

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA



Ricardo Rodrigo Silva Lopes

**Conceitos de Eletricidade e Suas Aplicações
Tecnológicas: Uma Unidade de Ensino
Potencialmente Significativa**

Vitória
2014

Ricardo Rodrigo Silva Lopes

**Conceitos de Eletricidade e Suas Aplicações
Tecnológicas: Uma Unidade de Ensino
Potencialmente Significativa**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Thieberson da Silva Gomes

Vitória
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

L864c Lopes, Ricardo Rodrigo Silva, 1984-
 Conceitos de eletricidade e suas aplicações tecnológicas :
 uma unidade de ensino potencialmente significativa / Ricardo
 Rodrigo Silva Lopes. – 2014.
 190 f. : il.

 Orientador: Thiéberson da Silva Gomes.

 Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
 Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
 Exatas.

 1. Física - Estudo e ensino. 2. Eletricidade. 3. Aprendizagem.
 4. Mapas conceituais. 5. Unidade de Ensino Potencialmente
 Significativa (UEPS). I. Gomes, Thiéberson da Silva, 1976-. II.
 Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
 Exatas. III. Título.

CDU: 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Ricardo Rodrigo Silva Lopes

**CONCEITOS DE ELETRICIDADE E SUAS APLICAÇÕES
TECNOLÓGICAS: UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 30 de Julho de 2014.

COMISSÃO EXAMINADORA

Thiéberon da Silva Gomes

Prof. Dr. Thiéberon da Silva Gomes
Universidade Federal do Espírito Santo

Conceição Aparecida Soares Mendonça

Profa. Dra. Conceição Aparecida Soares Mendonça
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Unidade Acadêmica de Garanhuns

Simone Aparecida Fernandes

Profa. Dra. Simone Aparecida Fernandes
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Izidoro Lopes da Silveira e Maria Helena Silva Lopes, pelo apoio desde sempre. Especial dedicação à minha querida e amada esposa Merielem Menezes Ludovico que tanto se sacrificou para me dar suporte durante a escrita da dissertação.

Agradecimentos

A Deus por todas as conquistas que tem me possibilitado alcançar.

Ao Prof. Dr. Thieberson da Silva Gomes, meu orientador que tanto se sacrificou para que o presente trabalho fosse concretizado. Agradeço por me proporcionar ampliação em minha visão sobre o trabalho desenvolvido ao longo da orientação.

À Profa. Dra. Eliana Zandonade e sua equipe do Laboratório de Estatística (Lestat).

À Paula Daher Ximenes do Lestat, que me atendeu pacientemente e me deu o suporte fundamental na análise estatística dos dados.

Aos Familiares que sempre apoiaram e acreditaram nos meus objetivos acadêmicos.

A todos os demais colegas da Pós-graduação que me auxiliaram diretamente ou indiretamente na produção desse trabalho.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo central a elaboração de uma unidade de ensino sobre conceitos de eletricidade e validação desse material como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Assim, foi desenvolvida uma unidade de ensino sobre os temas diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações sob a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e aplicada em seis turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola estadual do Espírito Santo. A fim de investigação das potencialidades desse método de ensino, utilizou-se metodologias de pesquisa qualitativa descritiva interpretativa e quantitativa pré-experimental. Tendo em vista a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes para promover aprendizagem significativa, no início do estudo foram aplicados questionários de opinião, realizados diálogos prévios e construções de mapas conceituais, sendo esses importantes instrumentos para a adequação do material apresentado ao aluno em relação ao seu perfil e à sua estrutura cognitiva. Para coleta de dados da pesquisa foram feitas gravações em áudio das principais etapas, diários de bordo, fotografias dos trabalhos, questionários e mapas conceituais prévios e finais e, finalmente, avaliação escrita. A análise dos mapas conceituais constituiu um dos principais instrumentos para avaliação sob o ponto de vista do desenvolvimento cognitivo dos estudantes, no sentido de classificar os mapas, associá-los às estruturas cognitivas de quem os construiu e identificar variações estatisticamente válidas em relação às construções de novos significados. A investigação revelou que, de modo geral, a unidade foi responsável por melhorias significativas na predisposição dos alunos em aprender e na promoção da aprendizagem significativa, possibilitando sua validação como uma UEPS.

Palavras-chave: Ensino de Física, Eletricidade, Aprendizagem significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, Mapas Conceituais.

Abstract

The main objective of this project was developing a teaching unit on concepts of electricity and validating it as a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU). To accomplish it, it was created a instruction unit based on the Theory of Meaningful Learning of Ausubel related to topics of Physics, such as, difference of potential, electric current and its applications. That unit was applied in six classes of the third year of a public high school of the state of Espírito Santo. In order to investigate the potential of this method of teaching, it was used descriptive qualitative research methodologies and pre-experimental interpretative quantitative. In the beginning of the study, to collect students' prior knowledge, students were asked to answer opinion questionnaires, previous dialogues were recorded and conceptual maps were built. They were important instruments to gather information about the instructional material and they enabled to make improvements on it to be suitable to the profile and cognitive structure of students. Besides, audio recordings of the main parts, logbooks, pictures about students working, panels made by students, questionnaires, conceptual maps and the written assessment, were used as source of data. Conceptual maps analyses, constitute one of the main tools for evaluation the didactic sequence according to the cognitive development of students, in order to classify the maps, associate them with the cognitive structures of those who built them and identify valid changes related to buildings new meanings. The investigation revealed that, in general, the teaching unit was responsible for significant improvements in students' disposition to learn and in stimulating meaningful learning, enabling the validation of this PMTU.

Keywords: Teaching of Physics, Electricity, Meaningful Learning, Potentially Meaningful Teaching Unit, Concept Maps.

