas expressas na etiqueta de especificações técnicas de instalação de um chuveiro elétrico: diferença de potencial, potência, corrente elétrica máxima permitida pelo disjuntor e área de secção transversal dos fios a serem usados na instalação. As grandezas expressas nesta etiqueta se relacionavam com os conceitos enfatizados nesta proposta de trabalho. Estas questões buscaram identificar a compreensão dos estudantes sobre os seguintes conceitos: efeito Joule, potência elétrica, corrente elétrica e diferença de potencial.

A Sondagem Adicional começou com um parágrafo introdutório, seguido pelo texto e pela imagem apresentados na figura 5.10. Em seguida foram apresentadas as questões.

Figura 5.10 - Texto e imagem com especificações técnicas do chuveiro elétrico

**A imagem abaixo foi retirada de um chuveiro elétrico.
Responda às questões usando a imagem e os conceitos trabalhados.**



220V~ 4600W 25A 4mm²

A seguir será feita a análise das respostas às questões por meio do percentual de escolha por cada item.

A primeira questão da Sondagem Adicional (subseção 6.3.6.1 - questões de 16 a 19) a ser analisada envolve o significado do conceito de potência elétrica. Os distratores apresentam processos relacionados ao funcionamento do chuveiro elétrico:

I) A potência elétrica (4600 watts) indica:

- A voltagem aplicada nos terminais do resistor a cada segundo.
- O fluxo de carga elétrica que atravessa o resistor a cada segundo.
- A quantidade de energia elétrica consumida pelo aparelho elétrico a cada segundo.
- O número de portadores de carga que se movem através do resistor a cada segundo.

De acordo com o gráfico 5.31, 54% dos estudantes assinalaram corretamente que a potência elétrica representava a quantidade de energia elétrica consumida pelo aparelho a cada segundo. Percebe-se, observando o mesmo gráfico, um percentual de 46% dos estudantes não compreendeu o conceito de potência elétrica, pois o relacionou ao fluxo de cargas através do resistor ou à diferença de potencial também aplicada ao resistor a cada segundo.

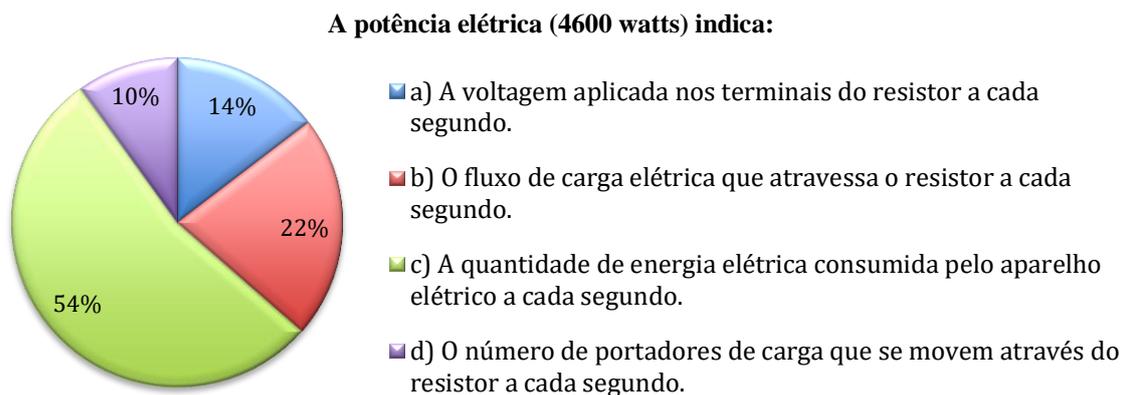


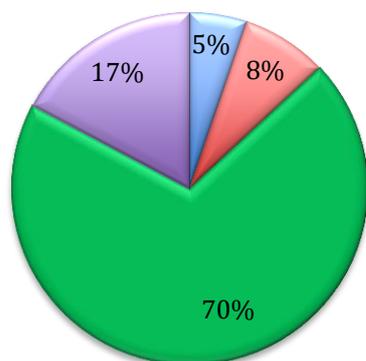
Gráfico 5. 31 - Resultado da Sondagem Adicional – potência elétrica.

A segunda questão abordou o efeito Joule e trouxe como alternativas os efeitos da corrente elétrica (fisiológico, químico, térmico e magnético):

II) Quando a corrente elétrica atravessa um condutor, alguns efeitos podem ser observados. A alternativa que melhor caracteriza o efeito Joule é:

- O tecido muscular, quando percorrido por corrente elétrica, sofre contrações involuntárias.
- A corrente elétrica ocasiona reações químicas, transformando de energia elétrica em energia química.
- A corrente elétrica, ao atravessar um material, transforma energia elétrica em energia térmica, causando aquecimento.
- A corrente elétrica gera em torno de si um campo magnético, fazendo os materiais percorridos por ela se comportarem como ímãs.

Quando a corrente elétrica atravessa um condutor, alguns efeitos podem ser observados. A alternativa que melhor caracteriza o efeito Joule é:



- a) O tecido muscular, quando percorrido por corrente elétrica, sofre contrações involuntárias.
- b) A corrente elétrica ocasiona reações químicas, transformando de energia elétrica em energia química.
- c) A corrente elétrica, ao atravessar um material, transforma energia elétrica em energia térmica, causando aquecimento.
- d) A corrente elétrica gera em torno de si um campo magnético, fazendo os materiais percorridos por ela se comportarem como ímãs.

Gráfico 5.32 - Resultado da Sondagem Adicional – efeito Joule.

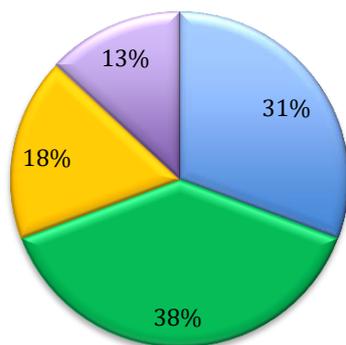
O gráfico 5.32 indica que 70% dos estudantes optaram pela resposta correta, relacionando o efeito Joule ao aquecimento causado pela passagem da corrente elétrica. No entanto, 17% assinalaram a alternativa que apresentava o efeito magnético da corrente elétrica. Apesar de os quatro efeitos da corrente elétrica terem sido apresentados na sequência didática, os resultados indicam que 30% dos estudantes não compreenderam corretamente o conceito de efeito Joule.

Na questão envolvendo o conceito de corrente elétrica, 38% dos estudantes responderam corretamente. No entanto, 31% dos estudantes relacionam a corrente elétrica à energia dissipada por um resistor, como apresenta o gráfico 5.33.

III) Sobre a corrente elétrica, que neste caso é de 25 ampères, é correto afirmar que:

- a. É a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica por um resistor.
- b. É o movimento ordenado de portadores de carga através de um material condutor.
- c. É a quantidade de energia fornecida aos portadores de carga livres.
- d. Representa a energia elétrica utilizada por um aparelho elétrico.

Sobre a corrente elétrica, que neste caso é de 25 ampères, é correto afirmar que:



- a) É a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica por um resistor.
- b) É o movimento ordenado de portadores de carga através de um material condutor.
- c) É a quantidade de energia fornecida aos portadores de carga livres.
- d) Representa a energia elétrica utilizada por um aparelho elétrico.

Gráfico 5.33 - Resultado da Sondagem Adicional – corrente elétrica.

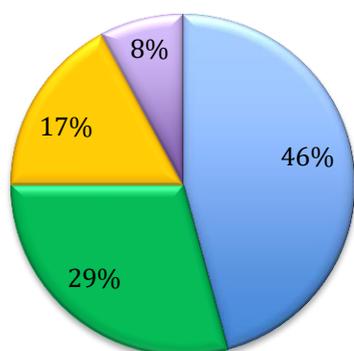
A quarta questão abordou o conceito de diferença de potencial:

IV) De acordo com a imagem, o aparelho deve ser ligado em uma diferença de potencial de 220 volts. O conceito de ddp pode ser descrito como a quantidade de energia elétrica:

- a. Dissipada por um fio condutor ao ser percorrido por uma corrente elétrica.
- b. Fornecida a cada unidade de carga elétrica que participa do circuito.
- c. Transformada por um aparelho elétrico após um intervalo de tempo.
- d. Adquirida por cada átomo que constitui o condutor elétrico.

Quanto ao significado do conceito diferença de potencial, o gráfico 5.34 mostra que 46% dos estudantes indicaram ser a quantidade de energia elétrica dissipada por um fio condutor percorrido por corrente elétrica e 29% dos aprendizes responderam corretamente à questão.

De acordo com a imagem, o aparelho deve ser ligado em uma diferença de potencial de 220 volts. O conceito de ddp pode ser descrito como a quantidade de energia elétrica:



- a) Dissipada por um fio condutor ao ser percorrido por uma corrente elétrica.
- b) Fornecida a cada unidade de carga elétrica que participa do circuito.
- c) Transformada por um aparelho elétrico após um intervalo de tempo.
- d) Adquirida por cada átomo que constitui o condutor elétrico.

Gráfico 5.34 - Resultado da Sondagem Adicional – diferença de potencial.

A respeito do significado dos conceitos de corrente elétrica e de diferença de potencial, os gráficos 5.33 e 5.34 apresentam baixo nível de compreensão por parte dos estudantes.

A Tabela 5.6 sintetiza o índice de acerto dos estudantes nas questões envolvendo o significado das grandezas relacionadas ao funcionamento do chuveiro elétrico

Tabela 5.6 – Síntese dos resultados – significado das grandezas envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico

SIGNIFICADO DAS GRANDEZAS RELACIONADAS AO FUNCIONAMENTO DO CHUVEIRO ELÉTRICO	Percentual de acerto
Potência elétrica	54%
Corrente elétrica	38%
Diferença de potencial	29%
Efeito Joule	70%

Os resultados da Sondagem Adicional foram importantes para identificar de forma mais clara a contribuição da sequência didática no aprendizado dos conceitos trabalhado, especificamente em relação à apropriação dos significados cientificamente aceitos.

Observando os gráficos 5.29, 5.30, 5.31, 5.32 e a tabela 5.6, conclui-se que os maiores índices de acerto foram obtidos nas questões que tratavam dos conceitos de potência elétrica e efeito Joule. É provável que este resultado seja devido à ênfase dada a estes conceitos nesta sequência didática. Esta ênfase é observada ao se ressaltar, na aplicação do projeto, a importância do consumo consciente e destacar que os aparelhos destinados ao aquecimento por meio do efeito Joule apresentam valores elevados de potência elétrica, como é o caso do chuveiro elétrico. Também foi destacado que aparelhos com estas características, quando usados por muito tempo, geram impacto significativo sobre o consumo de energia elétrica e sobre o valor da conta de luz.

5.4 Resultados da Pesquisa de Opinião

A Pesquisa de Opinião foi elaborada com o objetivo de levantar a impressão dos estudantes sobre a proposta de ensino, destacando sua contribuição para despertar o interesse e facilitar a aprendizagem.

Os resultados obtidos a partir da Pesquisa de Opinião são apresentados pelos gráficos de 5.33 a 5.38.

Em uma escala de 1 a 5, qual é o seu grau de satisfação com atividades realizadas ao longo do projeto?

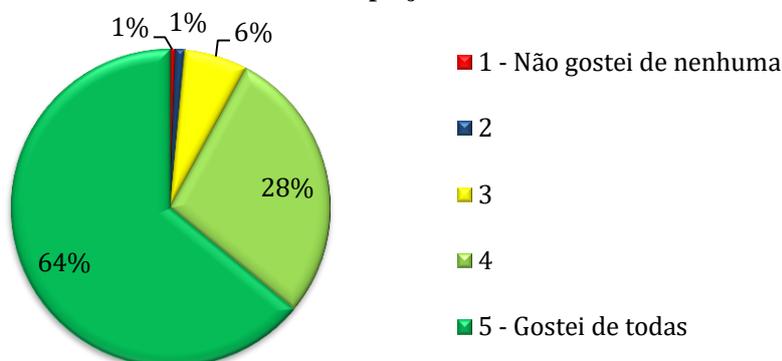


Gráfico 5. 35 - Resultado da Pesquisa de Opinião – grau de satisfação com a proposta.

Os estudantes mostraram bom grau de satisfação com as atividades realizadas. O gráfico 5.35 mostra que 92% deles apresentaram grau de satisfação acima da média.

As atividades realizadas contribuíram para tornar o assunto mais interessante?

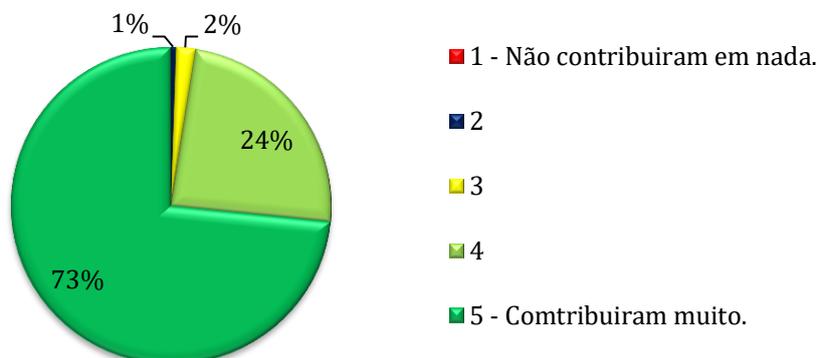


Gráfico 5. 36 - Resultado da Pesquisa de Opinião – contribuição da proposta para despertar o interesse.

Para 97% dos estudantes, as atividades realizadas contribuíram para tornar o assunto mais interessante, conforme apresenta o gráfico 5.36.

Quanto à relevância das atividades para esclarecer os conceitos abordados, 89% dos estudantes responderam que elas contribuíram positivamente (gráfico 5.37) e 10% respondeu que a contribuição foi parcial.

As atividades realizadas contribuíram para esclarecer os conceitos abordados?

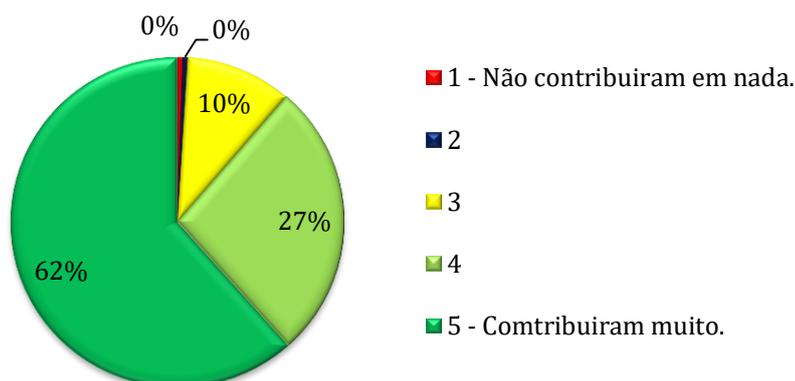


Gráfico 5. 37 - Resultado da Pesquisa de Opinião – contribuição da proposta para o esclarecimento.

Para auxiliar outros professores na escolha de projetos semelhantes a este, 97% dos estudantes o recomendam com segurança.

Você recomendaria este projeto para outros professores de Física?

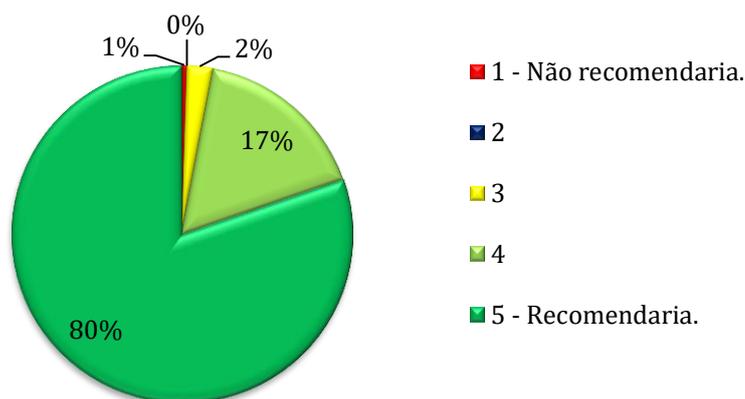


Gráfico 5. 38 - Resultado da Pesquisa de Opinião – grau de recomendação do projeto.

Finalizando a Pesquisa de Opinião, 99% dos estudantes avaliaram positivamente o projeto (Gráfico 5.39).

Considerando os resultados da Pesquisa de Opinião, é possível concluir que, segundo os estudantes, o projeto teve boa aceitação e foi visto como uma boa ferramenta para despertar o interesse e facilitar a compreensão dos conceitos abordados.

De modo geral, como você avalia este projeto?

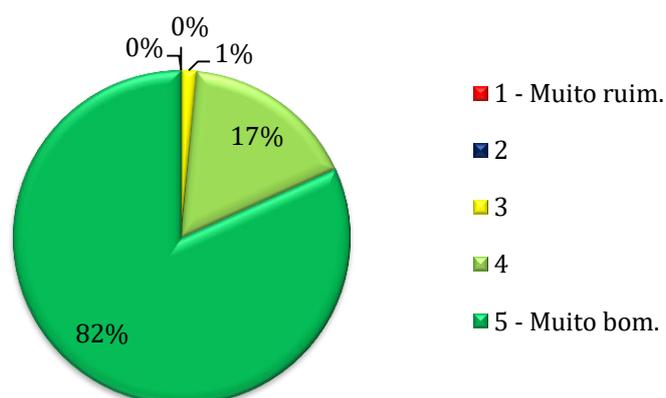


Gráfico 5.39 - Resultado da Pesquisa de Opinião – avaliação do projeto.

Sintetizando os resultados das questões apresentadas na Pesquisa de Opinião, a tabela 5.7 apresenta a soma dos percentuais de estudantes que assinalaram 4 e 5.

Tabela 5.7 – Síntese dos resultados – Pesquisa de Opinião

OPINIÃO DOS ESTUDANTES:	Avaliaram 4 ou 5 numa escala de 1 a 5
Grau de satisfação com as atividades realizadas	92%
Contribuição das atividades para tornar o assunto mais interessante	97%
Contribuição das atividades para esclarecer os conceitos	89%
Recomendam do projeto para outros professores	97%
Avaliação geral do projeto	99%

A Pesquisa de Opinião (subseção 6.3.7.1) contou com duas questões dissertativas. A primeira delas questionou os estudantes quanto à atividade que mais lhes chamou a atenção. Na segunda questão, os estudantes justificaram suas opiniões em relação ao projeto.

A atividade que mais chamou a atenção dos estudantes foi a experimental - simulação de funcionamento do chuveiro elétrico no laboratório (quarto encontro).

Outra atividade que se destacou, segundo a opinião dos estudantes, foi a elaboração de mapas conceituais.

O uso de *slides* nas aulas, os debates sobre consumo e a análise das partes do chuveiro elétrico também foram mencionadas pelos estudantes.

Nesta ocasião, o estudante 115 (Apêndice E) apresentou a seguinte crítica:

“A falta de tempo foi um problema creio eu, quanto mais tempo passava mais eu sentia dificuldade em responder os questionários, então acho que é necessário um maior foco em repassar os conteúdos e ao mesmo tempo apresentar o conteúdo novo, dessa forma seria possível fixar de maneira mais fácil e mais duradoura o conteúdo proposto.”