Sumário

Resumo

Abstract

Capítulo I

Introdução	14
1.1 Trajetória Docente	15
1.2 Contextualização do Estudo	16
1.3 Organização da Dissertação.....	14

Capítulo II

Referencial Teórico	20
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel	20
2.2 Diferentes Tipos de Aprendizagem Significativa	24
2.3 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa.....	26
2.4 Mapa conceitual como Instrumento Facilitador da Aprendizagem Significativa	30

Capítulo III

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)	34
3.1 A Proposta Geral das UEPS	34
3.2. Intervenções Preparatórias Para a UEPS	35
3.3. Unidade de Ensino Sobre Diferença de Potencial e Corrente Elétrica	37
3.3.1 Levantamento dos Conhecimentos Prévios dos Estudantes	39
3.3.1.1 Resultados preliminares para elaboração das intervenções	40
3.3.2 Construção de Experimentos de Física Sobre o Tema Estudado	43
3.3.3 Organizadores Prévios	44
3.3.4 Atividade de Leitura e Discussão	44
3.3.5 Situações Problemas em uma Proposta de Gincana (Apêndice A)	45
3.3.6 Aula Expositiva com Experimentos	46
3.3.7 Apresentação dos Experimentos Produzidos pelos Alunos.....	46
3.3.8 Café Enem: Palestras Motivacionais	47
3.3.9 Finalização da Unidade de Ensino	47

Capítulo IV

Metodologia de Pesquisa	49
4.1 Contexto do Estudo	49
4.2 Pesquisa Quali-Quantitativa como Referencial Metodológico	51
4.3 Instrumentos de Coleta de Dados.....	52
4.4 Interpretação dos Mapas Conceituais à Luz da Teoria da Aprendizagem Significativa	56
4.5 Abordagem Quantitativa	64

Capítulo V

Análise e Interpretação dos Dados	68
5.1 Informações Sobre a Metodologia de Análise.....	68
5.2 Análise dos Mapas Conceituais	70
5.2.1 Resultados do Mapas MC1	70
5.2.2 Resultados dos Mapas MC2	73

5.2.3 Inferências e Análises Comparativas dos Mapas MC1 e MC2	75
5.2.3.1 Análise interpretativa dos mapas - Caso 1: aluno CI21	81
5.2.3.2 Análise interpretativa dos mapas - Caso 2: aluna B24	83
5.2.4 Evolução dos Conceitos nos Mapas	85
5.3 Análise dos Questionários	91
5.4 Resultados Obtidos na Prova Final.....	95
Capítulo VI	
Conclusão	97
REFERÊNCIAS	101
APÊNDICE A – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Sobre Conceitos de Eletricidade	107
APÊNDICE B – Processos de Intervenção Dessa UEPS ao Longo do Estudo	133
APÊNDICE C – Quadro de Qualidade dos Mapas MC1.....	156
APÊNDICE D – Quadro de Qualidade dos Mapas MC2.....	160
APÊNDICE E – Conceitos Gerais que Apareceram no MC1 e MC2	164
APÊNDICE F – Relatório da Análise Estatística.....	166
ANEXO A – Questionário prévio de opinião.....	174
ANEXO B – Questionário de opinião pós-UEPS	176
ANEXO C – Painel de Referência para os Alunos.....	178
ANEXO D – Atividade de Elaboração de Mapa Conceitual	179
ANEXO E – Avaliação Final	180
ANEXO F – Texto 1: Diferença de Potencial.....	182
ANEXO G – Texto 2: Corrente Elétrica	183
ANEXO H – Texto 3: Resistência Elétrica.....	184
ANEXO I – Texto 4: Introdução a Circuitos Elétricos	185
ANEXO J – Situações Problemas em Caráter Gincana	186
ANEXO K – Experimento 1: Circuito Elétrico.....	188
ANEXO L – Slides Utilizados na Palestra do Café Enem.....	189

Lista de Figuras

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

- Figura 1.1: Percentual de alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede estadual de ensino por padrão de desempenho em Matemática no PAEBES – 2012.....17
- Figura 1.2: Percentual de alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede estadual de ensino por padrão de desempenho em Física no PAEBES – 2011. ...18

CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO

- Figura 2.1: Representação da aprendizagem subordinativa e da diferenciação progressiva28
- Figura 2.2: Representação da aprendizagem superordenada e da reconciliação integrativa.....29
- Figura 2.3: Mapa conceitual sobre o tema mapas conceituais31
- Figura 2.4: Estrutura de uma proposição31

CAPÍTULO III – UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

- Figura 3.1: Gráfico que apresenta a frequência de conceitos utilizados no MC1...42

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DE PESQUISA

- Figura 4.1: Percentual de alunos da 3ª série da escola EEEFM Benício Gonçalves por padrão de desempenho em Matemática no PAEBES – 201250
- Figura 4.2: Mapa conceitual de referência usado como parâmetro para a elaboração da UEPS e para avaliação dos mapas dos estudantes60

CAPÍTULO V – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

- Figura 5.1: Gráfico que demonstra a evolução na diferenciação progressiva apresentada nos mapas...76
- Figura 5.2: Gráfico que demonstra a evolução na reconciliação integrativa apresentada nos mapas...77

Figura 5.3:	Gráfico que demonstra a evolução na qualidade geral apresentada nos mapas	78
Figura 5.4:	MC1 do aluno CI21 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente).....	81
Figura 5.5:	MC2 do aluno CI21 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Bom).....	82
Figura 5.6:	MC1 construído pela aluna B24 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente).....	83
Figura 5.7:	MC2 da aluna B24 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente) ...	84
Figura 5.8:	Distribuição de pontuações dos alunos na prova final	96

Lista de Tabelas

CAPÍTULO V – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Tabela 5.1:	Símbolos representativos das turmas	68
Tabela 5.2:	Transição das qualidades dos mapas MC1 versus MC2	80
Tabela 5.3:	Evolução da utilização dos conceitos-chaves nos mapas conceituais dos 140 alunos.....	86
Tabela 5.4:	Evolução da utilização dos conceitos relacionado à diferença de potencial nos mapas conceituais dos 140 alunos.....	87
Tabela 5.5:	Evolução da utilização dos conceitos relacionado à corrente elétrica nos mapas conceituais dos 140 alunos.....	88
Tabela 5.6:	Evolução da utilização dos conceitos relacionados aos exemplos nos mapas conceituais dos 140 alunos.....	89
Tabela 5.7:	Evolução quantitativa dos conceitos presentes nos Mapas Conceituais	90

Lista de Quadros

CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO

Quadro 2.1: Representação do processo de assimilação na aprendizagem significativa	27
Quadro 2.2: Representação da aprendizagem combinatória	29

CAPÍTULO III – UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Quadro 3.1: Descrições das etapas da UEPS.....	38
Quadro 3.2: Informações relevantes coletadas no QOI e sua respectiva influência na UEPS	41

CAPÍTULO IV – METODOLOGIA DE PESQUISA

Quadro 4.1: Categorias de análise da qualidade da Diferenciação Progressiva (DP) nos MC.....	62
Quadro 4.2: Categorias de análise da qualidade da Reconciliação Integrativa (RI) nos MC.....	62
Quadro 4.3: Categoria de análise da qualidade do mapa conceitual.....	63
Quadro 4.4: Delineamento utilizado na pesquisa quantitativa	65

CAPÍTULO V – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Quadro 5.1: Resumo dos dados obtidos dos Mapas Conceituais construídos no início da unidade de ensino	71
Quadro 5.2: Proposições inválidas do MC1 formuladas pelo aluno B138	71
Quadro 5.3: Proposições do MC1 formuladas pela aluna C16.....	72
Quadro 5.4: Resumo dos dados obtidos dos Mapas Conceituais construídos ao final da unidade de ensino	73
Quadro 5.5: Proposições do MC2 formuladas pelo aluno A13	75
Quadro 5.6: Proposições do MC1 formuladas pelo aluno C121	81
Quadro 5.7: Proposições do MC1 retiradas do MC1 da aluna B24	84
Quadro 5.8: Proposições do MC2 formuladas pela aluna B24	85
Quadro 5.9: Conceitos presentes no MC1 e ausentes no MC2 ou vice-versa.....	90
Quadro 5.10: Evolução das respostas de 126 alunos nos questionários de opinião	92

Capítulo I

Introdução

Este capítulo inicial apresenta a trajetória do professor investigador, o contexto e os objetivos da pesquisa desenvolvida.

1.1 Organização da Dissertação

A dissertação foi escrita e estruturada em sete capítulos. No **Capítulo I**, é abordado a atuação profissional do pesquisador, a contextualização do trabalho desenvolvido, as justificativas da pesquisa, a descrição de seus objetivos e a organização da dissertação.

No **Capítulo II** é apresentado o referencial teórico da investigação, ressaltando pontos como a aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica, os processos de diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e os mapas conceituais.

O **Capítulo III** apresenta o conceito de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS e detalha a unidade de ensino desenvolvida, descrevendo cada uma das etapas que a constituem.

O delineamento da investigação é apresentado no **Capítulo IV**, que traz os

instrumentos de coleta de dados e a estratificação dos dados, com especial atenção nos mapas conceituais, que foram utilizados na investigação da aprendizagem significativa.

O **Capítulo V** traz a análise e interpretação dos dados da investigação apresentando análises comparativas sobre os diversos dados obtidos antes, durante e após a aplicação da UEPS.

No **capítulo VI**, são apresentadas as considerações finais do trabalho.

1.2 Trajetória Docente

Minha primeira experiência profissional em 2006, enquanto cursava licenciatura em Física na UFES, ocorreu na Escola da Ciência Física (ECF), mantida pela prefeitura de Vitória – ES. No papel de monitor em um espaço não formal de ensino, vislumbrado pelo entusiasmo que a visita proporcionava aos expectadores, tive minha primeira visão do papel que o professor deve exercer no processo de ensino-aprendizagem. Devido à imaturidade acadêmica e profissional, eu imaginava que o papel do mediador, fosse ele monitor ou professor, era em primeiro lugar o de despertar o interesse do aprendiz pela Física e que a vontade de estudar e aprender seriam uma consequência natural dessa intervenção.

À partir de 2007, quando passei a atuar como professor de Física no Ensino Médio (EM) em diversas escolas da Rede Pública do Espírito Santo, pude perceber que minha visão anterior era limitada, tendo em vista a realidade dessas instituições. Com o despreparo dos professores para lidar com os avanços tecnológicos em sala de aula e com uma infraestrutura escolar que não permite a professores e alunos desenvolverem seus potenciais, sempre me questioneei sobre o modo que a Física deveria ser apresentada para que estimulasse o estudante.

Sem ter conhecimento da teoria da aprendizagem significativa, principal fundamento teórico deste estudo, tentei buscar os motivos pelo qual os alunos tinham tanta dificuldade em compreender e colocar em prática os conceitos estudados. Busquei

novas práticas, como exposição de experimentos simples e exibição de vídeos, com o intuito de tornar as aulas mais atrativas e esperando, com isso, obter melhores resultados na aprendizagem. Mas mesmo com todos os meus esforços, ainda que os alunos demonstrassem certo interesse pelas aulas de Física, nem sempre os resultados eram satisfatórios em relação à aprendizagem.

Assim que ingressei no Programa de Pós-Graduação em ensino de Física (PPGEEnFis/UFES), pude finalmente encontrar um referencial que atendesse aos questionamentos do professor preocupado com o processo de ensino-aprendizagem. Assim, com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e os mapas Conceituais de Novak, conheci elementos que podem contribuir para a melhoria nos processos de ensino e aprendizagem: a importância da motivação do estudante e a importância dos conhecimentos prévios para a aprendizagem de novos conceitos.

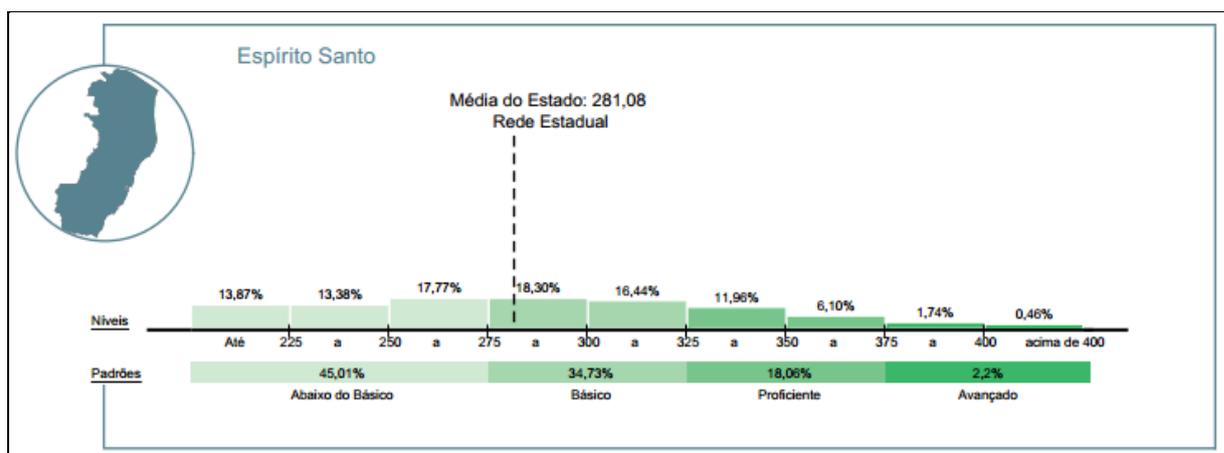
Uma vez que a aprendizagem significativa tenha sido estabelecida como referencial teórico para o processo de negociação de significados, torna-se necessário também uma estruturação sistematizada para que seja possível ensinar de maneira significativa. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) atendem plenamente a essa transposição entre os pressupostos teóricos e a prática docente. Portanto, construir uma UEPS é construir uma “sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2011, p. 1).