Esta colocação expressa a necessidade sentida pelo estudante de repassar o conteúdo para fixar o conteúdo de maneira duradoura. Esta colocação remete à estrutura tradicionalmente utilizada como modelo de ensino, com ampla aceitação e que, em geral, conduz à aprendizagem mecânica.

Não é de se estranhar este tipo de colocação e Moreira (2011b), fazendo uma observação sobre as causas pelas quais nem as teorias de aprendizagem nem os resultados da pesquisa básica em ensino chegam às salas de aula, justifica:

Não se trata aqui de culpar psicólogos educacionais, educadores, pesquisadores, professores e alunos, mas o fato é que o modelo da narrativa é aceito por todos – alunos, professores, pais, a sociedade em geral – como “o modelo” e a aprendizagem mecânica como “a aprendizagem”. (MOREIRA, 2011b)

Devido ao caráter predominantemente qualitativo da análise dos dados feita neste projeto, todas as respostas apresentadas pelos estudantes às questões dissertativas estão disponíveis para consulta no Apêndice E.

De forma geral os estudantes avaliaram o projeto positivamente, pois julgaram as aulas interessantes quando comparadas a aulas tradicionais. Também elogiaram a metodologia utilizada e a abordagem de tópicos do cotidiano. As respostas indicam que o projeto foi útil para despertar o interesse e facilitar a aprendizagem.

6 PRODUTO EDUCACIONAL

Modelo de Sequência Didática

6.1 Introdução

Este produto educacional tem o objetivo de auxiliar os profissionais de educação na elaboração de sequências didáticas que visem promover a aprendizagem significativa de conceitos. Segundo a Teoria de David Ausubel¹², aprendizagem significativa é aquela em que o novo conhecimento é incorporado, pelo aprendiz, a aspectos específicos e relevantes de sua estrutura cognitiva, passando a integrá-la.

Elaborado no contexto do curso de Mestrado em Ensino de Física realizado na Universidade de Brasília - MNPEF¹³ - e aplicado na pesquisa feita com estudantes da terceira série do ensino médio, este produto educacional oferece estratégias para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o chuveiro elétrico e a rede elétrica residencial com o objetivo de relacioná-los ao conteúdo a ser ensinado, facilitando a aquisição e retenção de conceitos eletrodinâmica.

A ampla utilização do chuveiro elétrico no Brasil leva a maior parte dos nossos estudantes a ter noção das características do aparelho. Em geral, os usuários são alertados quanto à duração dos banhos para evitar gastos desnecessários com energia elétrica. No entanto poucos sabem que operar adequadamente chave de seleção inverno verão representa outra forma de poupar energia. Este tipo de questão pode fomentar o debate, relacionando os conceitos de eletrodinâmica ao uso consciente de energia elétrica.

Buscando facilitar a aprendizagem significativa de conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule, este produto educacional é apresentado

¹² Ausubel, em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (1963) apresenta uma teoria de aprendizagem significativa em oposição à aprendizagem verbal por memorização. A teoria se baseia na proposição de que a “aquisição e retenção de conhecimentos [...] são produto de um processo ativo, integrador e interactivo entre o material de instrução (matérias) e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, com as quais as novas ideias estão relacionadas de formas particulares.” (AUSUBEL, 2003)

¹³ O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF - é uma ação da Sociedade Brasileira de Física –SBF – e congrega diferentes Instituições de Ensino Superior do País.

como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) ¹⁴, dividindo-se em três partes:

I) Proposta de UEPS para o ensino e conceitos básicos de eletrodinâmica;

II) Atividades e Orientações;

III) Atividades Complementares.

A seção **Proposta de UEPS para o ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica** descreve as sete etapas da proposta de ensino, permitindo que o professor tenha uma visão geral das atividades a serem realizadas. Na seção **Atividades e Orientações** as Atividades são organizadas por encontro (a cada duas aulas). Esta seção contém:

- formulários para Sondagens Inicial e Final e tarefas de sala;
- orientações para a elaboração dos mapas conceituais;
- apresentações com as situações-problema e o respectivo contexto;
- orientações para a confecção do kit experimental e também para a realização da prática de laboratório.

Por fim, a seção **Atividades Complementares** apresenta atividades que visam aprimorar a aprendizagem significativa do conceito de resistência elétrica. São sugeridas duas atividades experimentais que abordam diretamente as características dos resistores elétricos.

Para facilitar a visualização, reprodução e utilização do produto educacional, foi criado um site para disponibilizar o material utilizado. É possível acessá-lo em:

<https://sites.google.com/site/fisicadochuveiroeletrico/>

¹⁴ Modelo proposto pelo Prof. Dr. Marco Antonio Moreira para a elaboração e aplicação de seqüências didáticas guiadas pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Em seu trabalho, Moreira (2011b) busca atingir a aprendizagem significativa e crítica, considerando também as contribuições de importantes teóricos como Novak, Gowin, Vergnaud e Jonson-Laird e Vigotsky.

6.2 Proposta de UEPS para o ensino de conceitos básicos de eletrodinâmica

César Borges Teixeira*

Objetivo: Facilitar a aquisição de conceitos básicos de eletrodinâmica (corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule) na terceira série do ensino médio.

Sequência:

1. Atividades iniciais: aplicação do questionário (Sondagem Inicial) com questões sobre o chuveiro elétrico e instalações elétricas. Após a aplicação do questionário os estudantes receberão orientações para elaborar um mapa conceitual, tendo como tema o chuveiro elétrico. Proposição de atividade extraclasse: os estudantes podem ser organizados em grupos para escolher um eletrodoméstico e anotar suas especificações técnicas – voltagem de entrada, potência elétrica e corrente elétrica (caso seja informada). Estas informações motivarão a elaboração de um dicionário conceitual contendo os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule.

2. Situação-problema inicial: apresentação da atividade extraclasse para a turma: os grupos apresentarão o resultado da pesquisa. Correções conceituais podem ser feitas durante a apresentação dos grupos. Em seguida, apresentar tópicos relevantes envolvendo questões energéticas e os conhecimentos prévios dos estudantes observados na Sondagem Inicial e nos mapas conceituais: o consumo de energia elétrica residencial ao longo do dia; o percentual de participação dos eletrodomésticos no consumo residencial de energia elétrica; as formas de tarifação de energia elétrica (Sistema de Bandeiras Tarifárias, Tarifa Branca, Pré-pagamento de Energia Elétrica). Após esta apresentação, organizar os estudantes em grupos para debater as formas de uso dos eletrodomésticos empregados na refrigeração, no aquecimento da água e na iluminação, buscando eleger formas de uso que resultem em economia de energia elétrica. Após o

* Mestrando do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (Polo 01 – UnB). Professor da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal.

debate, os estudantes poderão expor suas conclusões em um segundo debate com toda a turma.

3. Aprofundando conhecimentos: partindo da pergunta “o que faz um eletrodoméstico funcionar?” (para aprimorar a compreensão do conceito de energia elétrica) o professor pode apresentar do significado dos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência elétrica e efeito Joule, evidenciando os aspectos microscópicos relacionados a eles. Simulações computacionais podem ser usadas nesta etapa para facilitar a compreensão dos conceitos e apresentar suas relações de proporcionalidade. São sugeridas simulações PhET¹⁵ que explorem a influência da diferença de potencial sobre a intensidade da corrente elétrica¹⁶ e do efeito Joule¹⁷. Finalizando esta etapa, organizar os estudantes em grupos para solucionar a situação-problema relacionada ao uso do chuveiro elétrico. Eles deverão considerar duas situações:

- uso de um chuveiro com **potência predefinida e tempo escolhido pelo grupo;**
- uso de um chuveiro com **tempo predefinido e potência escolhida pelo grupo.**

Os estudantes deverão calcular a corrente elétrica, a energia elétrica consumida e o custo da energia elétrica consumida em cada uma das duas situações-problema e o professor os auxiliará nesta tarefa. Os resultados serão usados em um debate que ressaltará como os dados foram obtidos e buscará eleger a forma de uso compatível com o uso consciente de energia elétrica.

4. Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade - realização da atividade experimental: breve exposição oral sobre a resistência elétrica de um corpo. Características como comprimento, área de seção transversal e material do qual o corpo é feito podem ser abordadas neste momento. O resistor de um chuveiro pode ser esticado para visualização de seu comprimento. Cabe destacar que ele se apresenta enrolado para que possa caber no chuveiro.

¹⁵ “PhET é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área e ensino de ciências (<http://phet.colorado.edu>) e as disponibiliza em seu portal para serem usadas *on-line* ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos.” (ARANTES, MIRANDA e STUDART, 2010)

¹⁶ *Battery-resistor circuit*, disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/battery-resistor-circuit>>, acesso em: 11 out. 2016.

¹⁷ *Circuit Construction Kit (AC+DC)* disponível em: <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-ac>>. Acesso em: 11 out. 2016.

Durante as orientações para a realização do experimento, o professor pode apresentar para os estudantes os pontos de conexão do resistor do chuveiro à rede elétrica. Isso pode fomentar uma breve discussão qualitativa relacionando a resistência elétrica de cada segmento ao seu comprimento e à respectiva função de funcionamento (inverno ou verão). Como desdobramento desta discussão, a intensidade da corrente elétrica, a potência elétrica e o efeito Joule podem ser abordados neste instante.

Em seguida, realizar a atividade experimental com três resistores de chuveiro ligados em série, acomodados dentro de garrafas pet e submersos em água. Os estudantes anotarão as características do experimento a ser realizado – valor da diferença de potencial aplicada, quantidade de água, temperatura inicial da água e segmento do resistor associado ao circuito (inverno ou verão). Após fazer estas anotações, a associação de resistores será ligada à rede elétrica por alguns segundos (cerca de 20 segundos) e em seguida desligada. O intervalo de tempo e o valor da temperatura final da água serão ser registrados. A partir dos dados coletados os estudantes poderão calcular a energia térmica recebida pela água, a potência elétrica dissipada pelo resistor e a corrente elétrica envolvida no experimento.

Ao final o professor poderá fazer intervenções, comparando os dados da etiqueta de especificações técnicas de um chuveiro elétrico aos dados obtidos a partir da experimentação – resistência equivalente, diferença de potencial, intensidade da corrente elétrica, da potência elétrica e do efeito Joule.

5. *Reconciliação de conceitos:* análise do mecanismo de funcionamento de um chuveiro simples. As respostas dos estudantes às questões da sondagem inicial relacionadas ao funcionamento do chuveiro poderão ser usadas como atrativo para a análise de um chuveiro desmontado. As partes específicas do chuveiro podem ser apresentadas por meio de uma apresentação de *slides*, ressaltando sua função e reconciliando os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial, potência e efeito Joule ao funcionamento do aparelho.

6. *Avaliação – sondagem final e mapas conceituais finais:* aplicação da sondagem final e elaboração dos mapas conceituais finais.

7. Encontro final: aplicação da Pesquisa de Opinião e correção dos problemas de aprendizagem apresentados pelos estudantes. Nesta etapa, uma breve exposição oral pode ser suficiente para atingir estes objetivos.

8. Avaliação da UEPS: Buscar evidências de aprendizagem significativa durante as aulas, considerando as falas dos estudantes nas atividades realizadas, e também a comparação dos Mapas Conceituais Iniciais e Finais e das Sondagens aplicadas. Poderão ser realizadas modificações na proposta, caso seja necessário.

6.3 Atividades e Orientações

6.3.1 Primeira Etapa – 1ª e 2ª aula

6.3.1.1 Sondagem Inicial

Este formulário tem dois objetivos: registrar sua presença e observar seus conhecimentos. Por isso, responda às questões com atenção.

Não escolha as respostas ao acaso (não chute).

Nome:

Número:

Série e turma:

Questão 1

Considere que os aparelhos listados abaixo permaneçam ligados durante o mesmo tempo (20 minutos, por exemplo). Qual deles consome mais energia elétrica?

- a) Chuveiro elétrico
- b) TV
- c) Ferro de passar
- d) Geladeira
- e) Ar condicionado

Questão 2

Você desliga o chuveiro para se ensaboar ou lavar os cabelos?

- a) Sim
- b) Não

Questão 3

Durante seu banho, por quantos minutos, aproximadamente, o chuveiro permanece ligado?

- a) Por até 10 minutos
- b) De 10 a 20 minutos
- c) De 20 a 30 minutos
- d) Por mais de 30 minutos

Questão 4

Os chuveiros simples apresentam as seguintes opções de funcionamento: Inverno, Verão e Desligado. De acordo com seus conhecimentos:

- a) Na opção "Inverno" a água fica mais quente.
- b) Na opção "Verão" a água fica mais quente.
- c) Não sei qual é a diferença entre as opções Inverno e Verão.

Este é o componente do chuveiro que aquece a água para o banho. Trata-se de um fio metálico enrolado. Observe que ele tem três pontos de conexão.

Figura 6.1 - Componente do chuveiro que aquece a água para o banho



Questão 5

Você já tinha visto este componente?

- a) Sim
- b) Não

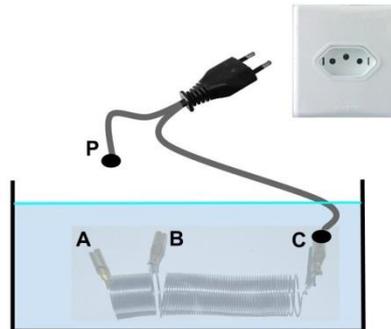
Questão 6

Você sabe o nome deste componente?

- c) Transformador
- d) Capacitor
- e) Comutador
- f) Resistência
- g) Diafragma
- h) Resistor
- i) Capacitância
- j) Não sei o nome deste componente

Observe a imagem abaixo. O componente que aquece a água no chuveiro está dentro d'água. Ele deve ser ligado da seguinte forma: primeiro conecte o ponto P em A ou B e depois ligue a montagem na tomada. Note que o ponto C já está conectado.

Figura 6.2 - Montagem simulando um chuveiro elétrico



Questão 7

A água esquentar mais rápido quando P é ligado em A ou em B?

Você precisa aquecer esta quantidade de água e tem pouco tempo para isso.

Para aquecer a água em menos tempo, você conectaria o ponto P em A ou em B?

- a) A
- b) B

Questão 8

E para aquecer mais água?

Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

- a) Mais tempo
- b) Menos tempo

Questão 9

A água esquentar mais rápido quando a tomada é de 110 ou 220 volts?

- a) 110 volts
- b) 220 volts
- c) Não faz diferença. O aquecimento da água será o mesmo em 110 ou 220 volts

Por falar em tomadas, você sabe o que elas têm de especial? Observe essa tomada com três furos. Em Brasília, cada furo tem uma função diferente.

Figura 6.3 - Tomada com três furos
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomada_elétrica



Questão 10

Qual a função do furo central?

Escolha apenas uma alternativa.

- a) Terra
- b) Neutro
- c) Fase
- d) Não sei

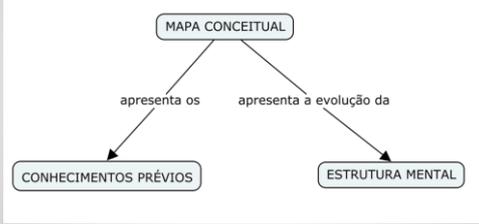
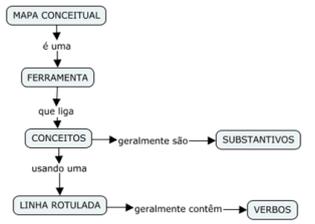
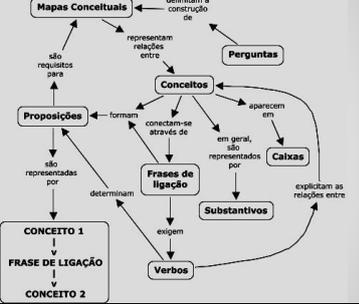
Questão 11

E qual a função dos outros dois furos?

Escolha apenas uma alternativa.

- a) Terra e Neutro
- b) Neutro e Fase
- c) Fase e Terra
- d) Não sei

6.3.1.2 Orientações para a elaboração dos Mapas Conceituais Iniciais

SLIDE 1	SLIDE 2
<p style="text-align: center;">Mapas Conceituais</p> <p style="text-align: center;">Uma ferramenta para organizar as ideias</p>	<p style="text-align: center;">Qual a finalidade?</p> 
SLIDE 3	SLIDE 4
<p style="text-align: center;">O que é um Mapa Conceitual?</p> 	<p style="text-align: center;">Vamos fazer um Mapa Conceitual</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Escolha um tema 1. Faça uma lista com os conceitos chave <ol style="list-style-type: none"> a. Conceitos gerais b. Conceitos específicos 3. Ligue os conceito, começando com os mais gerais. Use linhas com verbos nos rótulos
SLIDE 5	SLIDE 6
<p style="text-align: center;">O tema é “chuveiro elétrico”</p> <p style="text-align: center;">Atividade individual</p> <p style="text-align: center;">Faça um mapa conceitual usando o chuveiro elétrico como tema</p> 	<p style="text-align: center;">Exemplo</p> 

Fonte: UFRGS - Lead.CAP (Brasil). IHCM

6.3.1.3 Orientações para a atividade de pesquisa extraclasse

Atividade em grupo

Descrição:

1) escolham um eletrodoméstico e anotem o valor da diferença de potencial e da potência elétrica deste aparelho;

2) use estes valores para calcular a intensidade da corrente elétrica;

3) pesquisem o significado dos seguintes conceitos (usem o livro didático e a internet):

- diferença de potencial,
- corrente elétrica,
- potência elétrica e
- efeito Joule.

4) elaborem um dicionário de conceitos com o significado dos quatro conceitos pesquisados.

O grupo deverá apresentar esta atividade para a turma na aula seguinte.