Com base nessas ideias, desenvolvemos uma UEPS sobre conceitos do eletromagnetismo no contexto do ensino médio, buscando um viés da importância destes conceitos para os avanços tecnológicos.

1.3 Contextualização do Estudo

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2014c) trazem uma preocupação em relação à importância das ciências na formação dos estudantes do

Ensino Médio para futuras contribuições em relação à avanços tecnológicos em nosso país. Compreendendo a importância do desenvolvimento científico-tecnológico para uma nação, diversas políticas pública estão sendo empregadas para promover melhorias nessas áreas de conhecimento no Brasil. O programa Ciências sem fronteiras, utilizado como uma forma de intercâmbio tecnológico cultural, por exemplo, tem o objetivo de “*eleva a capacidade científica brasileira e aumentar o poder competitivo do setor produtivo nacional*” (CASTRO *et al*, 2012, p. 25). O Sistema de Seleção Unificada (SISU) (BRASIL, 2013), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (BRASIL, 2014a), o Programa Universidade para Todos (PROUNI) (2014), o Programa Bolsa Universitária (NOSSABOLSA) (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2014), a lei nº 12.711 (BRASIL, 2012) e o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e ao Emprego (PRONATEC) (BRASIL, 2014b) foram criados para facilitar o acesso ao ensino técnico e superior, sobretudo dos concluintes do ensino básico da rede pública de ensino. O estado do Espírito Santo na busca de adequar os currículos à realidade atual, propôs a reformulação curricular da disciplina de Física (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2009) que vem sendo discutida até os dias atuais.



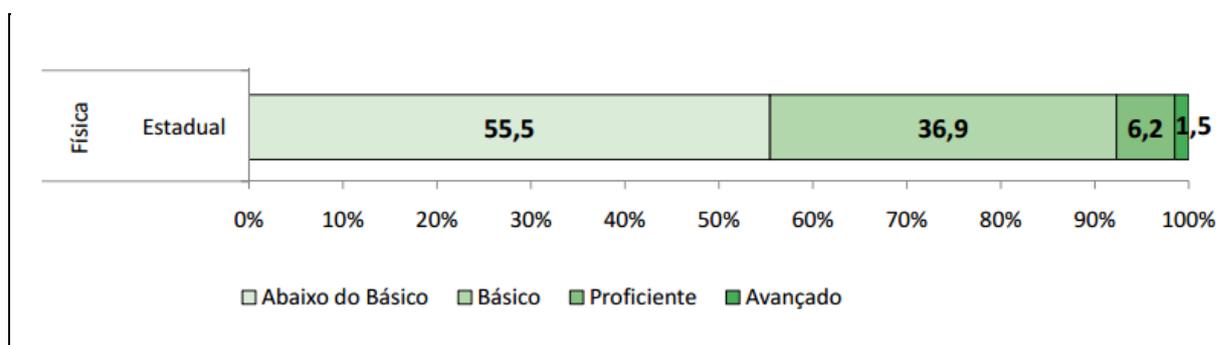
(Fonte: Resultados da Avaliação PAEBES 2012)

Figura 1.1: Percentual de alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede estadual de ensino por padrão de desempenho em Matemática no PAEBES – 2012.

Mesmo com todas as ações do poder público, o baixo rendimento dos alunos das escolas públicas é uma realidade enfrentada na rede estadual do Espírito Santo. O resultado do Programa de Avaliação do Ensino Básico do Espírito Santo (PAEBES) (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2012), revelou que em disciplinas como Língua Portuguesa, Geografia e História, cerca de um terço

dos alunos da rede estadual tiveram rendimento abaixo do básico na avaliação. Em Matemática, disciplina fundamental para ensino de Ciências, o resultado na avaliação foi ainda mais alarmante. Conforme Figura 1.1, pode-se verificar que cerca de 45% dos estudantes do 3º ano em 2012 tiveram rendimento abaixo do básico no PAEBES, justificando a necessidade de iniciativas que proponham mudanças para a melhoria do ensino nas escolas públicas.

A Física, uma ciência fundamental para o desenvolvimento tecnológico de um país, demanda uma elevada capacidade de abstração para a sua compreensão. A maioria dos alunos do ensino médio não possui esta capacidade amadurecida e, além disso, o despreparo dos professores, as condições de trabalho como a falta de laboratórios de Física e o baixo interesse dos alunos por essa disciplina, torna ainda mais complexo estreitar a relação entre o conteúdo a ser ensinado e o conteúdo a ser aprendido. Esta situação é evidenciada pelo PAEBES (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2011), o qual revelou em 2011 que 55,5% dos alunos da 3ª série do ensino médio em escolas públicas tiveram desempenho abaixo do básico em Física (conforme Figura 1.2), ou seja, muito aquém do nível de conhecimento desejado para concluintes desse nível de ensino.



(Fonte: Resultados da Avaliação PAEBES 2011)

Figura 1.2: Percentual de alunos da 3ª série do Ensino Médio da rede estadual de ensino por padrão de desempenho em Física no PAEBES – 2011

A modificação deste cenário para um mais promissor, necessita de diversas ações, tais como, investimento governamental em laboratórios de ciências e informática, implementação de formas adequadas de estimular os alunos para o estudo, especialmente da Física, desenvolvimento de novas metodologias de ensino que englobem os avanços tecnológicos e principalmente a formação do professor para se manter sempre atualizado em uma era na qual a tecnologia evolui em uma

velocidade cada vez maior.

O poder público tem investido em algumas iniciativas na formação inicial e continuada de professores, tais como, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) (CAPES, 2014) e os mestrados profissionais em ensino.

Neste contexto, buscando colaborar para o desenvolvimento de materiais para de apoio ao ensino de conceitos físicos, este trabalho tem os seguintes objetivos:

a) Geral:

Desenvolver uma UEPS (MOREIRA, 2011) sobre conceitos de Eletricidade.

b) Específicos:

- i. Elaborar uma Unidade de Ensino sobre o tema diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações;
- ii. Aplicar a unidade de ensino no contexto do ensino médio;
- iii. Analisar a potencialidade da unidade de ensino em promover engajamento dos alunos para estudo da Física;
- iv. Analisar os dados coletados e validar a unidade de ensino desenvolvida como sendo potencialmente significativa.

Capítulo II

Referencial Teórico

Este trabalho tem o objetivo principal de desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, assim, este capítulo traz a fundamentação teórica necessário ao desenvolvimento da investigação.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

A psicologia educacional estuda problemas que a prática docente enfrenta em sala de aula. Assim, ela busca elucidar quais os processos educacionais que afetam a obtenção e retenção de estruturas organizadas de conhecimento, como se dá o aproveitamento de uma aprendizagem que promova a maior capacidade de solucionar problemas, assim como, descobrir quais aspectos interpessoais e sociais que afetam a aprendizagem, a motivação para a aprendizagem e a assimilação do conhecimento (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel surgiu através dos conhecimentos da psicologia educacional em conjunto com os princípios das teorias da aprendizagem, numa busca pelo entendimento da aprendizagem, dos fatores que a influenciam e dos processos mentais existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ela foi introduzida com a publicação do *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* em 1963, de autoria de Ausubel, e reafirmada através da publicação do

Educational Psychology: A Cognitive Viewem 1968, com Ausubel e mais dois autores, Joseph Donald Novak e Helen Hanesian (MENDONÇA, 2012, p. 45).

Sobre a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Moreira afirma que:

Ausubel [...] propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e interação do material na estrutura cognitiva. [...] ele se baseia na premissa que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento. É o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento (MOREIRA, 1999, p. 152).

É importante ressaltar que a aprendizagem cognitiva ocorre quando o conhecimento a aprender, ou seja, os significados a serem assimilados, é armazenado como informação organizada na mente do ser que aprende. Mendonça (2012, p. 45) ainda afirma que *“A teoria da aprendizagem significativa é uma teoria com grande potencial para fundamentar a prática educativa, em sala de aula, e que privilegia a aquisição e a retenção do significado que é gerado na escola”*, sendo assim, a internalização e inclusão dessa teoria de aprendizagem na prática do professor pode levar a resultados melhores em termos de aprendizagem de conceitos.

No entanto, segundo Ausubel, para que o processo de ensino-aprendizagem tenha êxito, o professor mediador¹ deve considerar como fundamental o conhecimento prévio do aluno, pois *“Se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um único princípio, diria: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine de acordo.”* (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137). Esse princípio é evidenciado e descrito detalhadamente por Moreira:

A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia-a-dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais

¹Quando se trata de aprendizagem significativa, o professor não deve ser considerado como transmissor de conhecimento, mas sim como mediador capaz de realizar negociação de significados, já que os alunos trazem consigo uma bagagem de conhecimento e o professor deve criar situações para que haja uma reestruturação dos significados originais dos alunos

influencia a aprendizagem significativa é o que o aluno já sabe. [...] Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retiradas, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos. Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva pela influência do novo material. Há pois um processo de interação, por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem (MOREIRA, 1999, p. 152).

Segundo essa teoria, a aprendizagem ocorre a medida que novos significados são assimilados pelo aprendiz. Assim, a aprendizagem significativa ocorrerá quando essa nova informação aprendida se relaciona a outras com as quais os alunos já estejam familiarizados e quando os alunos adotam uma estratégia que relacione a nova informação de modo não arbitrário aos conceitos que já estão estruturados em seu conhecimento (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Esses conceitos (ou conjunto de conceitos) previamente existente na estrutura cognitiva do estudante, fundamental para alicerçar aprendizagem de novos significados, pode ser definido como *conceito subsunçor*, ou simplesmente subsunçor, e é apoiado sobre ele que se constrói significativamente um novo conhecimento (MOREIRA, 1999). Assim, “[...] a estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído” (MOREIRA, 2013, p. 5).

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) defendem que um dos pré-requisitos para a aquisição significativa de novos conceitos é a apresentação de materiais potencialmente significativos aos alunos. Materiais estes que proporcionem ao aprendiz uma facilitação de relacionamento do material pedagógico com o conhecimento estruturado do aluno. No entanto, somente essa variável não garante a assimilação significativa do novo conhecimento. Aliado a esse material adequado, deve coexistir também a pré-disposição do indivíduo para promover a interação entre o conhecimento a ser aprendido e o conhecimento chave pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz.

Uma vez que a aprendizagem tenha ocorrido significativamente, o novo conceito se torna um subsunçor para novos conhecimentos, pois a nova informação assimilada significativamente se torna um conhecimento prévio do estudante, resultando em um novo significado, aumentando as dimensões e a estabilidade de sua estrutura cognitiva.

Pelo contrário, a aprendizagem automática é aquela na qual o estudante apenas memoriza conceitos sem uma devida relação com a sua estrutura cognitiva. Neste processo, a informação é assimilada arbitrariamente, não ocorrendo a aprendizagem significativa, ou seja, o novo conhecimento não chega a se tornar um subsunçor (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Moreira reforça o conceito de aprendizagem automática, afirmando que a

[...] Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa. Na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento seja armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados. Durante um certo período de tempo, a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela (MOREIRA, 2013, p. 6).

Desse modo, esse tipo de aprendizagem não possui vínculo com o complexo de ideias que o aluno possui, está desprendido dos demais conhecimentos e por isso é mais suscetível a não fazer parte do raciocínio do estudante, a ter maior instabilidade. Além disso, é importante ressaltar que o fato do material ser logicamente significativo não exclui a possibilidade dos alunos aprenderem por memorização, por método de decorar, se estes não possuírem predisposição para aprender significativamente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

No ensino da Física, por exemplo, se o conceito de força e aceleração são aspectos relevantes na estrutura cognitiva preexistente do aluno e o professor apresenta um material potencialmente significativo para ensinar a proporcionalidade existente entre força resultante sobre um corpo e sua aceleração, pode-se verificar três resultados possíveis:

- i. Se o aluno tiver predisposição à interagir significativamente com os novas informações, poderá ocorrer aprendizagem significativa, incorporando os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva gerando um novo significado para o indivíduo;
- ii. Se o aluno não tiver predisposição à interagir significativamente com os novas informações, este poderá assimilar as informações de modo arbitrário (memorizando as informações) e como consequência não haverá interação, ou haverá pouca interação, entre o novo conhecimento incorporado e sua estrutura cognitiva;
- iii. Em último caso, o aluno pode simplesmente não estar pré-disposto a interagir com a nova informação e por isso assimilar mecanicamente pouca ou nenhuma das informações estudadas. Nessa situação, *“mesmo se o ensino for eficaz, não implica necessariamente aprendizagem, se os alunos em questão estiverem desatentos, desmotivados ou despreparados cognitivamente”* (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 12).

Para maior entendimento dos processos mentais que ocorrem durante a aprendizagem significativa ou a aprendizagem mecânica², será necessário a descrição de uma série de elementos que estão relacionados com a cognição do aprendiz. Esses elementos serão discutidos nas seções seguintes.