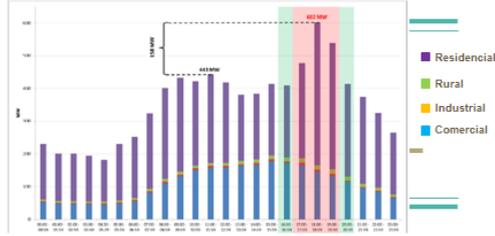
6.3.2 Segunda Etapa - 3ª e 4ª aula

6.3.2.1 Apresentação – Consumo consciente de energia elétrica e primeira situação-problema

SLIDE 1	SLIDE 2																																																																																				
<h3 style="text-align: center;">Análise dos Mapas Conceituais</h3> <p style="text-align: center;">Alguns alunos relacionaram o chuveiro com:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o aquecimento da água, - a energia elétrica gasta, - o resistor e - a higiene. 	<h3 style="text-align: center;">Pensando em energia elétrica...</h3> <p style="text-align: center;">...como ela tem sido consumida?</p>																																																																																				
SLIDE 3	SLIDE 4																																																																																				
<h3 style="text-align: center;">Tipo de consumo por região</h3> <p style="text-align: center;">Participação de diferentes usos no consumo residencial de energia elétrica por região. (Salazar, 2004, apud Almeida et al., 2001)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Região</th> <th>Refrigeração [%]</th> <th>Aquecimento de Água [%]</th> <th>Iluminação [%]</th> <th>Ar Condicionado [%]</th> <th>Outros [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sudeste</td><td>33,1</td><td>23,4</td><td>11,2</td><td>3,3</td><td>29,0</td></tr> <tr><td>Sul</td><td>32,6</td><td>22,4</td><td>10,9</td><td>1,5</td><td>32,7</td></tr> <tr><td>Norte</td><td>35,4</td><td>4,5</td><td>19,6</td><td>9,4</td><td>31,1</td></tr> <tr><td>Nordeste</td><td>41,0</td><td>7,2</td><td>18,2</td><td>3,1</td><td>30,5</td></tr> <tr><td>Centro-Oeste</td><td>33,6</td><td>23,2</td><td>12,1</td><td>2,3</td><td>28,9</td></tr> <tr><td>Brazil</td><td>34,1</td><td>20,7</td><td>12,3</td><td>3,0</td><td>29,9</td></tr> </tbody> </table>	Região	Refrigeração [%]	Aquecimento de Água [%]	Iluminação [%]	Ar Condicionado [%]	Outros [%]	Sudeste	33,1	23,4	11,2	3,3	29,0	Sul	32,6	22,4	10,9	1,5	32,7	Norte	35,4	4,5	19,6	9,4	31,1	Nordeste	41,0	7,2	18,2	3,1	30,5	Centro-Oeste	33,6	23,2	12,1	2,3	28,9	Brazil	34,1	20,7	12,3	3,0	29,9	<h3 style="text-align: center;">Por onde começar a economizar?</h3> <p style="text-align: center;">Participação de diferentes usos no consumo residencial de energia elétrica por região. (Salazar, 2004, apud Almeida et al., 2001)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Região</th> <th>Refrigeração [%]</th> <th>Aquecimento de Água [%]</th> <th>Iluminação [%]</th> <th>Ar Condicionado [%]</th> <th>Outros [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sudeste</td><td>33,1</td><td>23,4</td><td>11,2</td><td>3,3</td><td>29,0</td></tr> <tr><td>Sul</td><td>32,6</td><td>22,4</td><td>10,9</td><td>1,5</td><td>32,7</td></tr> <tr><td>Norte</td><td>35,4</td><td>4,5</td><td>19,6</td><td>9,4</td><td>31,1</td></tr> <tr><td>Nordeste</td><td>41,0</td><td>7,2</td><td>18,2</td><td>3,1</td><td>30,5</td></tr> <tr style="border: 2px solid red;"><td>Centro-Oeste</td><td>33,6</td><td style="border: 2px solid black;">23,2</td><td>12,1</td><td>2,3</td><td>28,9</td></tr> <tr><td>Brazil</td><td>34,1</td><td>20,7</td><td>12,3</td><td>3,0</td><td>29,9</td></tr> </tbody> </table>	Região	Refrigeração [%]	Aquecimento de Água [%]	Iluminação [%]	Ar Condicionado [%]	Outros [%]	Sudeste	33,1	23,4	11,2	3,3	29,0	Sul	32,6	22,4	10,9	1,5	32,7	Norte	35,4	4,5	19,6	9,4	31,1	Nordeste	41,0	7,2	18,2	3,1	30,5	Centro-Oeste	33,6	23,2	12,1	2,3	28,9	Brazil	34,1	20,7	12,3	3,0	29,9
Região	Refrigeração [%]	Aquecimento de Água [%]	Iluminação [%]	Ar Condicionado [%]	Outros [%]																																																																																
Sudeste	33,1	23,4	11,2	3,3	29,0																																																																																
Sul	32,6	22,4	10,9	1,5	32,7																																																																																
Norte	35,4	4,5	19,6	9,4	31,1																																																																																
Nordeste	41,0	7,2	18,2	3,1	30,5																																																																																
Centro-Oeste	33,6	23,2	12,1	2,3	28,9																																																																																
Brazil	34,1	20,7	12,3	3,0	29,9																																																																																
Região	Refrigeração [%]	Aquecimento de Água [%]	Iluminação [%]	Ar Condicionado [%]	Outros [%]																																																																																
Sudeste	33,1	23,4	11,2	3,3	29,0																																																																																
Sul	32,6	22,4	10,9	1,5	32,7																																																																																
Norte	35,4	4,5	19,6	9,4	31,1																																																																																
Nordeste	41,0	7,2	18,2	3,1	30,5																																																																																
Centro-Oeste	33,6	23,2	12,1	2,3	28,9																																																																																
Brazil	34,1	20,7	12,3	3,0	29,9																																																																																
SLIDE 5	SLIDE 6																																																																																				
<h3 style="text-align: center;">Em que horário se consome mais energia elétrica?</h3>	<h3 style="text-align: center;">Consumo por equipamento (simulação)</h3> <p style="text-align: center;">Fonte: TOMÉ, 2014, apud Eletrobras/Procel, 2013.</p>																																																																																				
SLIDE 7	SLIDE 8																																																																																				
<h3 style="text-align: center;">Chuveiro x os outros</h3> <p style="text-align: center;">Fonte: TOMÉ, 2014, apud Eletrobras/Procel, 2013.</p>	<h3 style="text-align: center;">Curva de demanda por tipo de consumidor</h3> <p style="text-align: center;">Curva de demanda desagregada por tipo de consumidor para o dia de demanda típico do ano de 2003 na região de concessão da CELESC Fonte: SALAZAR, 2004, apud CELESC, 2004.</p>																																																																																				

SLIDE 9

Curva de demanda - CEB



Fonte: Leite, 2013.

SLIDE 10

O custo da energia elétrica

Bandeira tarifária - uso de termelétricas

Verde - sem acréscimo

Amarela - R\$ 0,025 a cada kWh

Vermelha - R\$ 0,045 a cada kWh

Reajustes

MARÇO 2015 - Reajuste de 24,1%

AGOSTO 2015 - Reajuste de 18,36%

fontes: <http://www.ceb.com.br/index.php/comunicados/366-nota-ceb-reajuste-tarifario-anual-2015>
<http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/ada/res-758> (acesso em 10/09/2015)

SLIDE 11

2ª Atividade em grupo para discussão em círculo

- a. Já que nos preocupamos com o consumo, que medidas podem ser tomadas em relação à/ao:

Refrigeração: Aquecimento da água: Iluminação:

- b. Por qual destas categorias a economia poderia começar?
 c. Na categoria escolhida, que aparelho consome mais energia elétrica?

SLIDE 12

Informações adicionais

SLIDE 13

Formas de aquecimento

Aquecimento de água para banho

Porcentagens por fonte de aquecimento de água

País	Energia					Não Aquece
	Elétrica	Gás	Solar	Carvão	Outros	
EUA	41,20	55,01	-	-	0,35	0,35
Austrália	52,30	40,10	8,50	-	2,30	-
Canadá	45,30	49,10	-	-	5,50	5,30

Fonte: Tomé, 2014, apud U.S. Energy Information Agency, 2009, Australian Bureau of Statistics 2011, Natural Resources Canada, 2010.

SLIDE 14

Formas de aquecimento

Aquecimento de água para o banho - Brasil

Porcentagens por fonte de aquecimento de água

Região	Energia					Não Aquece
	Elétrica	Gás	Solar	Carvão	Outros	
Centro-Oeste	86,1	1,0	0,9	0,4	0,2	12,1
Nordeste	17,7	6,6	0,1	1,9	0,2	74,9
Norte	11,7	1,8	0,2	0,1	0,3	86,0
Sudeste	92,9	3,4	0,9	1,3	0,1	3,3
Sul	95,5	5,5	0,5	0,9	0,1	0,9
Brasil	70,9	4,2	0,6	1,2	0,1	24,7

Fonte: Tomé, 2014, apud IBGE, 2008-2009.

SLIDE 15

Fontes de aquecimento

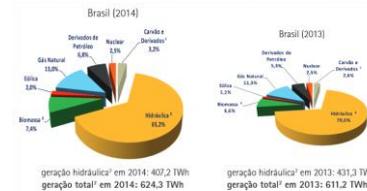
Aquecimento de água para o banho - adaptação

Porcentagens por fonte de aquecimento de água

Região	Energia				
	Elétrica	Gás	Solar	Carvão	Outros
Centro-Oeste	97,2	1,1	1,0	0,5	0,2
Nordeste	66,8	24,9	0,4	7,2	0,7
Norte	83,0	12,8	1,4	0,7	2,1
Sudeste	94,2	3,5	0,9	1,3	0,1
Sul	93,1	5,4	0,5	0,9	0,1
Brasil	92,1	5,4	0,8	1,6	0,1

Fonte: Tomé, 2014, apud IBGE, 2008-2009.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA



geração hidrelétrica¹ em 2014: 407,2 TWh
 geração total¹ em 2014: 624,3 TWh

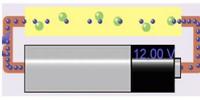
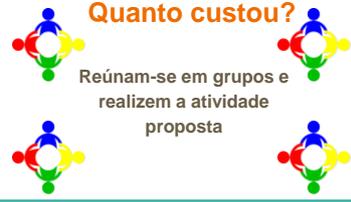
geração hidrelétrica² em 2013: 431,3 TWh
 geração total² em 2013: 611,2 TWh

Fonte: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf

6.3.3 Terceira Etapa - 5ª e 6ª aula

6.3.3.1 Apresentação – Trabalhando com conceitos básicos de eletrodinâmica envolvidos no funcionamento de aparelhos elétricos

SLIDE 1	SLIDE 2
<p style="text-align: center;">Revisão</p>	<p>Como a energia elétrica sai das tomadas e pilhas e chega aos aparelhos?</p> <div style="text-align: center;"> <p>APARELHO ELÉTRICO — MATERIAL CONDUTOR (FIOS) — TOMADA OU PILHA</p> </div> <p>QUAL É A DIFERENÇA ENTRE CONDUTORES E ISOLANTES?</p>
<p>Partículas portadoras de cargas elétricas</p> <p>A matéria é composta por átomos e cada átomo é formado por: prótons (+), nêutrons e elétrons (-)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-left: 20px;"> <p>elétron</p> <p>próton</p> <p>nêutron</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>repulsão</p> <p>atração</p> </div> </div> <p><small>Fonte: Wikimedia.com</small></p>	<p>Ligação metálica e corrente elétrica</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-left: 20px;"> <p>elétrons livres</p> <p>Ion +</p> </div> </div> <p><small>Fonte: Wikimedia.com</small> <small>Fonte: http://www.rc.unesp.br/showdefisica/</small></p>
<p>CONDUTORES E ISOLANTES</p> <p>Em geral um material pode ser:</p> <p>Isolante As <u>partículas portadoras de carga</u> elétrica não fluem através do material.</p> <p>Condutor As <u>partículas portadoras de carga elétrica</u> fluem através do material.</p> <p>ATENÇÃO: Partículas portadoras de carga: elétrons (sólidos) ou ions (líquidos ou gases). Não existem condutores ou isolantes ideais.</p>	<p>Diferença de potencial e movimento dos portadores de carga</p>
<p>CORRENTE ELÉTRICA REAL E CONVENCIONAL</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Corrente Real</p> <p>Os portadores de carga em movimento possuem carga elétrica negativa</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>Corrente Convencional</p> <p>Historicamente, convencionou-se que os portadores de carga em movimento possuem carga elétrica positiva</p> </div> </div>	<p>Qual é o papel da corrente elétrica?</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">EFEITOS DA CORRENTE</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">TÉRMICO</div> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">MAGNÉTICO</div> <div style="background-color: #6a3d9a; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">QUÍMICO</div> <div style="background-color: #4f7942; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">FISIOLÓGICO</div> </div> <p>Alguns efeitos da <u>corrente elétrica</u> são usados pelos equipamentos elétricos de acordo com sua função. Observe alguns exemplos:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">AQUECER</div> <div style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">MOVER</div> <div style="background-color: #6a3d9a; color: white; padding: 5px; border: 1px solid black;">ARMAZENAR ENERGIA</div> </div>

<p style="text-align: center;">SLIDE 9</p> <p>Retomando os conceitos</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 20px;"> <p>ENERGIA ELÉTRICA</p> <p>↓</p> <p>APARELHO ELÉTRICO</p> <p>↓</p> <p>OUTRA FORMA DE ENERGIA</p> </div> <div> <p>Potência: Indica a quantidade de energia transformada pelo aparelho (joules) por unidade de tempo (segundos)</p> $P = \Delta E / \Delta t$ <p>Energia consumida:</p> $\Delta E = P \times \Delta t$ </div> </div>	<p style="text-align: center;">SLIDE 10</p> <p>Retomando os conceitos</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div> <p>Rapidez com que a energia é transformada</p> <p>↓</p> <p>P</p> </div> <div>=</div> <div> <p>A d.d.p. fornece energia para os portadores de carga livres</p> <p>↓</p> <p>U</p> </div> <div>x</div> <div> <p>As cargas elétricas livres iniciam um movimento ordenado (corrente elétrica)</p> <p>↓</p> <p>i</p> </div> </div>																				
<p style="text-align: center;">SLIDE 11</p> <p>Grandezas físicas e unidades de medida</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>U</td> <td>x</td> <td>i</td> <td>=</td> <td>P</td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> <td><small>energia / carga</small></td> <td></td> <td><small>carga / tempo</small></td> <td></td> <td><small>energia / tempo</small></td> </tr> <tr> <td><small>joule / coulomb</small></td> <td>x</td> <td><small>coulomb / segundo</small></td> <td>=</td> <td><small>joule / segundo</small></td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"> <td>volt (V)</td> <td>x</td> <td>ampère (A)</td> <td>=</td> <td>watt (W)</td> </tr> </table>	U	x	i	=	P	<small>energia / carga</small>		<small>carga / tempo</small>		<small>energia / tempo</small>	<small>joule / coulomb</small>	x	<small>coulomb / segundo</small>	=	<small>joule / segundo</small>	volt (V)	x	ampère (A)	=	watt (W)	<p style="text-align: center;">SLIDE 12</p> <p>EFEITO TÉRMICO O efeito Joule</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><small>Battery-resistor circuit</small></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><small>Circuit Construction Kit (AC+DC)</small></p>  </div> </div>
U	x	i	=	P																	
<small>energia / carga</small>		<small>carga / tempo</small>		<small>energia / tempo</small>																	
<small>joule / coulomb</small>	x	<small>coulomb / segundo</small>	=	<small>joule / segundo</small>																	
volt (V)	x	ampère (A)	=	watt (W)																	
<p style="text-align: center;">SLIDE 13</p> <p>Consumo de energia elétrica - kWh</p> <p>Aprenda a calcular o consumo de seu aparelho e economize energia</p> <p>Saber calcular o consumo dos aparelhos pode ajudar a reduzir o valor da conta de energia e, ainda, evitar o desgaste de eletrodomésticos. Confira abaixo uma lista com os equipamentos que mais gastam energia nas residências e a maneira para acompanhar e calcular esse consumo.</p> <p>Chuveiro Elétrico</p> <p>A potência do chuveiro varia de acordo com a posição da chave. Pode variar de 4.500 a 6.000 watts no modo Inverno (quente) ou de 2.100 a 3.500 watts no modo Verão (morno). O consumo por hora (60 minutos) de uso é de 4,50 a 6,0 kWh (quilowatts-hora) na posição Inverno e de 2,10 a 3,50 kWh no Verão. Para calcular o consumo do seu chuveiro, basta utilizar a regra abaixo:</p> <p>Consumo = (potência em watt/1000) x (tempo) número de horas = total em kWh</p> <p><small>http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05_materia1_3.pdf</small></p>	<p style="text-align: center;">SLIDE 14</p> <p>Consumo de energia elétrica - kWh</p> <p>Consumo (kWh) = (P(W)/1000) x Δt (h)</p> <p><small>http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05_materia1_3.pdf</small></p>																				
<p style="text-align: center;">SLIDE 15</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>Atividade em grupo</p> <p>Quanta energia foi consumida?</p> <p>Quanto custou?</p>  <p>Reúnam-se em grupos e realizem a atividade proposta</p> </div>																					

6.3.3.2 Roteiro para atividade em grupo – Consumo e custo da energia elétrica

Série/turma ____ Data: ____/____/2015

Nome:	n°:

QUANTA ENERGIA FOI CONSUMIDA? QUANTO CUSTOU?

1. A imagem abaixo foi retirada de um chuveiro elétrico.

220V~ 4600W 25A 4mm²

a) Calcule a corrente elétrica envolvida no funcionamento deste chuveiro.

b) Calcule a energia elétrica, em quilowatts hora (kWh), consumida por este chuveiro após o período de um mês (30 dias). Use o tempo de duração de um de seus banhos. Este tempo deve ser diferente de 8 minutos.

**Não se esqueça de converter o tempo para horas.*

c) Calcule o custo da energia consumida por este chuveiro durante um mês (30 dias). Considere que cada kWh de energia custe R\$ 0,50.

2. É possível encontrar chuveiros que podem ser ligados em 220 volts com potência de 4500 watts, 5500 watts ou 7500 watts.

Escolha um destes valores de potência e faça o que se pede:

a) Calcule a corrente elétrica envolvida no funcionamento do chuveiro escolhido.

b) Calcule, em kWh, a energia elétrica consumida por este chuveiro após o período de um mês (30 dias). Use o tempo de 8 minutos para a duração de cada banho.

**Não se esqueça de converter o tempo para horas.*

d) Calcule o custo da energia elétrica consumida por este chuveiro durante um mês (30 dias).

**Considere que cada kWh de energia custe R\$ 0,50.*

6.3.4 Quarta Etapa - 7ª e 8ª aula

6.3.4.1 Kit Experimental

- SIMULADOR DE CHUVEIRO ELÉTRICO
- EXTENSÃO
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA

O quadro 6.1 apresenta os materiais necessários para cada *kit*:

Quadro 6.1 - Materiais necessários para a construção do *kit* experimental.

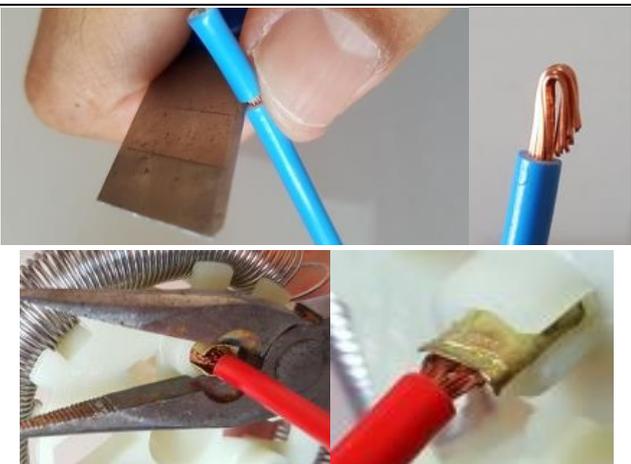
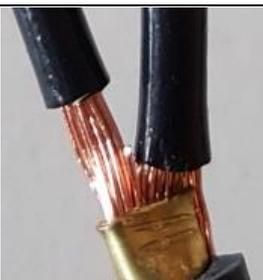
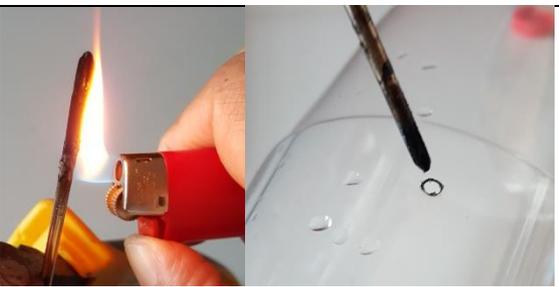
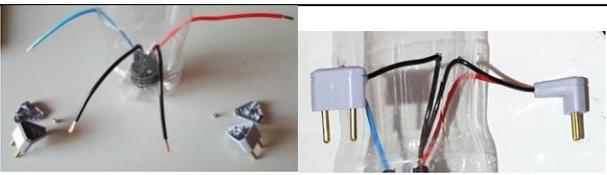
Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma garrafa pet (1,5 ou 2l)	
Um resistor de chuveiro elétrico - modelo que apresenta três pontos de conexão, montado em torno de uma estrutura plástica.	
Quatro pedaços de fio de cobre com 2,5 mm ² de área de secção transversal e 20 cm de comprimento (se possível, dois pretos, um azul e um vermelho).	
Três conectores elétricos (dois do tipo macho e um do tipo fêmea).	
Termômetro (intervalo de medição entre 0°C e 50°C).	
Recipiente graduado (jarra, proveta, becker, etc.).	
Ferramentas: cilindro metálico com cabo (chave phillips ou similar), uma fonte de calor (isqueiro, vela, etc.), um alicate e um estilete.	