2.2 Diferentes Tipos de Aprendizagem Significativa

Para Ausubel, Novak e Hanesian, existem três tipos básicos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional, a aprendizagem de conceitos e a aprendizagem proposicional (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 39-41).

A aprendizagem representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa e está relacionada com a aprendizagem do significado de determinados símbolos ou

²Também conhecida como aprendizagem automática ou memorística

o que eles representam. Esse tipo de aprendizagem está presente no *“processo pelo qual novas palavras passam a representar para ele as ideias ou objetos correspondentes aos quais elas se referem”* (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 39). Sendo assim, quando um estudante consegue atribuir significado à palavra elétron (um símbolo), que representa a partícula subatômica elétron (um objeto real), ao relacionar essa representação aos conhecimentos pré-existente sem sua estrutura cognitiva poderá ocorrer a aprendizagem significativa representacional. Sempre que esse aluno se deparar novamente com a palavra elétron, haverá uma associação dessa palavra ao objeto real que corresponde à partícula subatômica e o aluno vislumbrará uma imagem do que sua estrutura cognitiva entende como elétron. Esse tipo de aprendizagem é um pré-requisito fundamental para os as outras duas formas de aprendizagem que possuem maior grau de complexidade.

“Um outro tipo de aprendizagem significativa que é importante na aquisição de conhecimento consiste na formação de conceitos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 40). A aprendizagem de conceitos é semelhante à aprendizagem representativa, porém, esse conhecimento tem origem na combinação de símbolos particulares, que podem formar sentenças e resultar na representação de um conceito e não de objetos ou situações. Esse tipo de aprendizagem ocorre, por exemplo, no momento em que o aprendiz consegue articular de modo não arbitrário os símbolos *carga elétrica* e *variação do tempo* para compreender o significado de corrente elétrica.

Em relação ao terceiro tipo básico de aprendizagem significativa, Ausubel, Novak e Hanesian afirmam que:

Na aprendizagem proposicional, a tarefa de aprendizagem significativa não se reduz a aprendizado do que representam as palavras isoladamente ou à combinação das mesmas; refere-se antes de tudo, ao aprendizado do significado de novas ideias expressas de forma proposicional (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 40).

Portanto, o mais importante nesse tipo de aprendizagem significativa é desenvolver a capacidade de expressar verbalmente um novo significado, novas ideias, através da combinação de símbolos em forma de proposições verbais. Nesse processo, a

estrutura proposicional é a combinação de palavras isoladas que se relacionam entre si, formando um todo com significados e ideias únicas, que é mais representativo que a soma dos símbolos ou das palavras utilizadas. Para exemplificar esse tipo de aprendizagem, que é mais complexa se comparada às demais formas de aprendizagem significativa, os conceitos de corrente e tensão elétricas podem ser relacionados através de uma proposição que une essas palavras. Portanto, um aluno que assimilou esses significados de modo não arbitrário será capaz de correlacionar esses símbolos de modo a formar uma estrutura verbal que expresse a relação entre esses conceitos. Uma possível proposição verbal poderia ser descrita como: *“a corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial em um circuito elétrico fechado”*. Que nos leva a afirmar que para chegar à compreensão dessa proposição de modo significativo, as palavras e os conceitos da proposição devem ser compreendidos com um grau suficiente de clareza. Para chegar a esse nível de compreensão, o aluno necessita, como pré-requisito, desenvolver sua estrutura de conhecimento através da aprendizagem representacional das palavras *“elétron”*, *“carga elétrica”*, *“proporcional”*, entre outras palavras, assim como ter construído em sua estrutura cognitiva os conceitos de *“corrente elétrica”*, *“diferença de potencial”*, entre outros, através da aprendizagem de conceitos.

2.3 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

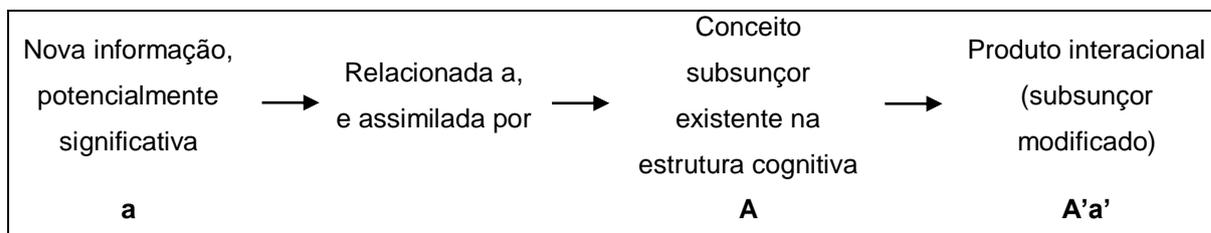
Para tornar mais claro e preciso o processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva, vamos discutir a teoria da assimilação proposta por Ausubel, Novak e Hanesian. Para esses autores, quando ocorre a aprendizagem significativa:

A nova informação está relacionada aos aspectos relevantes, preexistentes da estrutura cognitiva e tanto a nova informação como a estrutura preexistente são modificados no processo. Grande parte da aprendizagem significativa é essencialmente a assimilação da nova informação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 57).

Portanto, a interação entre o conceito a aprender e o subsunçor, altera não somente a informação que está sendo assimilada como também o seu próprio subsunçor.

Após a assimilação, a estrutura cognitiva do aprendiz terá uma nova configuração após sua estabilização. O Quadro 2.1 mostra de modo simplificado como ocorre o processo de assimilação: a nova informação “a” interage com o subsunçor “A” e como resultado dessa interação, gera o significado “A’a’” na estrutura cognitiva do aprendiz.

Quadro 2.1: Representação do processo de assimilação na aprendizagem significativa.



(Fonte: Moreira, 1999)

Mas 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).

Na aprendizagem subordinada, a informação nova e potencialmente significativa que está sendo estudada adquire significado com a interação com um conceito, ideia, ou informação mais abrangente, mais inclusiva ou em um maior nível hierárquico da estrutura cognitiva preexistente do aprendiz. Tendo em vista que o conceito novo possui relação de subordinação com a estrutura cognitiva preexistente.

O tipo de aprendizagem subordinada, do ponto de vista instrucional, é considerada como diferenciação progressiva, que pode ser entendida como um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhes e especificidade. Sobre isso, Moreira afirma:

No curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, i.e., vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Imagine-se o conceito de “conservação”; sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o

aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva chama-se **diferenciação progressiva** (MOREIRA, 2013, p. 6).