A montagem do simulador de chuveiro elétrico é apresentada no quadro 6.2:

Quadro 6.2 - Orientações para a montagem do simulador de chuva elétrico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

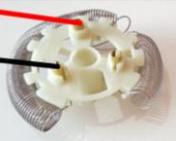
<p>Usando o estilete, faça um corte na garrafa pet à altura de 20 cm, tomando cuidado para que o corte não atinja todo o seu diâmetro, ou seja, a garrafa não deve ser dividida em duas partes.</p>	
<ul style="list-style-type: none">- Retire cerca de 1,0 cm do encapsamento dos fios nas duas extremidades.- Curve as pontas do fio vermelho, azul em uma das extremidades.- Após observar o quadro 6.3, introduza a parte curvada no terminal de conexão indicado e estrangule o terminal para que o fio fique fixo – use o corte do alicate.	
<p>Como os dois fios pretos serão conectados no mesmo ponto, apenas um deles deve ser curvado.</p>	
<p>Posicione o resistor com os fios dentro da garrafa e marque na garrafa a posição dos pontos de conexão. O estilete pode ser usado para fazer a marcação.</p>	
<p>Aqueça bem o cilindro metálico e fure a garrafa a uma altura de 12 cm. Os furos devem ser feitos acima dos pontos de conexão e devem permitir a passagem dos fios. Como temos quatro fios, deverão ser feitos quatro furos.</p>	
<p>Passe os fios pelos furos e instale os conectores elétricos tipo macho (fios preto e vermelho em um conector e fios preto e azul no outro conector).</p>	

Durante a realização do experimento, o conector elétrico tipo fêmea servirá para isolar o conector macho não usado. Este procedimento é muito importante, pois visa previr choques elétricos.



O quadro 6.3 indica como os fios devem ser conectados ao resistor para simular as funções de funcionamento do chuveiro elétrico:

Quadro 6.3 - Conexão dos fios ao resistor.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Função verão		A corrente elétrica percorre todo o resistor.
Função inverno		A corrente elétrica percorre apenas o segmento maior do resistor.

Montagem da extensão (fios e conectores).

Após analisar o local onde o experimento será realizado, determine a distância entre os simuladores. Como a atividade será realizada em grupo, recomenda-se que a distância mínima entre eles seja de 3m. A posição da tomada de energia deve ser considerada no momento da escolha do comprimento dos fios. Se a tomada estiver muito afastada, uma extensão poderá ser usada.

Tome dois pedaços de fio no tamanho pré-determinado, se possível em duas cores. Em uma das extremidades instale um conector macho e na outra um conector fêmea.

A partir do conector tipo fêmea e em apenas um dos fios, meça as distâncias entre grupos, corte o fio e instale outros dois conectores fêmea, possibilitando que a ligação dos simuladores seja feita em série.

As figuras 6.4 e 6.5 apresentam a extensão usada neste trabalho e um modelo esquemático da extensão, respectivamente.

Figura 6.4 - Extensão elétrica
Fonte: Elaborada pelo autor

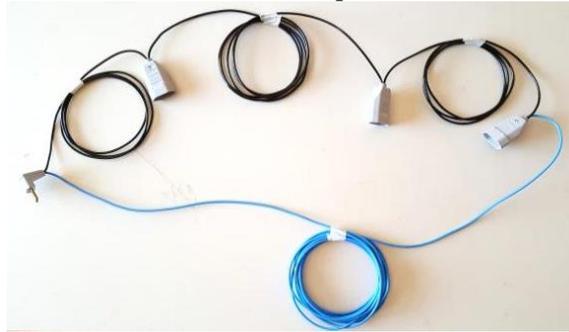


Figura 6.5 - Esquema para construção da extensão.
Fonte: Elaborada pelo autor.



Orientações:

- Nunca ligue o simulador à rede elétrica com o resistor fora d'água. Ele deve estar completamente submerso.
- O simulador não deve permanecer ligado por muito tempo. É sugerido que ele permaneça ligado por cerca de 20 segundos, tempo suficiente para elevar a temperatura da água em torno de 10°C.
- Após desligar a associação de resistores da rede elétrica e antes de medir a temperatura final da água, é importante realizar três ou quatro movimentos circulares com a garrafa pet. As correntes de convecção produzem um gradiente de temperatura na água e essa agitação tende a promover o equilíbrio térmico no líquido.
- A associação deve ser feita com resistores de mesmo modelo para garantir que as resistências sejam iguais.
- A extensão deve ser projetada para conectar três simuladores. Desta forma a potência será reduzida nove vezes, garantindo boas condições de segurança para o experimento.
- O simulador não deve ser ligado individualmente à rede elétrica pelos estudantes, ou seja, quando o experimento for realizado por eles, o simulador deve estar conectado à associação. Ao ligar apenas um

simulador à rede elétrica, tanto a corrente elétrica quanto a potência assumem valores elevados. Cabe lembrar que estes resistores foram projetados para operar num ambiente com água corrente. Além do rápido aquecimento da água, ligá-lo individualmente à rede elétrica pode superaquecer os fios da rede ou desarmar o disjuntor.

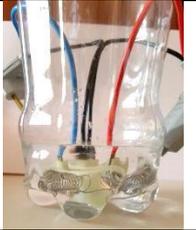
- Caso o professor queira apresentar o funcionamento do simulador numa ligação direta à rede, evidenciando o que realmente acontece num chuveiro, ele deve:
 - Observar a especificação dos fios da rede (no mínimo 2,5 mm²).
 - Observar a amperagem do disjuntor responsável pelas tomadas (em geral são de 15 A ou 20 A¹⁸).
 - Ele mesmo, o professor, deve realizar a demonstração por cerca de 5 segundos. Destacam-se o rápido aquecimento da água, o som emitido pelo simulador e as correntes de convecção geradas. Assim, os estudantes poderão ampliar sua percepção quanto ao funcionamento do chuveiro elétrico.

Preparo da experiência

Meça a quantidade de água necessária para que o resistor fique submerso (estas quantidades podem variar dependendo da garrafa usada) (Quadro 6.4).

Quadro 6.4 - Nível da água para que os resistores fiquem submersos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

250 ml	Resistores de perfil baixo 	
400 ml	Resistores de perfil alto 	

¹⁸ Caso os disjuntores permitam amperagens maiores, cuidados adicionais devem ser considerados para assegurar que o experimento não ofereça risco aos alunos.

A cada experimentação alterne entre as funções inverno e verão. Uma forma de fazer isso é dividir a turma em dois grandes grupos: um realizará a experiência usando a função inverno e o outro usando a função verão. Dividir cada grande grupo em três pequenos grupos, um para cada simulador. O quadro 6.5 mostra a divisão usada neste trabalho:

Quadro 6.5 - Divisão da turma utilizada nesta atividade.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Turma	Função inverno	Grupo 1
		Grupo 2
		Grupo 3
	Função verão	Grupo 4
		Grupo 5
		Grupo 6

6.3.4.2 Roteiro para a Atividade Experimental

Série/turma ___ Data: ___/___/2015

Nome:	nº:

ENTENDER PRA USAR COM MAIS RESPONSABILIDADE

O chuveiro elétrico está presente em mais de 70% das residências do Brasil e é responsável por mais de 20% do consumo de energia elétrica residencial.

Esclarecer como ele funciona pode ajudar a reduzir o consumo de energia elétrica na sua casa através do **consumo consciente de energia elétrica**.

Esta atividade esclarecerá o funcionamento de um chuveiro. Para isso ela foi dividida em quatro partes:

1ª PARTE - A MONTAGEM

Como o experimento foi preparado?

Preencha a tabela abaixo e represente o circuito.

Número de resistores:	
Seleção do resistor (inteiro ou uma parte)	
Tipo de associação (em série ou em paralelo):	
Valor da ddp na associação:	
Valor da ddp em cada resistor (lembre-se: os resistores são iguais):	
Tipo de corrente elétrica (contínua ou alternada)	
Representação do circuito:	

2ª PARTE – DADOS

Anote os valores medidos durante o experimento.

Use a tabela para anotar os seguintes dados:

- 1) A quantidade de água usada.
- 2) A temperatura inicial da água.
- 3) O tempo de aquecimento.
- 4) A temperatura da água após o aquecimento.

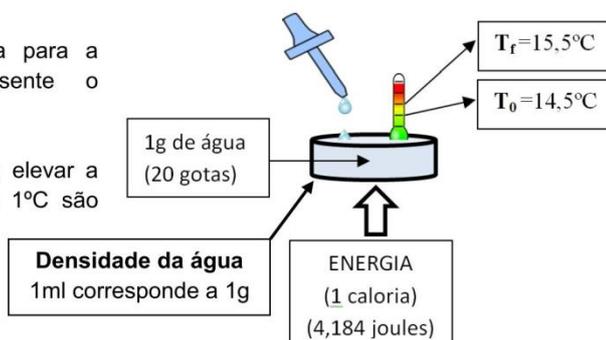
V (ml)	
T_0 (°C)	
Δt (s)	
T_f (°C)	
ΔT (°C)	

A última linha da tabela deverá ser preenchida com a variação da temperatura.

3ª PARTE – TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

Quanta energia foi fornecida para a água neste experimento? Apresente o resultado em joules.

Observe na figura ao lado que para elevar a temperatura 1g grama de água em 1°C são necessários 4,184 joules de energia.



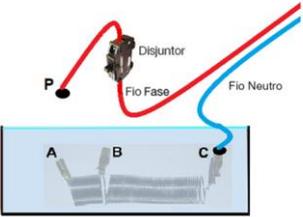
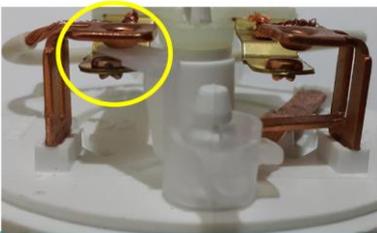
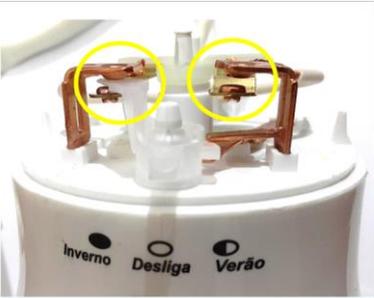
4ª PARTE – POTÊNCIA E CORRENTE ELÉTRICA

Determine a rapidez com que a energia foi transformada, ou seja, **determine o valor da potência**. Note que neste tipo de situação a potência informa quantos **joules** de energia elétrica foram transformados em energia térmica a cada **segundo**.

Determine também o valor da **corrente elétrica** que percorreu o circuito durante a realização do experimento. O resultado deve ser apresentado em ampères.

6.3.5 Quinta Etapa - 9ª e 10ª aula

6.3.5.1 Apresentação – Funcionamento do chuveiro elétrico

SLIDE 1	SLIDE 2
<p>O chuveiro elétrico</p>	<p>Instalação elétrica</p> 
SLIDE 3	SLIDE 4
<p>FAIXA PONTOS DE CONTATO E CHAVE SELETORA</p> 	<p>FIO TERRA</p> <p>ENTRADA DE ÁGUA A entrada de água é aterrada.</p> 
SLIDE 5	SLIDE 6
<p>FIO TERRA – saída de água</p> <p>A saída de água também é aterrada.</p> 	<p>DESLIGADO</p> <p>Isolamento elétrico do terminal da esquerda</p> <p>Terminais afastados</p> 
SLIDE 7	SLIDE 8
<p>DESLIGADO</p> <p>Terminais afastados</p> 	<p>DESLIGADO</p> <p>Terminais afastados</p> 

SLIDE 9

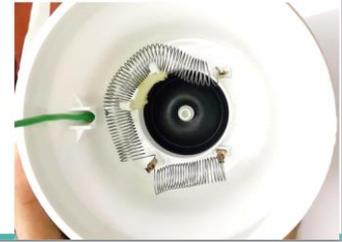
DESLIGADO

A pressão da água empurra o diafragma e estabelece contato em apenas um terminal.



SLIDE 10

RESISTOR, DIAFRAGMA E FIO TERRA



SLIDE 11

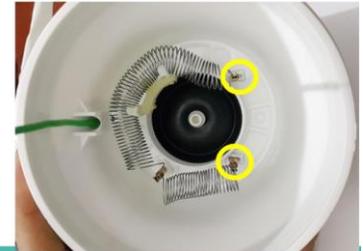
VERÃO

Com as peças de cobre afastadas, a ddp é aplicada nas extremidades do resistor.



SLIDE 12

FUNCIONAMENTO NA OPÇÃO VERÃO



SLIDE 13

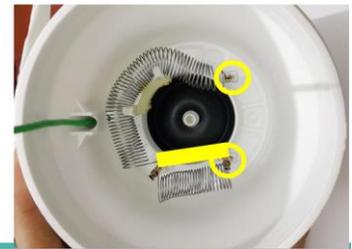
INVERNO

O contato entre as peças de cobre faz com que a ddp seja aplicada nas extremidades de uma parte do resistor.



SLIDE 14

FUNCIONAMENTO NA OPÇÃO INVERNO



6.3.6 Sexta Etapa - 11ª e 12ª aula

6.3.6.1 Sondagem Final¹⁹

Nome completo:

Número:

Série e turma:

Questão 1

Considere que os aparelhos listados abaixo permaneçam ligados durante o mesmo tempo (20 minutos, por exemplo). Qual deles consome mais energia elétrica?

- a) Chuveiro elétrico
- b) TV
- c) Ferro de passar
- d) Geladeira
- e) Ar condicionado

Questão 2

Os chuveiros simples apresentam as seguintes opções de funcionamento: Inverno, Verão e Desligado. De acordo com seus conhecimentos:

- a) Na opção "Inverno" a água fica mais quente.
- b) Na opção "Verão" a água fica mais quente.
- c) Não sei qual é a diferença entre as opções Inverno e Verão.

Questão 3

Após assistir às aulas, houve alguma mudança na forma como você usa o chuveiro?

- a) Sim, comecei a me preocupar com a energia consumida.
- b) Não, continuo tomando banho da mesma forma como tomava.

¹⁹ As questões 16, 17, 18 e 19 constituíram a Sondagem Adicional aplicada ao fim da pesquisa e que, neste produto educacional, foi incorporada à Sondagem Final, constituindo uma única sondagem.

Questão 4

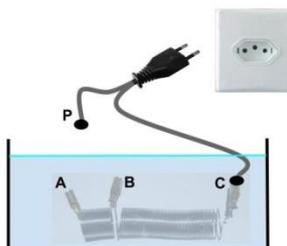
Caso tenha ocorrido, que mudanças você poderia citar*?

**É possível escolher mais de uma resposta*

- a) Passei a desligar o chuveiro para me ensaboar.
- b) Passei a desligar o chuveiro para lavar os cabelos.
- c) Passei a usar o chuveiro na opção verão.
- d) Eu diminuí a duração do banho.
- e) Outro: _____

A imagem abaixo mostra uma montagem semelhante à que foi feita no laboratório. Nesta montagem, o ponto P pode ser conectado em A ou B e a montagem pode ser ligada à rede elétrica através da tomada. Note que o ponto C já está conectado.

Figura 6.6 - Montagem simulando um chuveiro elétrico



Questão 5

Conectando o ponto P em A, a opção de funcionamento selecionada será:

- a) verão
- b) inverno

Questão 6

A água esquenta mais rápido quando P é ligado em A ou em B?

Para aquecer certa quantidade de água em menos tempo, o ponto P deve ser conectado em A ou em B?

- a) A
- b) B

Questão 7

E para aquecer mais água?

Aquecer o dobro de água com a mesma montagem levaria mais ou menos tempo?

- a) Mais tempo
- b) Menos tempo

Questão 8

A água esquentar mais rápido quando a tomada é de 110 ou 220 volts?

Considere a mesma montagem e responda. O aquecimento é mais rápido em 110 ou 220 V?

- a) 110 volts
- b) 220 volts
- c) Não faz diferença. O aquecimento da água será o mesmo em 110 ou 220 volts

Por falar em tomadas, você sabe o que elas têm de especial? Observe essa tomada com três furos. Em Brasília, cada furo tem uma função diferente.

Figura 6.7 - Tomada com três furos
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tomada_elétrica



Questão 9

Qual a função do furo central?

Escolha apenas uma alternativa.

- a) Terra
- b) Neutro
- c) Fase
- d) Não sei

Questão 10

Em uma instalação monofásica, qual a função dos outros dois furos?

Escolha apenas uma alternativa.

- a) Terra e Neutro
- b) Neutro e Fase
- c) Fase e Terra
- d) Não sei

Questão 11

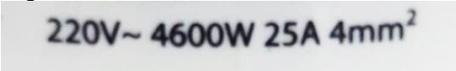
Considerando o funcionamento de um chuveiro elétrico, julgue os itens em (c) para certo e (e) para errado:

Na opção verão, a potência elétrica é maior.

- a) (c) (e) Na opção inverno, a corrente elétrica é maior.
- b) (c) (e) Na opção verão, a resistência elétrica é maior.
- c) (c) (e) Na opção inverno, o efeito joule é mais intenso.
- d) (c) (e) Para aumentar a potência, a corrente elétrica deve aumentar.
- e) (c) (e) Para aumentar a corrente elétrica, a resistência elétrica deve aumentar.
- f) (c) (e) Para aumentar a resistência elétrica, o comprimento do resistor deve diminuir.

A figura abaixo mostra as características de um chuveiro elétrico. Marque a alternativa que representa:

Figura 6.8 - Etiqueta com as características de um chuveiro elétrico



220V~ 4600W 25A 4mm²

Questão 12

A ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL DOS FIOS

- a) 220 V
- b) 4600 W
- c) 25 A
- d) 4 milímetros quadrados

Questão 13

A CORRENTE ELÉTRICA

- a) 220 V
- b) 4600 W
- c) 25 A
- d) 4 milímetros quadrados

Questão 14

A DIFERENÇA DE POTENCIAL

- a) 220 V
- b) 4600 W
- c) 25 A
- d) 4 milímetros quadrados

Questão 15

A POTÊNCIA ELÉTRICA

- a) 220 V
- b) 4600 W
- c) 25 A
- d) 4 milímetros quadrados

Neste projeto buscamos esclarecer alguns conceitos de eletricidade e debatemos questões em torno do uso consciente de energia elétrica. Em sala, trabalhamos com o significado dos conceitos relacionados à eletricidade, buscando entender as características dos materiais condutores e isolantes elétricos. Também falamos sobre as consequências de se submeter estes materiais a uma diferença de potencial (ddp). No laboratório, analisamos o funcionamento do resistor de um chuveiro elétrico, observando a rapidez com que este dispositivo aquece a água.

A imagem a seguir (Figura 6.9) foi retirada de um chuveiro elétrico. Responda às questões a seguir usando a imagem e os conceitos trabalhados.

Figura 6.9 - Especificações de um chuveiro elétrico

220V~ 4600W 25A 4mm²

Questão 16

A potência elétrica (4600 watts) indica:

- a) A voltagem aplicada nos terminais do resistor a cada segundo.
- b) O fluxo de carga elétrica que atravessa o resistor a cada segundo.
- c) A quantidade de energia elétrica consumida pelo aparelho elétrico a cada segundo.
- d) O número de portadores de carga que se movem através do resistor a cada segundo.

Questão 17

Sobre a corrente elétrica, que neste caso é de 25 ampères, é correto afirmar que:

- a) É a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica por um resistor.
- b) É o movimento ordenado de portadores de carga através de um material condutor.
- c) É a quantidade de energia fornecida aos portadores de carga livres.
- d) Representa a energia elétrica utilizada por um aparelho elétrico.

Questão 18

De acordo com a imagem, o aparelho deve ser ligado em uma diferença de potencial de 220 volts. O conceito de ddp pode ser descrito como a quantidade de energia elétrica:

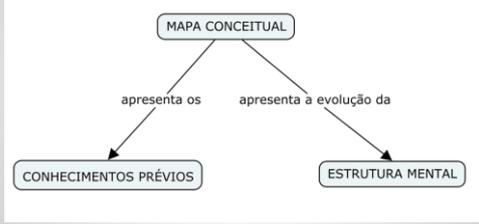
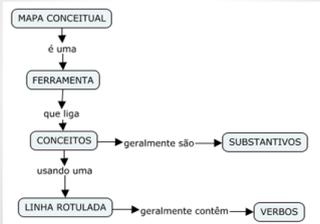
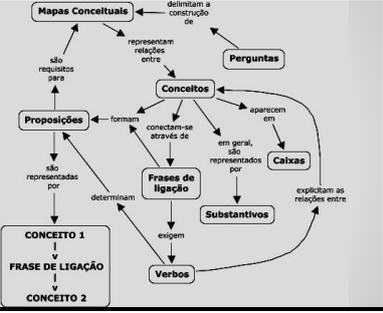
- a) Dissipada por um fio condutor ao ser percorrido por uma corrente elétrica.
- b) Fornecida a cada unidade de carga elétrica que participa do circuito.
- c) Transformada por um aparelho elétrico após um intervalo de tempo.
- d) Adquirida por cada átomo que constitui o condutor elétrico.

Questão 19

Quando a corrente elétrica atravessa um condutor, alguns efeitos podem ser observados. A alternativa que melhor caracteriza o efeito Joule é:

- a) O tecido muscular, quando percorrido por corrente elétrica, sofre contrações involuntárias.
- b) A corrente elétrica ocasiona reações químicas, transformando de energia elétrica em energia química.
- c) A corrente elétrica, ao atravessar um material, transforma energia elétrica em energia térmica, causando aquecimento.
- d) A corrente elétrica gera em torno de si um campo magnético, fazendo os materiais percorridos por ela se comportarem como ímãs.

6.3.6.2 Orientações para a elaboração dos Mapas Conceituais Finais

SLIDE 1	SLIDE 2
<p style="text-align: center;">Mapas Conceituais</p> <p style="text-align: center;">Uma ferramenta para organizar as ideias</p>	<p style="text-align: center;">Qual a finalidade?</p>  <pre> graph TD MC[MAPA CONCEITUAL] -- apresenta os --> CP[CONHECIMENTOS PRÉVIOS] MC -- apresenta a evolução da --> EM[ESTRUTURA MENTAL] </pre>
SLIDE 3	SLIDE 4
<p style="text-align: center;">O que é um Mapa Conceitual?</p>  <pre> graph TD MC[MAPA CONCEITUAL] -- é uma --> F[FERRAMENTA] F -- que liga --> C[CONCEITOS] C -- usando uma --> LR[LINHA ROTULADA] C -- geralmente são --> S[SUBSTANTIVOS] LR -- geralmente contém --> V[VERBOS] </pre>	<p style="text-align: center;">Vamos fazer um Mapa Conceitual</p> <ol style="list-style-type: none"> Escolha um tema Faça uma lista com os conceitos chave <ol style="list-style-type: none"> Conceitos gerais Conceitos específicos Ligue os conceito, começando com os mais gerais. Use linhas com verbos nos rótulos
SLIDE 5	SLIDE 6
<p style="text-align: center;">O tema é “funcionamento do chuveiro elétrico”</p> <p style="text-align: center;">Atividade individual</p> <p style="text-align: center;">Faça um mapa conceitual usando o chuveiro elétrico e os conceitos trabalhados</p> 	<p style="text-align: center;">Exemplo</p>  <p style="text-align: center;"><i>Fonte: UFRGS - Lead.CAp (Brasil). IHCM</i></p>

6.3.7 Sétima Etapa - 13ª e 14ª aula

6.3.7.1 Pesquisa de Opinião

Deixe sua opinião e contribua com o desenvolvimento deste projeto.

Em uma escala de 1 a 5, qual é o seu grau de satisfação com atividades realizadas ao longo do projeto? *

1 2 3 4 5

Não gostei de nenhuma Gostei de todas

As atividades realizadas contribuíram para tornar o assunto mais interessante? *

1 2 3 4 5

Não contribuíram em nada Contribuíram muito

As atividades realizadas contribuíram para esclarecer os conceitos abordados? *

1 2 3 4 5

Não contribuíram em nada Contribuíram muito

Alguma atividade chamou a sua atenção? *

Caso tenha acontecido, diga qual a atividade e o que chamou sua atenção. Se possível, justifique.

Você recomendaria este projeto para outros professores de Física? *

1 2 3 4 5

Não recomendaria Recomendaria

De modo geral, como você avalia este projeto? *

1 2 3 4 5

Muito ruim. Muito bom.

Por que? *

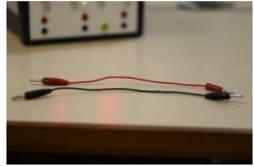
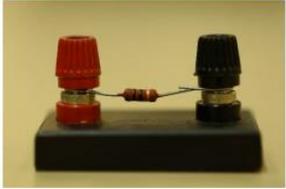
Use este espaço para fazer críticas, sugestões ou elogios ao projeto ou à uma atividade específica, justificando sua resposta anterior.

6.4 Atividades Complementares

6.4.1 Atividade Experimental – Leis de Ohm²⁰

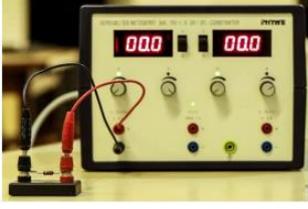
Objetivo: Verificar a 1ª Lei de Ohm e Investigar a 2ª Lei de Ohm.

Material:

1 Fonte de tensão variável: 0 até 15V	
2 Fios elétricos	
1 resistor de carvão de resistência 10 Ω	
60 cm de fio de resistência de níquel-cobre, conhecido como fio de Constantan	
1 multímetro digital	

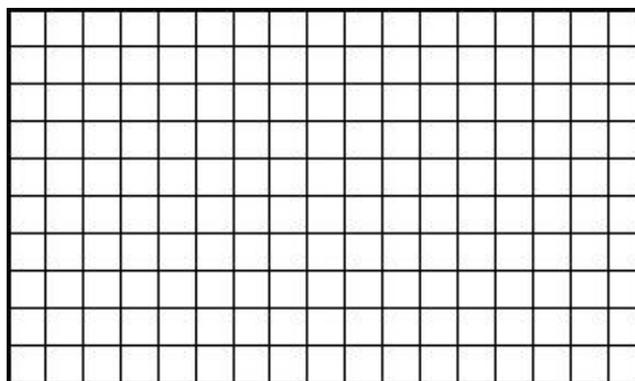
²⁰ Esta atividade faz do produto educacional proposto por Petrus Marcelino Barros (2015) em sua Dissertação - **Construção de uma Unidade De Ensino Potencialmente Significativa sobre Conceitos da Eletrodinâmica**. Disponível em: <http://mnpef.fis.unb.br/download/petrus_produto.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

Procedimento 1

<p>Com a fonte de tensão em 0V conecte os terminais do resistor de $10\ \Omega$ nos terminais da fonte, conforme indicado na figura.</p>																																					
<p>Use a chave ao lado do visor da fonte para alternar entre voltímetro e amperímetro.</p> <p>Com a chave na posição voltímetro, regule a tensão de saída da fonte para 1V. Altere a posição da chave para amperímetro e faça a leitura da intensidade de corrente. Calcule a razão entre a tensão e a corrente elétrica. Volte a chave para voltímetro refaça o passo anterior acrescentando 1V a cada vez.</p> <p>Preencha a Tabela 1 com os dados coletados</p>	<p style="text-align: center;">Tabela 1</p> <table border="1" data-bbox="898 734 1361 943"><thead><tr><th>Tensão Elétrica (V)</th><th>Intensidade de Corrente Elétrica (A)</th><th>$\frac{U}{i}$</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td><td>-----</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Tensão Elétrica (V)	Intensidade de Corrente Elétrica (A)	$\frac{U}{i}$	0	0	-----	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10		
Tensão Elétrica (V)	Intensidade de Corrente Elétrica (A)	$\frac{U}{i}$																																			
0	0	-----																																			
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					
10																																					

Análise de dados

Construa um gráfico com os dados da Tabela 1. No eixo vertical coloque a grandeza Tensão Elétrica, e no eixo horizontal a grandeza Intensidade de corrente elétrica.

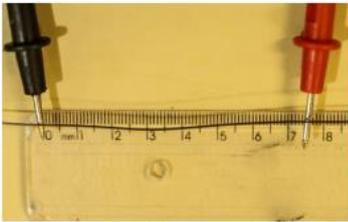


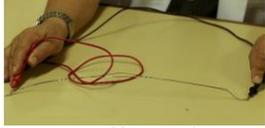
Responda:

1) O gráfico encontrado foi aproximadamente uma reta? O que isto significa?

2) Qual o significado físico da razão calculada na 3ª coluna da Tabela 1? Qual a unidade desta grandeza física?

Procedimento 2

<p>Coloque o multímetro na função de ohmímetro, conforme a figura</p>											
<p>Meça a resistência elétrica de 7,5 cm do fio de níquel-cobre</p>											
<p>Aumente a distância entre os terminais do ohmímetro em 7,5 cm, e leia a resistência elétrica deste trecho. Refaça esta etapa até que a distância entre os terminais seja de 30 cm.</p> <p>Anote os dados na Tabela 2.</p>	<p style="text-align: center;">Tabela 2</p> <table border="1" data-bbox="935 1821 1334 1921"><thead><tr><th>Comprimento (cm)</th><th>Resistência Elétrica (Ω)</th></tr></thead><tbody><tr><td>7,5</td><td></td></tr><tr><td>15,0</td><td></td></tr><tr><td>22,5</td><td></td></tr><tr><td>30,0</td><td></td></tr></tbody></table>	Comprimento (cm)	Resistência Elétrica (Ω)	7,5		15,0		22,5		30,0	
Comprimento (cm)	Resistência Elétrica (Ω)										
7,5											
15,0											
22,5											
30,0											

<p>Dobre o fio ao meio e enrole a partir da dobradura compondo uma traça de dois fios</p>											
<p>Aumente a distância entre os terminais do ohmímetro em 7,5 cm, e leia a resistência elétrica deste trecho. Refaça esta etapa até que a distância entre os terminais seja de 30 cm. e preencha a Tabela 3.</p>	<p style="text-align: center;">Dois fios trançados</p>  <p style="text-align: center;">Tabela 3</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Comprimento (cm)</th> <th>Resistência Elétrica (Ω)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Comprimento (cm)	Resistência Elétrica (Ω)	7,5		15,0		22,5		30,0	
Comprimento (cm)	Resistência Elétrica (Ω)										
7,5											
15,0											
22,5											
30,0											

Análise de dados

Responda:

1) Qual relação entre o comprimento do condutor e sua resistência elétrica?

2) Qual relação entre a espessura do fio e sua resistência elétrica?

3) Estabeleça uma relação matemática da resistência elétrica de um fio em função do seu comprimento e da sua área de seção reta.

6.4.2 Resistência Elétrica – Roteiro dos Estudantes²¹

Objetivo da atividade: ao final desta atividade você deverá ter compreendido o conceito de resistência e as relações que determinam sua medida.

Para esta atividade o grupo utilizará:

- um multímetro;
- bastões de grafite²² 0,5mm e 0,7mm.

Atividade 1

Você recebeu pequenos bastões de grafite com diferentes comprimentos e espessuras. Com a ajuda de um multímetro, meça a resistência elétrica de cada um deles e anote na tabela a seguir:

Espessura	Comprimento	Resistência
0,5 mm	2 cm	
0,5 mm	5 cm	
0,7 mm	2 cm	
0,7 mm	5 cm	

a) Para bastões de mesma espessura, quando o comprimento do bastão é maior, o que acontece com o valor da resistência medida?

b) Para bastões de mesmo comprimento, quando a espessura do grafite é maior, o que acontece com o valor da resistência medida?

c) Que conclusões você tem com as medidas realizadas?

²¹ Esta atividade foi originalmente proposta por Rodrigo Lapuente de Almeida – 2014 – em sua Dissertação - **Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos: contextualizando de uma forma significativa o estudo da eletricidade** - disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/111862/000953285.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 set. 2016.

²² Recomenda-se que os grafites sejam do mesmo fabricante e se enquadrem na mesma categoria (HB, 2B, etc.) para que se reduza a diferença de resistividade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscou-se ensinar conceitos básicos de eletrodinâmica a partir do funcionamento de aparelhos elétricos presentes no cotidiano dos estudantes, especificamente do chuveiro elétrico. A escolha da metodologia apresentada por Moreira (2011b) foi de grande valia para a elaboração desta sequência didática, pois esclareceu de forma prática como elaborar e aplicar as atividades de acordo com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, levando o professor a refletir sobre as etapas e as atividades desenvolvidas, considerando o conhecimento trazido pelos estudantes e incluindo situações-problema relacionadas ao cotidiano.

A partir da análise qualitativa dos dados coletados, é possível notar indícios de aprendizagem significativa. Os estudantes sentiram-se motivados a participar das atividades e destacaram a relevância de se usar elementos do cotidiano em sequências de ensino.

Avaliando a aprendizagem na UEPS, percebe-se boa evolução em torno dos conceitos potência elétrica e efeito Joule.

Os mapas conceituais finais elaborados pelos estudantes associam, em geral, os conceitos abordados pela UEPS aos apresentados em seus mapas conceituais iniciais e isso indica que a nova informação foi retida a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, coexistindo, quando possível, com alguns destes conhecimentos.

Finalmente, a partir da análise dos dados coletados neste trabalho, conclui-se que as atividades aplicadas nesta pesquisa foram capazes de tornar o assunto mais interessante para os estudantes (gráfico 5.35), principalmente aquelas que envolveram desmontagem e análise das partes componentes do chuveiro elétrico, contribuindo também para esclarecer os conceitos abordados (gráfico 5.36). Também é possível concluir que bons resultados de aprendizagem foram obtidos, principalmente em torno dos conceitos de potência, efeito Joule (gráficos 5.27, 5.30 e 5.33). Também houve aumento na compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico e de aspectos relacionados à instalação elétrica residencial (gráficos 5.3, 5.16, 5.18, 5.20, 5.21 e 5.23). A análise dos dados apresentou também indícios de mudança de comportamento, apontando para o uso consciente da energia elétrica (gráficos 5.5 e 5.6).

Desta forma, os objetivos relacionados à elaboração e aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta neste trabalho foram atingidos e a análise dos dados obtidos na pesquisa reforça parcialmente a hipótese de que a abordagem do funcionamento do chuveiro elétrico no contexto educacional pode facilitar o ensino de conceitos básicos de eletricidade e ainda, incentivar o uso consciente de energia elétrica.

Em abordagens futuras, sugere-se que os conceitos de corrente elétrica e diferença de potencial sejam explorados com atividades adicionais. Como sugestão temos a proposta de Almeida (2014) e Barros (2015). Almeida (2014) elaborou uma atividade prática na qual os estudantes puderam analisar, com o auxílio de um multímetro, a resistência de resistores de chuveiros elétricos e grafites de lapiseira com diâmetros e comprimentos variáveis (ALMEIDA, 2014, p. 96). A proposta de Barros (2015) vai além da análise da resistência dos resistores e propõe que lâmpadas e resistores de carvão sejam ligados a uma fonte de tensão variável (0 a 15 V) para que se faça a medição, com um multímetro, da corrente elétrica que atravessa o circuito. Os estudantes usaram os valores da diferença de potencial e da corrente elétrica para preencher uma tabela e construir um gráfico (diferença de potencial versus corrente elétrica) (BARROS, 2015, p. 111).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Dener da Silva. **Uma proposta para o ensino de eletromagnetismo no nível médio**. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: < <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16052>>. Acesso em: 06 out. 2016.

ALMEIDA, Rodrigo Lapuente de. **Ensino de física na educação de jovens e adultos: contextualizando de uma forma significativa o estudo da eletricidade**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10183/111862> >. Acesso em: 06 out. 2016.

ANEEL. **Use a Energia com Inteligência**, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Cartilha_use_energia.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2016.

_____. **CHAMADA Nº. 001/2014**. Projeto Prioritário de Eficiência Energética: “Ações de Comunicação e Marketing para Melhoria da Eficiência Energética no Uso Final De Energia Elétrica”. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Chamada%20PEE%20Priorit%C3%A1rio%20001-2014.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

_____. **Tarifas Consumidores, 2016**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/pre-pagamento/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 09 ago. 2016.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1ª. ed. Lisboa: Plátano, 2003. 226 p. Disponível em: < <http://files.mestrado-em-ensino-de-ciencias.webnode.com/200000007-610f46208a/ausebel.pdf> >. Acesso em: 06 out. 2016.

BARROS, P. M. **Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre conceitos de Eletrodinâmica**. Brasília: [s.n.], 2015. 141 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Física) - Universidade de Brasília. Disponível em: <http://mnpef.fis.unb.br/download/petrus_dissertacao.pdf >. Acesso em: 06 out. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em 10 nov. 2016.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2009. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável: manual de educação**. MMA/IDEC, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/arquivos/consumo_sustentavel.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

BUZAN, T.; BUZAN, B. (2000). *The mind map book*. London: BBC Books.

HEIDEMANN, L. A.; OLIVEIRA, Â. M. M. D.; VEIT, E. A. Ferramentas online no ensino de ciências: uma proposta com o Google Docs. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 30-33, out 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num2/a09.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2016.