Portanto, um material potencialmente significativo que seja facilitador da aprendizagem subordinada estará automaticamente favorecendo a diferenciação progressiva. Na Figura 2.1, podemos verificar que o professor deve utilizar conceitos mais gerais preexistentes na estrutura cognitiva do aluno para que novas ideias menos gerais sejam incluídas. A linha pontilhada está representando a reestruturação de sua estrutura cognitiva e a consequente obtenção de significados.

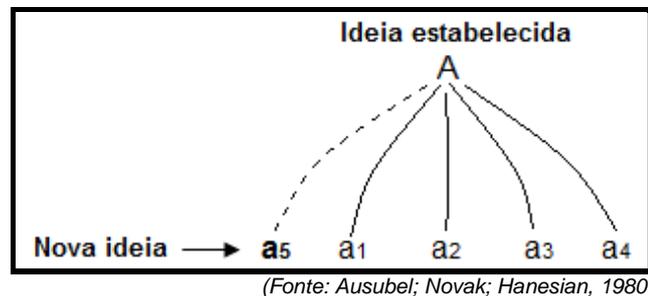
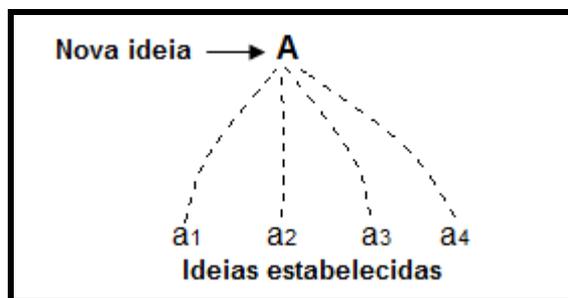


Figura 2.1: Representação da aprendizagem subordinativa e da diferenciação progressiva

A situação se inverte quando se trata da aprendizagem superordenada, pois a informação nova, potencialmente significativa, é mais abrangente que o conceito, ideia, ou informação da estrutura cognitiva preexistente no aprendiz que está sendo utilizada para a construção de novos significados. Pretende-se promover aprendizagem significativa à partir dessa interação do conceito novo mais abrangente com o conhecimento prévio menos abrangente do estudante. Portanto, essa relação é sobreordenada, pois a informação nova é mais inclusiva, possui maior grau de generalidade, abstração ou abrangência se comparado aos demais conhecimentos participantes dessa construção de significados. Assim:

[...] É o que ocorreria, por exemplo, se o aluno tivesse conceitos de campo elétrico e magnético claros e estáveis na estrutura cognitiva, os percebesse intimamente relacionados e reorganizasse seus significados de modo a vê-los como manifestações de um conceito mais abrangente, o de campo eletromagnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa (MOREIRA, 2013, p. 6).

Quando a aprendizagem procede com esses padrões, ou seja, novos significados mais abrangentes, mais inclusivos, sendo assimilados e construídos pelo aprendiz à partir de ideias mais específicas já existentes em sua estrutura cognitiva, pode-se dizer que o material exposto está contribuindo para realização da reconciliação integrativa (ou reconciliação integradora). Nesse âmbito, e do ponto de vista instrucional, para que o material apresentado pelo professor seja potencialmente significativo e promova a reconciliação integrativa, o professor deve utilizar conceitos mais específicos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno para que novas ideias mais gerais sejam incluídas, que está exemplificado na Figura 2.2. Nessa representação, a linha pontilhada está representando a reestruturação de sua estrutura cognitiva e a consequente obtenção de significados.



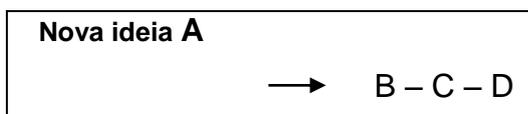
(Fonte: Ausubel; Novak; Hanesian, 1980)

Figura 2.2: Representação da aprendizagem superordenada e da reconciliação integrativa.

Por último, a aprendizagem combinatória está representada no Quadro 2.2 de modo que:

[...] Na aprendizagem combinatória, a nova ideia A é vista como relacionada às ideias existentes B, C e D, mas não é mais abrangente nem mais específica do qual as ideias B, C e D. Neste caso, considera-se que a nova ideia A tem alguns atributos essenciais em comum com as ideias preexistentes” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 57).

Quadro 2.2: Representação da aprendizagem combinatória



Portanto, esse tipo de aprendizagem ocorre quando a informação nova possui uma relação com os conceitos de mesmo nível hierárquico da estrutura cognitiva do aprendiz e dessa relação pode-se obter a aprendizagem significativa.

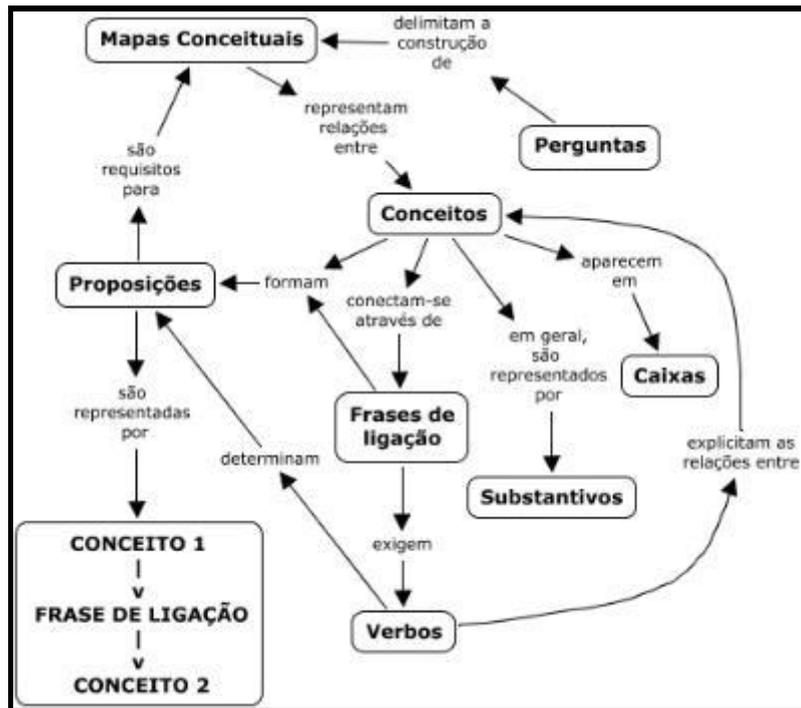
2.4 Mapa conceitual como Instrumento Facilitador da Aprendizagem Significativa

As redes neurais da mente, responsáveis pelo campo da aprendizagem, ainda não foram totalmente desvendadas, não podendo ser inteiramente compreendidas. Enquanto não existir mecanismos mais precisos para o detalhamento das variáveis existentes nos processos neurobiológicos da memória, estaremos limitados a meros modelos representativos dos elementos presentes na mente do indivíduo. Com a finalidade de tornar exterior a representação de sua estrutura cognitiva, os mapas conceituais podem desenvolver um papel importante para a aprendizagem significativa, pois podem ajudar a averiguar o que o aluno já sabe (NOVAK, 1984).