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo utilizando Mapas Conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 01, p. 199-213, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID327/v18_n1_a2013.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

IHMC. Software para construção de mapas conceituais. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us>>. Acesso em: 9 out. 2016.

LABURÚ, E.; GOUVEIA, A. A.; BARROS, M. A. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 24-47, abril 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n1p24/10018>>. Acesso em: 06 out. 2016.

LARA, A. C. D. **Ensino de conceitos básicos de eletricidade através da análise do consumo de energia elétrica em uma escola de Ensino Médio**. 2014. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/122539>>. Acesso em 06 out. 2016.

LEITE, D. R. V. **Medidores Eletrônicos: Análise de Viabilidade Econômica no Contexto das Redes Inteligentes**. Brasília-DF: [s.n.], 2013. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Dissertacao_Davi_Rabelo.pdf/ee107fa2-d0ce-430f-b981-2c613f8a4e55>. Acesso em: 06 out. 2016.

LEMO, E. D. S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2016.

- LOPES, R. R. S. **Conceitos de Eletricidade e suas aplicações tecnológicas: uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa**. 2014. 185 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_8114_Ricardo%20R.%20S.%20Lopes.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.
- MACETI, H.; LEVADA, C. L.; LAUTENSCHLEGUER, I. J. Ciência e cotidiano: A Física do chuveiro elétrico. **Scientia Plena**, v. 3, n. 8, 2007. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/607/263>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- MOREIRA, Luís Paulo Basgalupe; SERRANO, Agostinho. Representações Mentais de Concepções Espontâneas dos Estudantes após Utilização de Softwares. **RENOTE**, v. 11, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/44472>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa. *Qurrriculum*, n. 25, p. 29-56, 2012b. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- _____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, p. 25-46, 2011c. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.
- _____. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª. ed. São Paulo: EPU, 2011a. 242 p.
- _____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011b. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2016.
- _____. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. 2012c. Revisado em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- _____. Mapas Conceituais e Teorias de Aprendizagem. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 3, n. 3, p. 29-40, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID75/v3_n3_a2013.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2016.
- _____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas-UEPS. **Temas de Ensino e Formação de Professores de Ciências**. Natal, RN: EDUFRN, p. 45-57, 2012a. Disponível em: <http://ppgect.ufsc.br/files/2013/05/LivroCasadinho_V2_2013.pdf>. Acesso em: 06 de out. 2016.

MOURA, D. de A.; PENTEADO, C. L. de C. A Influência da educação no programa brasileiro de etiquetagem de aparelhos elétricos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 18, n. 2, p. 7-15, 2012. Disponível em: <<http://new.sbpe.org.br/artigo/influencia-da-educacao-no-programa-brasileiro-de-etiquetagem-de-aparelhos-eletricos/>> . Acesso em: 06 out. 2016.

MÜLLER, A. D. E. **Esquemas conceituais como recurso de ensino, aprendizagem e avaliação na Eletrodinâmica em nível médio**. Porto Alegre: [s.n.], 2014. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Física.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

OSTERMAN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. Teorias de Aprendizagem. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://files.pibid-unibr-sao-vice.webnode.com/200000051-0d0a70e086/Teorias%20de%20aprendizagem.pdf>>. Acesso em 06 out. 2016.

PROCEL INFO. **Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética**, 2015. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34%7D&Team=¶ms=itemID=%7BD184C2F6-93D0-40E0-8DC2-8D6E3E998781%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: 09/08/2016 agosto 2016.

REVISTA Abinee. Estudo revela qual o sistema mais econômico para tomar banho. Revista Abinee, maio 2009. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/revista/51g.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.

RECOVVSKY, L. **Física na cozinha**. Porto Alegre: [s.n.], 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Física. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/72589>>. Acesso em: 06 out. 2016.

ROSA, V.; ROSA, S. D. S.; LEONEL, A. A. A arte de escrever contos para a aprendizagem significativa de conceitos científicos. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, p. 33-56, 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID72/v5_n1_a2015.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

SALAZAR, J. P. D. L. C. Economia de energia e redução do pico da curva de **demanda para consumidores de baixa renda por agregação de energia solar térmica**. Florianópolis: [s.n.], 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87139>> . Acesso em: 06 out 2016.

TOMÉ, M. C. **Análise do impacto do chuveiro elétrico em redes de distribuição no contexto da tarifa horossazonal**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia e de Computação, Campinas, SP. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000931304>>. Acesso em: 26 out. 2016.

UFRGS - Lead.CAp (Brasil). IHCM. Disponível em: <http://aragogue.ufrgs.br:8001/rid=1190732848850_1223976073_1046/mapas_conceituais.cmap>. Acesso em: 20 set. 2016.

VIVAS, A. D. S.; TEIXEIRA, R. R. P. A alfabetização científica no ensino de Física para a Educação de Jovens e Adultos: uma experiência com o chuveiro elétrico. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 18, 2009. Disponível em: <<http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snf&cod=aalfabetizacaocientifica>>. Acesso em: 06 out. 2016.

APÊNDICE A

FORMULÁRIO – CARACTERIZANDO O CHUVEIRO ELÉTRICO

CARACTERÍSTICAS DO CHUVEIRO ELÉTRICO DA SUA CASA

Anote ou fotografe as informações presentes no seu chuveiro e em seguida, preencha o formulário

*Obrigatório

SÉRIE E TURMA *

NOME COMPLETO *

NÚMERO *

Seu número na chamada

MARCA E MODELO DO CHUVEIRO *

DIFERENÇA DE POTENCIAL *

110 volts

220 volts

Outro:

POTÊNCIA ELÉTRICA DO CHUVEIRO *

4500 watts

4600 watts

5500 watts

Outro:

CORRENTE ELÉTRICA *

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Powered by
 Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.
[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

APÊNDICE B
CONCURSO – FOLDER DE DIVULGAÇÃO

PARTICIPE DO CONCURSO

ECONOMIZA, TERCEIRÃO!

É muito fácil participar!

Acesse hoje mesmo o *site da CEB* e coloque em prática as dicas para economizar energia elétrica!

Para participar, aguarde ansiosamente a chegada da conta de energia elétrica do mês de novembro, acesse o *link de inscrição* e preencha o formulário.

NÃO FIQUE FORA DESSA!

Link de inscrição:

<http://goo.gl/forms/33ZivklKSL>

Site da CEB:

<http://www.ceb.com.br/index.php/comunicados/33-9-utilize-a-energia-de-forma-mais-consciente>

APÊNDICE C CONCURSO - EDITAL

Concurso “ECONOMIZA, TERCEIRÃO!” Edital

O presente documento tem por finalidade orientar a realização do concurso “ECONOMIZA TERCEIRÃO!”.

O concurso tem por objetivo relacionar os conteúdos trabalhados nas aulas de Física com o cotidiano dos estudantes, aumentando o nível de consciência em torno do consumo residencial de energia elétrica.

Art. 1º O concurso será realizado no mês de novembro de 2015 no Centro Educacional 02 de Sobradinho.

Art. 2º Poderão participar do concurso estudantes matriculados no Terceiro Ano do Ensino Médio desta instituição.

Art. 3º Os candidatos deverão se inscrever através do link:

<http://goo.gl/forms/33ZivklKSL>

§ 1º O link deve ser digitado exatamente como aparece neste edital, **com a devida atenção às letras maiúsculas e minúsculas.**

§ 2º O link somente estará disponível para inscrições até às 23 horas e 59 minutos do dia 30/11/2015.

Art. 4º O período de inscrição vai de 01/11/2015 a 30/11/2015. O candidato somente poderá se inscrever após receber a conta de energia elétrica referente ao mês de novembro de 2015.

Art. 5º No ato da inscrição, cada candidato deverá informar os dados solicitados de acordo com as informações presentes na conta de energia elétrica de sua de sua residência. Serão solicitados os seguintes dados:

- Nome completo.
- Série e turma.
- Número da chamada.
- Endereço, como aparece escrito na conta de energia elétrica.
- Consumo de energia da residência novembro de 2015.
- Média do Consumo Anual presente na conta do mês de novembro de 2015.
- Empenho da família no uso consciente de energia elétrica.

Art. 6º O kWh será a unidade de medida adotada para medir o consumo de energia elétrica.

Art. 7º A classificação dos participantes será feita pelo Índice de Redução de Consumo (IRC). Quanto maior índice, melhor será a classificação.

Art. 8º O IRC será calculado da seguinte forma:

$$\text{IRC} = [\text{MCA} - \text{C (nov)}] / \text{MCA}$$

MCA = MÉDIA CONSUMO ANUAL

C (nov) = consumo de energia elétrica registrado na conta do mês de novembro de 2015 (NOV 2015).

§ 1º Caso a leitura do mês de novembro de 2015 não tenha sido realizada, a média dos três últimos meses não será aceita a título de premiação. Apenas permitirá que o candidato tenha sua participação registrada.

Art. 9º Caso necessário, o desempate será feito pelo maior Fator de Desempate (FD).

Art. 10º O FD será calculado da seguinte forma:

$$\text{FD} = \text{MCA} - \text{C (nov)}$$

Art. 11º Cada candidato deverá preencher o formulário usando a conta de energia elétrica do local onde reside.

Art. 12º Antes da divulgação dos resultados, será solicitado o original da conta de energia elétrica do mês de novembro e um comprovante de residência dos 3 primeiros colocados.

§ 1º A não apresentação no prazo estipulado nesta ocasião resultará na desclassificação do candidato.

Art. 13º A constatação de qualquer irregularidade resultará na desclassificação do candidato.

Art. 14º As dúvidas relacionadas a este concurso deverão ser enviadas para o e-mail:

prof.cezar@gmail.com

APÊNDICE D CONCURSO - FORMULÁRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Concurso ECONOMIZA, TERCEIRO!

*Obrigatório

SÉRIE E TURMA *

NOME COMPLETO: *

NÚMERO DA CHAMADA *

ENDEREÇO *

Como aparece escrito na conta de energia elétrica

HOUVE MUDANÇA DE ENDEREÇO NO ÚLTIMO ANO? *

- Sim, me mudei para neste endereço A MENOS DE UM ANO.
 Não, moro deste endereço A MAIS DE UM ANO.

Você deve observar as seguintes informações na conta:
CAMPO 3 (CONTA MÊS) deve estar escrito "NOV/2015";
CAMPO 9 (LEITURAS DE ENERGIA - CONSUMO); **CAMPO 10 (HISTÓRICO DE CONSUMO - MÉDIA CONSUMO ANUAL)**.

The diagram shows a sample electricity bill with the following fields and callouts:

- 3**: Points to the 'CONTA MÊS' (Month Bill) field.
- 4**: Points to the 'PERÍODO' (Period) field.
- 5**: Points to the 'CONSUMO (kWh)' (Consumption) field.
- 6**: Points to the 'TOTAL A PAGAR (R\$)' (Total to Pay) field.
- 7**: Points to the 'DATAS DAS LEITURAS' (Reading Dates) section, specifically 'ATUAL' (Current), 'ANTERIOR' (Previous), 'APRESENTAÇÃO' (Presentation), and 'PRÓXIMO MÊS' (Next Month).
- 8**: Points to the 'DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA' (Consumer Unit Data) section, specifically 'CPF/CNPJ', 'CLASSIFICAÇÃO' (Classification), 'LIGAÇÃO' (Connection), and 'MEDIDOR(ES)' (Meter(s)).
- 9**: Points to the 'LEITURAS DE ENERGIA' (Energy Readings) section, specifically 'ATUAL' (Current), 'ANTERIOR' (Previous), 'CONSUMO' (Consumption), 'PERÍODO DE CONSUMO' (Consumption Period), 'NÚMERO DE DIAS' (Number of Days), 'FATOR MULTIPLICADOR' (Multiplier Factor), and 'FATOR DE POTÊNCIA' (Power Factor).
- 10**: Points to the 'HISTÓRICO DE CONSUMO' (Consumption History) section, specifically 'MÉDIA CONSUMO ANUAL' (Annual Average Consumption).

CAMPO 9 - LEITURAS DE ENERGIA - INFORME O CONSUMO (3º VALOR)

LEITURAS DE ENERGIA	kWh	kVarh
ATUAL:	19724	
ANTERIOR:	19642	
CONSUMO:	XXX	
RESÍDUO DE CONSUMO:		
NÚMERO DE DIAS:	32	
FATOR MULTIPLICADOR:	001,00	
FATOR DE POTÊNCIA:		

3ºVALOR

CAMPO 9 - CONSUMO *

CUIDADO! A IMPRESSÃO PODE ESTAR DESALINHADA. INFORME O TERCEIRO VALOR QUE APARECE NESTE CAMPO.

CAMPO 10 - HISTÓRICO DE CONSUMO - INFORME A MÉDIA DE CONSUMO ANUAL

HISTÓRICO DE CONSUMO (kWh)			
OUT/14	115	ABR/15	84
NOV/14	97	MAR/15	77
DEZ/14	86	JUN/15	94
JAN/15	121	JUL/15	73
FEV/15	74	AGO/15	46
MAR/15	98	SET/15	76
MÉDIA CONSUMO ANUAL:		XXX	

CAMPO 10 - MÉDIA CONSUMO ANUAL *

CUIDADO! A impressão pode estar desalinhada.

*Sua família colaborou com a economia de energia elétrica consumindo energia de forma consciente? **

O consumo consciente evita o desperdício e gera economia

- Sim
- Não
- Em parte

Agora, clique em enviar.

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Powered by
 Google Forms

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.
[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

APÊNDICE E

RESPOSTAS DOS ESTUDANTES ÀS DUAS QUESTÕES DISSERTATIVAS APRESENTADAS NA PESQUISA DE OPINIÃO (SUBSEÇÃO 6.3.7.1)

Os dados foram organizados em ordem crescente a partir da avaliação geral do projeto.

Referência de identificação do aluno	Avaliação geral do projeto (1 a 5)	Grau de satisfação com as atividades (1 a 5)	Contribuição para despertar interesse (1 a 5)	Contribuição para esclarecer os conceitos (1 a 5)	Recomendação para outros professores (1 a 5)	De modo geral, como você avalia este projeto? Use este espaço para fazer críticas, sugestões ou elogios ao projeto ou a uma atividade específica, justificando sua resposta anterior.
1	3	3	2	2	3	Não tenho opiniões formadas, por não ter acompanhado o projeto
2	3	4	4	5	5	Bom, tem algumas questões que eu ainda tenho dúvidas.
3	4	5	5	5	1	Gostei muito do projeto
4	4	3	5	5	3	E importante saber economizar.
5	4	2	5	4	3	Foi bem fácil de aprender, e guarda melhor as coisas
6	4	4	4	3	3	Desenvolve habilidades e o aprendizado de um modo diferente a qual atrai e chama atencao
7	4	4	5	5	4	O projeto no geral foi muito bom e diferente, foi a primeira vez que os conceitos ficaram tão claro e fáceis de entender. Seria legal se todas as aulas tivessem sido assim.
8	4	5	5	5	4	Exemplificações interativas que levantou um conceito pessoal que preponderou meus interesses ao tema.
9	4	4	4	4	4	Bem foi um projeto diferente , primeira vez que teve isso na escola , deu uma animada na aula no ambiente .
10	4	3	4	4	4	Pois estimula os alunos a prestarem realmente atencao na aula ! Foi uma aula diferente!
11	4	5	4	4	4	O projeto foi bastante informativo e bem claro .
12	4	4	5	4	4	É um bom projeto,que ajuda os alunos a adquirir mais conhecimento.
13	4	4	4	4	4	Foi bom .
14	4	4	4	4	4	Achei interessante o tema do trabalho.
15	4	4	5	3	4	Penso que as atividades propostas auxiliam no entendimento mais preciso de conceitos teóricos e específicos porém acredito que o tempo proposto não seja o suficiente para abordar todo o conteúdo
16	4	3	4	3	4	Foi um projeto interessante mas eu acho que a escola deveria participar iria ajudar mais com a ajuda da direção esse projeto seria apresentado pra mais pessoas
17	4	2	3	3	4	Achei o projeto bom para o conhecimento de energias elétrica tirei muitas dúvidas que tinha a respeito do assunto.
18	4	4	5	5	5	.
19	4	4	4	5	5	Porque ajuda muito no aprendizado do assunto.
20	4	5	4	5	5	Esse tipo de trabalho muito interessante ,achei muito legal e bem agradável , Uma sugestão, é como foi bem explicado o chuveiro outros aparelhos também serem
21	4	4	5	5	5	O projeto ajudou na fixação da matéria de um modo mais interessante.
22	4	4	5	4	5	Gostei muito, pois ampliamos nossos conhecimentos conhecendo novos lugares, e a matéria ficou mais fácil de entender o que as vezes achamos muito complicado. (:
23	4	4	5	4	5	Parabéns pelo projeto. Muito bom e ajudou bastante para aprender a matéria.
24	4	4	5	4	5	Com esses projetos as aulas ficam bem mais interessante .

25	4	3	4	4	5	Porque com esse projeto a física fica mais facil.
26	4	4	4	4	5	E um projeto diferenciado pois você realmente ve o que esta acontecendo na prática e fica muito mais fácil de se entender
27	4	4	5	4	5	Eu gostei! Achei que com essa forma mais dinâmica, fez com que esse conhecimento não fosse só mais um conteúdo tendo que ser pelo professor, mas sim algo que estar no nosso dia-a-dia e muitas vezes não sabemos as coisas mais basicas e necessarias.
28	4	4	4	4	5	É interessante e facilita o aprendizado
29	4	3	4	4	5	Porque usou prática, não só teoria e também gostei das experiências e dos modos avaliativos, não foram coisas irritantes e longas como decoreba de fórmula pra provas e listas de exercícios.
30	4	4	5	4	5	Também pode informar através de videos
31	4	3	4	3	5	Achei bom porque foi mais dinâmico.
32	4	3	5	3	5	Não participei de nenhuma atividade , mas apenas pelas aulas que peguei já gostei
33	4	4	5	3	5	pois ajudaria bastante no ensino,porque e um trabalho que envolve muito o aluno no assunto,e não fica so naquela coisa de sempre livro e quadro,e acaba chamando o interesse do aluno.
34	4	3	4	3	5	O projeto é um jeito bom de se aprender,não foca só nas aulas teóricas e sim as práticas também,fazendo com que o estudo,aprendizado do aluno seja bem melhor,não participei de todas as aulas,mas as que estive presente foi de suma importância no meu cotidiano!
35	4	4	4	3	5	Gostei
36	4	1	4	1	5	Foi bom o projeto pois esclareceu várias coisas e eu pude aprender mais
37	5	5	4	3	3	Porque é uma forma mais interessante de aprender uma matéria cansativa.
38	5	4	5	5	4	Porque e uma forma melhor de abordar o assunto
39	5	5	5	5	4	De modo geral as aulas foram muito boa , eu aprendi muito e não só aprendi mas eu agora levo para minha vida, economiza energia,saber um pouco sobre o meu chuveiro elétrico e várias outras coisas .. etc.
40	5	5	4	5	4	Porque através deste projeto, ajudou muita gente não só no aprendizado mas também no desempenho dos alunos
41	5	5	5	5	4	Fica mais fácil de entender a matéria saindo daquele ambiente normal de aulas teóricas
42	5	4	4	5	4	Foi importante o projeto porque tornou a aula mais interessante e o professor conseguiu dar o conteúdo
43	5	4	4	5	4	Foi importante o projeto porque tornou a aula mais interessante e o professor conseguiu dar o conteúdo
44	5	5	5	5	4	ficou muito bom,Parabéns.
45	5	5	5	5	4	É um projeto legal, mais interativo. Sem contar que o conteúdo fixou na mente.
46	5	5	3	5	4	A ideia é muito boa pois faz nos perceber o quanto é importante no entendimento de cada um.
47	5	5	5	5	4	Porque é um assunto que não tinha nenhum conhecimento.
48	5	5	4	4	4	Projeto muito bom,bem realizado, conteúdo muito bem esclarecido e de fácil aprendizado por conta do projeto
49	5	4	4	4	4	Projeto bem interessante.
50	5	4	5	4	4	Porque foi uma forma inovadora de entender sobre eletricidade e entender mais como funciona o chuveiro elétrico, e a economizar.
51	5	4	4	4	4	Que o professor usou um utensílio que usamos diariamente como fonte de aprendizado
52	5	5	5	4	4	Bom modo de ensinar, e fazer com que se torne compreensível.
53	5	3	4	4	4	O que mais gostei foi das aulas práticas, pq é um jeito mais fácil de entendimento.
54	5	4	4	4	4	Este projeto foi mt importante para o aprendizado da física, com as aulas diversificada e na o aquela mesmisse de sempre...
55	5	4	5	4	4	Foi um projeto bom, retirou da rotina escolar de só teoria, e além da prarica nele.. Aprendi com um pouco mais de interesses algumas coisas. (sobre consumo do chuveiro, e o funcionamento de alguns aparelhos)
56	5	3	4	4	4	Foi muito bom,aprendi muita que não sabia e deveria ocorrer mais atividades desse jeito é foi muito bom para a economia de energia.
57	5	4	4	3	4	O projeto foi muito bom, pois dessa forma acho que deu pra aprender muitas coisas, e não ficou aquela coisa chata de ter só aula na sala com conteúdo apenas no quadro.
58	5	4	3	3	4	As aulas foram boas,bem explicativas e mostrou coisas que fazemos errado em relação a energia elétrica, e também mostrou como economizar.

59	5	4	5	5	5	Pois, para mim, aprendi muita coisa que não sabia e aprendi com facilidade.
60	5	5	5	5	5	Porquê facilitou muito o entendimento dos conceitos abordados e tornou e aula mais interessante
61	5	4	5	5	5	Eu achei da hora esse projeto, poderia também fazer de outros temas acho que ficaria legal...
62	5	5	5	5	5	Porque foi uma forma diferente de aprender, algo mais dinâmico.
63	5	5	5	5	5	Avalio esse projeto como algo bom, porque nós nunca paramos para analisar essas coisas. E eu acho que foi bom para o nosso aprendizado. A única critica que tenho pra fazer, é bem construtiva rss. Sugiro que todos os professores de física se aderem à esse projeto!
64	5	5	5	5	5	Foi bem legal,pois a forma q foi explicada e teve experimento,foi melhor do que ter uma aula, normal.
65	5	5	5	5	5	Porque ajudou a esclarecer algumas dúvidas e conceitos que não fazia muito sentido pra mim.
66	5	4	4	5	5	Atividades com exemplos em mãos fica mais interessante fica mais facil o aprendizado .
67	5	4	5	5	5	Um projeto satisfatório tanto pro aluno, como para o professor, torna as aulas menos desgastantes, e mais interessante!
68	5	5	4	5	5	É uma forma diferenciada de aprendizagem e faz com o aluno de certa forma se interesse mais em aprender...
69	5	5	5	5	5	Esta de parabéns, esse projeto foi incrível, vai deixar saudades, esse período que ocorreu esse projeto foi muito descontraído e muito legal serviu muito para nos ensinar.
70	5	5	5	5	5	Se torna bom pelas aulas demonstrativas, aulas feitas em laboratório, com uma explicação exemplar do professor e ajuda nas atividades propostas. Com as aulas em slide tendo em vista algumas imagens de como ocorre e como funcionam.
71	5	5	5	5	5	Consegui entender a matéria, foi uma aula dinâmica, gostei muito.
72	5	5	5	5	5	Porque ajudou todos a entenderem melhor, e se dedicar mais na aula,e se fosse no modo tradicional de aula,não teríamos aprendido tanto.
73	5	5	5	5	5	Foi um projeto que me ajudou a entender o quanto cada eletrodoméstico consome e me ajudar a economizar
74	5	5	5	5	5	Porque tive facilidade nos execícios
75	5	5	5	5	5	Forma de ensino que chama a atenção do aluno.
76	5	5	5	5	5	Foi muito bom pois com esse projeto vimos o que gasta mais energia em uma casa e de que formas podemos economizar pois aprendemos o que é necessário e desnecessário.
77	5	4	5	5	5	Porque as atividades esclareceram os assuntos, tiraram varias dúvidas e também mostraram com experiências os assuntos estudados.
78	5	5	5	5	5	Bom eu acredito que esse projeto ajudou muito a fixa o assunto ,foi muito interessante,muito bom .
79	5	5	5	5	5	Esse projeto foi muito importante pois, o conhecimento que foi passado pode ser aplicado no cotidiano de todas as pessoas. Na escola aprendemos muitas coisas que realmente não iremos usar nas nossas vidas, mas esse projeto faz parte das coisas que são primordiais no dia a dia.
80	5	5	5	5	5	Porque o professor não fica só passando dever e exercício no quadro! O aluno passa a se interessar mais quando tem data show, experiência no laboratório! Então prestamos mais atenção.
81	5	5	5	5	5	Adorei todas as aulas me ajudou bastante no bimestre, e aprender bastante!!!
82	5	5	5	5	5	Porque é um meio de entreter os alunos, fugir daquele padrão do professor entrar na sala fala e os alunos copiarem.
83	5	5	5	5	5	Porque foi usado formas práticas para melhorar visualização e entendimento da física no nosso cotidiano.
84	5	5	5	5	5	Gostei muito do projeto..esclareci muitas dúvidas!!
85	5	5	5	5	5	É menos cansativo e mais construtivo
86	5	5	5	5	5	Muito bom o jeito com que o prof aborda o assunto
87	5	5	5	5	5	Não foi um projeto oral, Foi mas na prática.
88	5	5	5	5	5	Porque podemos saber mais sobre o que acontece dentro de nossas casas, no seu dia-a-dia. E aprender de uma forma melhor.
89	5	5	5	5	5	Por que o César explica muito bem e da tudo ficar mas fácil
90	5	5	5	5	5	Excelente método de aprendizagem. Fazendo com que o conteúdo fique mais interessante.
91	5	5	5	5	5	Porque ,aprendemos mais com uma aula prática ,aprendemos mais vendo algo que usamos todos os dias.
92	5	5	5	5	5	Pois as aulas são mais produtivas e os alonos prestam mais atenção.

93	5	5	5	5	5	Eu gostei de tudo que foi feito na aula de física, pois faz entendermos que devemos desligar o chuveiro quando a gente não está usando, a da geladeira tbm foi legal antes eu deixava a de casa aberta rsrss agora não deixo mas. parabéns legal de mas
94	5	5	5	5	5	Foi bom para deixar a materia mais interessante
95	5	3	5	5	5	tudo foi legal e produtivo, porem eu não gosto de física
96	5	5	5	5	5	Pode ser um pouco chato estudar física, mas da forma como estudamos esses dois bimestres foi bem maneiro de aprender e estudar. Se as outras materias fossem dessa forma seria menos chato de estudar. A paciência e a forma descontraída do professor faz com que a aula seja bem mais legal.
97	5	5	5	5	5	Por que o projeto acabou tornando as aulas mais interessante.
98	5	4	5	5	5	A atividade foi bem interessante, aprendemos muoto com isso
99	5	5	5	5	5	Foi muito mais explicativo que uma aula convencional, facilitado o entendimento
100	5	5	5	5	5	Eu achei todas as atividades bastante interessantes o professor explicou tudo claramente nos mínimos detalhes.
101	5	5	5	5	5	O projeto foi muito bom, pois me ajudou a ter mais consciência de tanta energia que é gasta, de como podemos economizar e várias outras coisas.
102	5	5	5	5	5	Gostei muito do projeto , pela maneira realizada , e pela facilidade de poder ensinar tão bem ! Thank you ! :)
103	5	5	5	5	5	O projeto foi muito bom. As atividades fez com que nós quiséssemos aprender sobre todo o conteúdo, foi explicado de um jeito divertido e que nos fez entender realmente o que acontece.
104	5	5	4	5	5	Achei bem interessante, já sabia que o chuveiro gastava energia, mas não tanta, agora o utilizarei com mais consciência.
105	5	5	5	5	5	Esse projeto alerta às pessoas sobre o alto consumo, e acho que seria bom para outras pessoas.
106	5	5	5	5	5	Porque ajudou muita gente que consumia muita energia em casa.
107	5	5	5	5	5	Por que foi uma forma de avaliação tranquila, e foi bem detalhada, de uma maneira fácil de entender os assuntos abordados.
108	5	5	5	5	5	E muito incrível o projeto, foi bem diferente e inovador pra mim. Recomendo que outros professores criem projetos assim, pois ajuda muito adquirindo novos conhecimentos.
109	5	5	4	5	5	Bom trabalho da parte do professor César e do professor Fábio
110	5	5	4	5	5	Muito bom o projeto, assim a aula fica mais interessante, e da para entender melhor.
111	5	5	5	5	5	Foi muito bom e contribuiu bastante n no nosso entendimento em relação aos conteúdos abordados.
112	5	5	5	5	5	Não há críticas, foi bem interessante.
113	5	5	4	5	5	Pela forma que foi feita, nos fez interagir com a aula
114	5	5	5	5	5	Achei massa pois eh uma atividade diferenciada e isso facilita o aprendizagem pois n fica parada como uma aula tradicional
115	5	5	5	5	5	A falta de tempo foi um problema creio eu, quanto mais tempo passava mais eu sentia dificuldade em responder os questionários, então acho que é necessário um maior foco em repassar os conteúdos e ao mesmo tempo apresentar o conteúdo novo, dessa forma seria possível fixar de maneira mais fácil e mais duradoura o conteúdo proposto.
116	5	5	5	5	5	Muito legal!! Divertido e dinâmico!!
117	5	5	5	5	5	Por que foi uma experiência diferente simples e fácil de entender
118	5	5	5	5	5	Porque é uma nova forma de trabalhar. Que gera muito mais interesse!!
119	5	5	5	5	5	Foi uma ótima maneira de falar sobre o gasto de energia elétrica. E esse projeto foi uma fonte de informação muito boa.
120	5	4	5	5	5	Projeto bem dinâmico, onde aprendemos de um modo mais claro e atraente para o estudo da física.
121	5	5	5	5	5	Tudo em pratica se torna melhor... Sempre é bom sair do papel e por em pratica!
122	5	5	5	5	5	É sempre bom se importar com energia elétrica.
123	5	5	5	5	5	Tudo que foi visto foi muito importante, para mim Todos os professores deveriam fazer isso...pois além de te termos bons conhecimentos todos os alunos praticam as actividades
124	5	5	5	5	5	Achei muito bom o projeto porque ajudou muito os alunos a entender melhor a matéria e acho que o projeto poderia continua
125	5	5	5	5	5	Com a explicação do professor que é excelente e o mapa conceitual , Slides auto explicativo é otimo .

126	5	5	5	5	5	Foi um modo muito bom, fez com que os alunos se interessarem pelo conteúdo e tendo um alto índice de conhecimento.
127	5	5	5	5	5	O trabalho foi muito bom para os alunos aprenderem como funciona o processo de formação da energia elétrica. E também ajudou sobre a conscientização dos gastos com energia.
128	5	5	5	5	5	Pela dinâmica aplicada.
129	5	5	5	5	5	Porque é bom ter coisas diferentes no nosso cotidiano e isso ajudou a aprender mais o conteúdo.
130	5	5	5	5	5	Ajuda na aprendizagem
131	5	5	5	5	5	Porque foi um modo diferentes de aprender a matéria. Um modo interessantíssimo. Eu gostei muito deste projeto.
132	5	5	5	5	5	Foram aulas bem aproveitadas, assunto muito enterressante.
133	5	5	5	5	5	Muito bom gostei da atividade.
134	5	5	5	5	5	O projeto colocou em prática uma matéria da física que não é muito notável no dia-a-dia, e fez com que ela fosse notada, mesmo sendo uma matéria microscópica pois estuda o movimento dos elétrons que são partículas microscópicas.
135	5	5	5	5	5	O projeto ajudou bastante no nosso aprendizado.
136	5	5	4	5	5	Eu gostei do projeto que foi demonstrado no laboratório, porque o experimento não foi apenas demonstrado pelo professor mas teve a participação dos alunos.
137	5	5	5	5	5	Nada a criticar
138	5	5	5	5	5	O projeto contribuiu muito para o aprendizado de toda turma.
139	5	5	5	5	5	Nada a declarar só elogios
140	5	4	5	5	5	Por que, podemos conhecer o tanto de energia que gastamos com cada elétron doméstico de nossa casa e podemos diminuir o consumo de energia.
141	5	5	5	5	5	Gostei bastante das atividades de sala, muda o jeito de dá aula e não fica tanto cansativo. Nota 10
142	5	5	5	5	5	O projeto foi muito bom e ao meu ponto de vista, foi muito enriquecedor.
143	5	5	5	5	5	Gostei bastante do trabalho, pois ajudou com que aprendesse de uma maneira mais fácil e mais interessate o que deveria ser passado pelo professor
144	5	5	5	5	5	Muito bom , porque pude aprender mais , muito mais interatividade com a turma , mais vontade de estudar e fazer parte de cada aula para ver que ia acontecer , a parte de conhecimento do chuveiro que é um aparelho que gasta muito e todos nós temos um ou mais dentro de casa . Muito boa essas atividades .
145	5	5	5	5	5	Ótima ideia para levar para outros professores, faz os alunos ficarem mais interessados no conteúdo
146	5	5	5	5	5	Gostei muito do projeto, dá pra ter mais noção doa gastos , tomar mais cuidados , e sem falar que se seguir tudo direito, da pra economizar muita energia.
147	5	5	5	5	5	Bom gostei muito do projeto pois nos envolveu e acabou na tirando daquela rotina chata de aula copiada e professor falando o tempo todo , e foi bom também porque me esclareceu muitas dúvidas, não fui muito frequente as aulas mais as que assisti me ajudou bastante. .. Grande abraço!
148	5	5	5	5	5	Muito bom o projeto, se os professores usassem esse método teria mais proveito nas aulas.
149	5	5	5	5	5	Com o método de ensino apresentado ficou muito mais fácil aprender como funcionam, como se comportam em cada situação e suas aplicações.
150	5	5	5	5	5	Foi muito bom, apresenta uma aula mais dinâmica, esclarecedora e muito mais interessante. O que acho que poderia ter mais vezes seria as experiências explicando os efeitos do conteúdo em coisas que usamos no dia-a-dia.
151	5	5	5	5	5	Essa atividade ela faz com que os alunos preste mais atenção na aula ...
152	5	5	4	5	5	A iniciativa foi ótima, ajudou a entender conceitos de física e trouxe para um campo mais pratico e de aplicação mais cotidiana
153	5	5	5	5	5	Porque tive a oportunidade de conhecer como funciona o chuveiro.
154	5	5	5	5	5	Porque as suas aulas são muito boas,além de você explicar muito bem,você também é muito extrovertido e bonito, só venho nas quintas feiras para assistir suas aulas ☐
155	5	5	5	5	5	Porque eu agora sei como funciona o chuveiro.
156	5	4	4	4	5	O projeto abordou um assunto muito interessante. O professor se dedicou muito para que todas as dúvidas fosse esclarecidas.
157	5	5	5	4	5	Ótimo,porque com esse projeto os assuntos foram melhor abordados,e assim conseguimos aprender a matéria melhor
158	5	5	5	4	5	Todas as atividades feitas em sala ajudaram bastante e tiram muitas dúvidas.

159	5	4	5	4	5	Atividade muito boa porque os alunos aprendem mais o conteúdo.
160	5	4	4	4	5	Porque foi um projeto diferente daqueles que temos, que no caso é só teórico
161	5	5	5	4	5	Foi uma forma diferente de aprender! Fugindo da aula normal.. Só teórica! Utilizando outras técnicas e formas ficou mais interessante.
162	5	4	4	4	5	Nenhuma
163	5	5	5	4	5	Foi um projeto muito bom, pois saiu um pouco da rotina que temos em outras aulas e pegando exemplos do nosso dia à dia fica mais interessante.
164	5	5	5	4	5	De um modo geral sem muita especificações. Todos os assuntos abordados nesse projeto foi de bom entendimento . Beijos....
165	5	4	5	4	5	Porque mostra a física no dia a dia
166	5	4	4	4	5	Nunca pensei que um chuveiro tinha tantas propriedades legais a serem estudadas, algo tão comum no dia a dia das pessoas.
167	5	5	4	4	5	Sai da rotina de apenas escrever, e faz com que os alunos se interessem mais pelo assunto através de experimentos nas aulas.
168	5	5	5	4	5	Acho que o projeto ajuda os alunos a entenderem mais, a prestarem mais atenção, esse projeto despertou a curiosidade de todos os alunos para saber como funciona os aparelhos elétricos que temos em casa, nos ajudou também a saber como podemos economizar energia em nossas casas .
169	5	5	5	4	5	Pois foi bem mas fácil de ser compreendido com os meios usados e com o objetivo prático como por exemplo o chuveiro
170	5	5	5	4	5	A atividade foi muito benéfica, já que esta conseguiu explicar bem a matéria de uma forma que atraiu a atenção de uma grande quantidade de alunos.
171	5	4	5	4	5	Porque ele é muito interessante para o nosso aprendizado. E nos aprendemos mais rápido
172	5	4	5	4	5	Porque ele é muito interessante para o nosso aprendizado. E nos aprendemos mais rápido
173	5	5	5	4	5	O projeto foi excelente, pois pude aprender mais sobre cada etapa do funcionamento do chuveiro de uma forma interativa juntamente com os meus colegas da turma.
174	5	5	4	4	5	Porque nos mostrou o quanto um chuveiro elétrico gasta energia, não só o chuveiro, como outros eletrodomésticos. Eu nunca imaginei que gastava essa energia toda. E nos ensinou também a economizar.
175	5	5	5	4	5	Porque ver na prática facilita o aprendizado
176	5	5	5	4	5	Porque o projeto irá me ajudar no futuro, com os aprendizados que tive nesse projeto.
177	5	4	5	4	5	Porque prende a atenção do aluno, fazendo com que preste atenção nas aulas e torna o conteúdo mais interessante.
178	5	5	5	4	5	Teve muitas explicações, aulas teóricas e os temas foram bem esclarecidos
179	5	4	4	4	5	Fantástico, sem o que falar do projeto
180	5	4	5	4	5	Foi uma forma interessante de aprender sobre o assunto, o curto tempo não me permitiu gravar todo o conteúdo, mas entendi o funcionamento de tudo e porque devemos usar devidos cálculos, é muito bom saber a razão de usarmos uma fórmula.
181	5	5	4	4	5	Muito criativo pela faixa de idade das pessoas na qual está sendo demonstrado tudo isso, por que geralmente somos nós, os adolescentes que fazemos mais gasto com coisas desnecessárias como o uso do chuveiro e o projeto mostrou muito bem como fazemos mal uso da energia elétrica...
182	5	5	5	4	5	Foi um projeto ótimo, onde aprendemos mais!!! Com a boa explicação bem feita!!! Me ajudou entender algumas dúvidas em que eu tinha...
183	5	5	5	3	5	Nenhuma crítica.
184	5	5	5	3	5	Da forma que o projeto foi realizado fica mais fácil entender a matéria, mostrando como as coisas funcionam na vida real e para os estudos!
185	5	4	4	3	5	Muito bom o projeto
186	5	5	5	3	5	Foi um projeto totalmente diferente, melhor do que vários projetos que foram feitos com os alunos por outros professores. Com esse aprendizado, podemos colocar em prática e economizar energia em casa.
187	5	3	4	3	5	O projeto fez com que as aulas tornassem mais dinâmicas, deixando assim de serem tediosas. Experimentos relacionados com a associação de resistores, deveriam ser abrangidos não somente com o chuveiro, mas também com outros aparelhos, com associação de aparelhos distintos entre si. Sem contar, que os outros conceitos deveriam ser melhores aproveitados na prática.
188	5	4	4	3	5	Muito bom! Pois quem participou das aulas está sabendo muito bem !! Algumas aulas faltaram, por isso não sei muito bem do assunto! Mas amigos que participaram sabem e aprenderam muito com tudo isso.
189	5	4	5	3	5	Porque com aulas práticas e bem humoradas, com exemplos do dia a dia fica bem mais fácil.

190	5	5	5	3	5	Pelo fato de chamar atenção na conscientização do gosto de energia e a dinâmicas nas aulas...
191	5	4	3	3	5	Foi porque além de aprender a teoria aprendemos na prática como as coisas funcionam.

Referência de identificação	Grau de satisfação com as atividades	Alguma atividade chamou a sua atenção?
		Caso tenha acontecido, diga qual a atividade e o que chamou sua atenção. Se possível, justifique.
1	3	Sou novato, portanto não participei integralmente do projeto.
2	4	Sim, a questão 3
3	5	Projeto no laboratório
4	3	Importante para aprender a economizar, mais e uma aula bem, chatinha, muitos conceitos, da fome e sono de ouvi-las. Mais bem importante muita coisa vai mudar...
5	2	Gostei de todas
6	4	Todas em si
7	4	As atividades que foram feitas no laboratório, porque foi uma aula dinâmica e deu pra entender melhor os conceitos.
8	5	Execução de experimentos em uma sala adaptada a experimentação palpável.
9	4	A aula no laboratório
10	3	A aula do laboratório!
11	5	A atividade das tomadas no laboratório .
12	4	Sim,todas.
13	4	A do chuveiro (prática)
14	4	A atividade do chuveiro, ela ajudou a entender como funciona o gasto de energia que utiliza e como diminuir o gato excessivo de energia elétrica.
15	4	Nao
16	3	Atividade do Laboratório
17	2	Chamou minha atenção os mapas da primeira aula. Achei muito interessante.
18	4	Todas foram ótimas maneiras
19	4	Sim.A atividade que mostrou o que mais consome energia em uma casa, porque foi interessante saber o que precisa se economizar mais durante o uso.
20	5	Me chamou atenção a importância da economia de energia,e o alto consumo do chuveiro elétrico
21	4	As práticas no laboratório,ajudaram a fixar mais a matéria estudada.
22	4	Muito bom as experiências que fizemos no laboratório.
23	4	O esquema usado foi bem interessante, pois mostrou uma parte prática da física. Ajudou a entender melhor a matéria e onde a eletricidade é usada no cotidiano. Ensinou a fazer um mapa mental e outro meios para entender a matéria. Valeu pelo apoio professor.
24	4	Mapa conceito
25	3	A dos chuveiros em serie.
26	4	No dia em que mexeu nos resistores vendo o funcionamento foi bem interessante, pois quase ninguem tem o hábito de procurar saber o consumo dos seus aparelhos do dia a dia
27	4	Me chamou a atenção a explicação do fio terra, pois esclareceu minha dúvida do motivo que as tomadas tem o três pontinhos.
28	4	Sim , passei a entender mais sobre o assunto.
29	3	Sim, a do mapa conceitual. Achei mais fácil de relacionar e aprender o tema. E também gostei da pesquisa dos picos de uso de energia.
30	4	Aprendemos na prática como funciona um circuito eletrico
31	3	Sim

32	3	Não participei das atividades
33	4	sim a atividade do laboratório onde vimos o funcionamento do chuveiro,gostei muito.
34	3	Sim,a atividade que foi passada pra fazer em casa à respeito dos chuveiros de cada casa !
35	4	Sim
36	1	A experiência no laboratório
37	5	Gostei de fazer o mapa conceitual.
38	4	A do chuveiro
39	5	Achei muito legal a forma como as aulas foram feitas, aprendemos muito com aqueles métodos novos. Eu aprendi muito com essas aulas.
40	5	A atividade em que fazemos um mapa conceitual, pois através dela,podemos reunir vários conceitos que te ajudam na definição de outro conceito
41	5	O experimento do chuveiro achei tendência.
42	4	A atividade em grupo no laboratório .
43	4	A atividade em grupo no laboratório .
44	5	do chuveiro em sala
45	5	A atividade do laboratório, pois foi uma aula diferente e com uma atividade prática.
46	5	Bom o que mais me chamou a atenção foi a atividade realizado no laboratório ,com experiência me fez perceber o quanto é importante no meu entendimento .
47	5	Todas foram produtivas.
48	5	Sim,a facilidade de entender
49	4	Experiência da resistência no laboratório.
50	4	A experiência no laboratório e a peça sobre o projeto.
51	4	O resistor dentro da garrafa pet representando o chuveiro
52	5	Mapa conceitual
53	3	A experiência do chuveiro no laboratório de ciências chamou mais a minha atenção pq mostrou como realmente funciona o chuveiro por dentro.
54	4	A atividade que mais chamou minha atenção foi a do mapa conventual, sendo compostos por vários objetivos distintos.
55	4	A experiência com o chuveiro, além de explicar a matéria chamou a atenção por mostrar na hora oque ocorreu.
56	3	Sim,a do chuveiro foi bem interessante pq a gente aprende mais a economizar energia
57	4	Todas que fizemos chamou minha atenção
58	4	A do laboratório,porque mostrou o funcionamento do chuveiro.
59	4	A utilização do mapa conceitual dentro da física. Pois mapa conceitual se usa mais em português e não em matérias exatas.
60	5	O que eu achei interessante foi a atividade no laboratório envolvendo o chuveiro.
61	4	Não
62	5	Analisar o chuveiro por dentro, entendendo seu funcionamento.
63	5	A atividade que pesquisamos um eletrodoméstico. Chamou a minha atenção porque eu nunca tinha parado pra analisar essas coisas.
64	5	Atividade que fizemos no laboratório, bem interessante a experiência do chuveiro a parte nos fios .
65	5	a experiência que fizemos no laboratório.
66	4	Atividade em laboratório foi muito interessante na minha opinião dessa forma podemos aprender mais .
67	4	Atividade no laboratório, pois ficou claro, como funciona.
68	5	A experiência feita em laboratório...
69	5	Aquela atividade do mapa, que ajudou bastante . Adorei as aulas que ocorreu nesse período.
70	5	A atividade realizada no laboratório, detendo como demonstrativo a maneira que o aquecimento da água ocorre no chuveiro elétrico.
71	5	A experiência no laboratório com o chuveiro, descobrir como se funciona o sistema dele.
72	5	A experiência dos resistores.
73	5	A atividade com resistores
74	5	Mapa conceitual
75	5	Mapas conceituais.
76	5	O experimento de saber como funciona o chuveiro o que me chamou atenção foi a maneira e a resistência esquenta muito em questão de segundo.
77	4	A atividade no laboratório de química, sobre os resistores
78	5	Na experiência no laboratório. Foi muito bom deu para aprender bastante.
79	5	A atividade que contribuiu muito foi a do laboratório, na prática é mais fácil de aprender pois podemos observar melhor e também por conta que temos contato com os objetos.
80	5	Todas as atividades foram ótimas! A aula ficou muito interessante (aplausos) Aprendi muito mais sobre os conceitos passados!
81	5	A que mas me chamou atenção foi a do chuveiro elétrico, aprender bastante coisas do assunto
82	5	Ter conhecido como funciona o chuveiro foi bem interessante
83	5	A atividade que podemos ver estatísticas do consumo de aparelhos eletrônicos, principalmente o

		chuveiro.
84	5	Quando falamos do nosso chuveiro elétrico, tendo que tirar a foto da informação que fica ao lado e começamos a discutir!
85	5	Sim, todas as questões desse questionário
86	5	La no laboratório com o resistor do chuveiro esquentando a água na garrafa
87	5	Experiência do chuveiro
88	5	A atividade de laboratório.
89	5	Todas
90	5	Sim, sobre os resistores. Um assunto no qual não tinha noção. Bastante interessante.
91	5	Sim, o dia em que fomos para o laboratório ver o funcionamento do chuveiro
92	5	Na atividade que mostrou o resistor do chuveiro e o quanto ele gasta.
93	5	O que mim chamou mas a minha atenção foi a atividade com o chuveiro foi muito legal entender o que acontece com ele quando a gente ta usando, gostei muito.
94	5	A experiência com o resistor no laboratório
95	3	a que fomos pro laboratório
96	5	A atividade que me chamou atenção, foi a que calculamos o tempo que ficamos no banho e o quanto gastamos. Isso faz com que a gente economize gastando menos água e economiza mais dinheiro <input type="checkbox"/>
97	5	Laboratório.
98	4	A atividade que fizemos no laboratório, porque fizemos o experimento
99	5	Atividade feita no laboratório
100	5	Várias atividades principalmente a que fomos para o laboratório. Achei ela bastante interessante me fez ter mais consciência do gasto da energia.
101	5	Sim, a que fomos para o laboratório para entender melhor sobre o chuveiro elétrico. Achei interessante pois eu não sabia como era o interior de um e como ele funcionava.
102	5	Sim, a segunda atividade me chamou bastante atenção, por até o momento não saber o quanto muitos eletrodomésticos consomem mais do que imaginamos, principalmente o chuveiro!
103	5	A atividade no laboratório foi uma das melhores porque nos vimos o que acontece e foi muito interessante.
104	5	Na que fomos para o laboratório, pois lá vimos na prática como funciona cada conceito que foi explicado nas aulas.
105	5	O gráfico que chamou mais atenção, por conta do grande consumo do chuveiro.
106	5	Todas as atividades tiveram um impacto muito grande em minha consciência sobre o assunto.
107	5	A experiência no laboratório e o mapa conceitual.
108	5	A experiência que fomos para o laboratório.
109	5	A atividade feita no laboratório onde nós aquecemos a água como se fosse um chuveiro
110	5	A experiência no laboratório, pois explicou melhor como é o funcionamento do chuveiro!
111	5	A atividade em que conhecemos como funciona o chuveiro por dentro.
112	5	A atividade no laboratório com os resistores.
113	5	O mapa conceitual
114	5	A atividade do laboratório, pois tive contato direto com o funcionamento do chuveiro
115	5	No geral a atividade em que fomos para o laboratório e utilizamos 3 garrafas pet e 3 resistores para verificar vários fatores
116	5	O funcionamento do chuveiro foi muito bacana! Os resistores aquecendo a água.
117	5	A atividade do laboratório chamou a minha atenção passei a entender o conteúdo
118	5	A experiência com os resistores!
119	5	A atividade feita no laboratório de química me chamou muita atenção, porque pude ver como funciona dentro do chuveiro.
120	4	Mapa conceitual
121	5	Atividade do laboratório que teria os resistores dentro de uma garrafa pet.
122	5	A atividade que tivéssemos que examinar um aparelho elétrico.
123	5	A que foi efetuada no laboratório
124	5	A atividade que me chamou atenção foi a do resistor do chuveiro que vimos no laboratório, a atividade foi interessante e foi legal ver como funciona nosso chuveiro
125	5	Mapa conceitual é muito interessante pois visa melhor, o conteúdo aprendido. Pois vc lembra melhor o conteúdo explicado, e deixa tudo com mais clareza.
126	5	Atividade no laboratório. Foi muito legal ver como e esquecido a água no chuveiro.
127	5	Sim. A experiência com as resistências para aquecer a água.
128	5	Sim, o mapa conceitual ajuda na organização das ideias em vários contextos, por exemplo, para compor uma redação.
129	5	Essa me chamou atenção.
130	5	Atividade do chuveiro
131	5	A primeira das perguntinhas.
132	5	Consumo dos eletrodomésticos.
133	5	Sim sim a atividade 2
134	5	A atividade do laboratório como todos devem ter citado e a atividade de casa que frisava os conceitos

		e unidades de potencial, corrente é dado.
135	5	Sim,a atividade que fizemos sobre o chuveiro elétrico.
136	5	A do projeto do chuveiro que foi demonstrado no laboratório.
137	5	A atividade que mais me chamou atenção, foi, a do laboratório, o experimento me ver ver o que acontece de verdade durante o dia a dia .
138	5	Atividade no laboratório.
139	5	A atividade onde realizamos o mapa conceitual.
140	4	Uma atividade feita no laboratório com um exemplar de resistor de chuveiro.
141	5	A atividade do chuveiro elétrico.
142	5	Sim, a atividade que foi realizada no laboratório. Já que, diante dessa atividade prática, foi possível analisar não somente como o chuveiro funciona, mas também foi possível descobrir com a atividade, conceitos diferentes que me permitiu ter uma outra visão não somente da matéria, mas também da física como um todo.
143	5	Todas as atividades chamaram atenção, desde a primeira, ensinaram bastantes coisas, que são realmente úteis
144	5	A do laboratório , o quanto rápido um chuveiro esquentar .
145	5	Gostei muito da atividade de irmos para o laboratório, foi bem interativa e consegui entender bem melhor por ser uma atividade diferente
146	5	A do chuveiro , gostei muito chamou a atenção pra diminuir os gastos de energia do chuveiro!
147	5	Sim , pois eu tinha dúvidas em certos casos de eletricidade . Pois tratamo com aparelhos eletrônicos e geradores de energia e tinha dúvida em voltagens e etc.
148	5	Atividade que foi feito no laboratório. Porque nessa atividade vimos como funciona um chuveiro e o que ocorre quando esta ligado.
149	5	Sim o funcionamento do chuveiro elétrico, pois é algo que utilizamos diariamente e não entendemos corretamente seu funcionamento, melhor não entendia.
150	5	Sim. A experiência realizada demonstrando o funcionamento do chuveiro elétrico por dentro, é bem interessante e um pouco confuso.
151	5	Atividade no laboratório
152	5	O experimento no laboratorio, ja que pudemos ver a aplicação dos conceitos abordados
153	5	Todas me chamaram atenção.
154	5	Sim, a do laboratório,porque mostrou como realmente funciona o chuveiro
155	5	A do chuveiro me chamou atenção.
156	4	A atividade no laboratório, usando o chuveiro. Foi muito bacana.
157	5	Atividade que tivemos no laboratorio,lá consegui aprender mais os conceitos.
158	5	A atividade que mais me chamou atenção foi a feito no laboratório, ela esclareceu muitas dúvidas e ainda foi algo diferente.
159	4	Atividade no laboratório de informática e as aulas no data show
160	4	Quando fomos para o laboratório e fizemos a experiência
161	5	A de calcular a voltagem do chuveiro elétrico! Foi muito interessante. Acho que ninguém prestava atenção nisso quando ia utilizá-lo.
162	4	A do laboratório!
163	5	A aula que tivemos no laboratório, foi uma ótima experiência!
164	5	Varias chamaram a minha atenção. Nao tenho uma específica. Mais achei todas interessantes
165	4	Choveiro
166	4	Como o chuveiro gasta tanta energia...
167	5	As experiência com o chuveiro no laboratório.
168	5	Sim,as atividades que aprendemos a fazer o mapa conceitual,pois me ajudou a desenvolver mais as minhas idéias sobre os conceitos colocados em sala
169	5	A atividade realizada no laboratório
170	5	A atividade onde entendemos melhor como é o funcionamento dentro do chuveiro. Essa atividade contribuiu para que a explicação sobre resistores se tornasse mais simple e menos tediosa, assim tendo uma atenção maior por parte dos alunos
171	4	A atividade do laboratório
172	4	A atividade do laboratório
173	5	Sim, quando fomos ao laboratório para ver o funcionamento do chuveiro nas suas três funções principais.(Verão, Inverno e Desligado) Achei interessante pois pude ver de perto a diferença entre cada função do chuveiro.
174	5	A atividade do laboratório, porque nós mostrou como funciona o chuveiro elétrico.
175	5	Atividade prática do funcionamento do chuveiro
176	5	A atividade que mais me chamou atenção foi a esperiencia com o chuveiro.
177	4	Construção de mapas conceituais
178	5	Aatividade que foi feito no laboratório
179	4	Todas me chamaram a atenção
180	4	As explicações com slides, elas me ajudaram a entender o que ocorre e como funciona os aparelhos

		por dentro onde não podemos ver.
181	5	Atividade que fomos para o laboratório ver o funcionamento de um resistor de chuveiro... aprendi a melhor forma de usar o chuveiro em casa e com o melhor custo possível...
182	5	Sim!, a que mais me chamou atenção, foi quando fomos ao laboratório, onde a aula ficou bastante interessante, onde os alunos, se envolveram e assim aprenderam mais!!!.Parabéns pelas aulas criativas
183	5	A do laboratório amei aquela experiência. .
184	5	-Atividade feita em laboratório! -Explicação sobre o funcionamento do chuveiro!
185	4	A de ver slides, trazer o chuveiro
186	5	A atividade que fizemos no laboratório, pois representou muito bem o que acontece dentro de um chuveiro elétrico.
187	3	A atividade relacionada aos gráficos que mostravam quais aparelhos consumiam mais energia. Devido ao fato de que muitas vezes, o consumo de energia e o gastos dentro de nossas residências passam despercebidos. Então o gráfico acabou por nos ajudar a repensar as nossas atitudes diante do consumo de energia, além de ocasionar possivelmente a redução no consumo. E também o aprofundamento em relação ao chuveiro, que nos mostrou como é seu funcionamento e com isso a percepção e entendimento dos conceitos ficaram mais fáceis de serem assimilados. A teoria virou prática, além de contar com a interação dos alunos, o que facilitou o entendimento e as aulas tornaram-se menos entediantes. E com isso o aproveitamento foi melhor do que somente em sala com quadro e pincel.
188	4	Trazer materiais para sala de aula assim prendem nossa atenção e conseguimos aprender mais.
189	4	A atividade feita no laboratório. Atividades práticas são bem mais educativas e interessantes do que só ficar na sala ouvindo teorias.
190	5	A atividade que me chamou atenção foi com os slides que mostrou qual eletrodoméstico consumia mais energia, porque me chamou a atenção em economizar energia.
191	4	A experiência do chuveiro elétrico porque mostrou como é o seu funcionamento.