Para Novak (1984), os mapas conceituais (ou de conceitos) têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições e as proposições consistem em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Para ele:

[...] foram desenvolvidos especificamente para estabelecer comunicação com a estrutura cognitiva do aluno e para exteriorizar o que este já sabe de forma a que tanto ele como o professor se apercebam disso [...] (NOVAK, 1984, p.56).

O mapa conceitual representado na Figura 2.3 foi elaborado para explicar a estruturação dos mapas conceituais. Embora não seja uma obrigatoriedade, aconselha-se que os conceitos sejam representados no interior de quadros e as palavras ou frases de ligação fiquem localizados entre dois conceitos para dar significado a uma proposição. Cada ligação entre dois conceitos configura-se uma proposição, portanto, a afirmação “*Mapas conceituais representam relações entre conceitos*” é representada no mapa através da proposição descrita na Figura 2.4.



(Fonte: : Raupp; Eichler, 2014)

Figura 2.3: Mapa conceitual sobre o tema mapas conceituais.

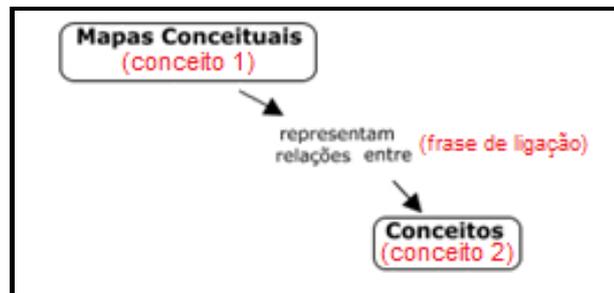


Figura 2.4: Estrutura de uma proposição

Para Novak (1984), os mapas conceituais devem ser representados hierarquicamente, com conceitos mais abrangentes (mais gerais ou mais inclusivos) em sua parte superior e os conceitos menos abrangentes (menos gerais ou mais específicos) em sua parte inferior, por outro lado, para Moreira (2012), os mapas conceituais não precisam necessariamente possuir esse padrão, desde que os conceitos contextualmente mais importantes, os conceitos secundários e os conceitos mais específicos estejam bem delimitados.

Ausubel, Novak e Hanesian reforçam a importância na organização dos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz, pois para os autores, “[...] os seres humanos interpretam a experiência perceptual em termos de conceitos próprios de suas estruturas cognitivas [...]” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 72) que no

contexto da sala de aula podem ser externalizados por meio da construção dos mapas conceituais, além disso, “[...] os conceitos constituem a matéria-prima tanto para a aprendizagem receptiva significativa como para a generalização das proposições significativas para solução de problemas” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 72), portanto, na estrutura cognitiva, a disponibilidade de conceitos mais abrangentes, como as leis científicas, e mais específicos, como aparelhos tecnológicos que essa lei possibilitou desenvolver, constituem um aspecto importante nos processos necessários para a aprendizagem significativa de novos conceitos, possibilitando ao aluno maior compreensão sobre o tema e maior capacidade de obter solução criativa de problemas.

À partir da teoria da aprendizagem significativa, podemos inferir que um dos papéis do professor para promover o processo de aprendizagem significativa consiste em diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, determinar quais são os conceitos-chaves disponíveis na estrutura cognitiva do aluno relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, para que possa ser estruturada um material potencialmente significativo (MOREIRA, 1999).

A literatura aponta que os mapas conceituais podem ser utilizados não somente para a obtenção de conhecimentos prévios dos estudantes mas também para integrá-lo ao próprio material potencialmente significativo, bem como ser utilizado como ferramenta de avaliação (CONCEIÇÃO; VALADERES, 2002), (MOREIRA, 1999; 2006; 2011), (NOVAK, 1984) e (SANTANA; VIANA-BARBOSA, 2012).

Para Moreira, os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. Ele defende que esse instrumento, usado na perspectiva ausubeliana, é eficaz para identificar os conceitos mais relevantes em uma unidade de ensino, identificar os conceitos subsunçores na estrutura cognitiva preexistente do aluno e estruturar uma unidade potencialmente significativa que propicie a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2012).

Sendo assim, o professor pode elaborar mapas conceituais sobre o tema a ser trabalhado para identificar a rede de conceitos que estão intimamente relacionados na estruturação desse conteúdo. Com a elaboração desse mapa conceitual de

referência feita pelo professor, pode-se identificar os conceitos que são mais abrangentes, inclusivos do topo da hierarquia, e os mais específicos, localizados na base da hierarquia. Quando se trata da elaboração de mapas conceituais pelos alunos, ocorre a externalização de ideias que se assemelham à estrutura de conhecimentos do aprendiz. Dessa estrutura lógica, o professor pode identificar os conceitos, proposições, ideias e significados que estão estruturados nas concepções dos alunos naquele momento. Essas informações, em conjunto com àquelas obtidas pelo mapa de referência do professor, são fundamentais para a elaboração de um material potencialmente significativo, que promova assimilação de significados por diferenciação progressiva e por reconciliação integrativa, fazendo uma ponte entre o significado que o aluno já tem (seja ele mais inclusivo ou específico) com os novos significados propostos pela unidade de ensino.

Por fim, os mapas conceituais podem proporcionar evidências de aprendizagem significativa, tendo em vista que as proposições descritas neles podem revelar assimilação de significados e, em uma análise geral, podem ser reveladas alterações significativas em sua estrutura cognitiva, com novos conceitos assimilados de modo não arbitrário.

O próximo capítulo fará uma introdução do conceito de UEPS e apresentará a UEPS desenvolvida e aplicada no estudo.

Capítulo III

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Este capítulo apresenta os conceitos relacionados as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas e a proposta de unidade de ensino sobre conceitos de eletricidade, objeto dessa investigação.

3.1 A Proposta Geral das UEPS

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências didáticas fundamentadas na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que atendem necessariamente aos princípios descritos por Moreira (2011), que são:

- i. A aprendizagem deve ser significativa, ser crítica, ser centrada no aluno, estimular a busca por respostas, possuir uma diversidade de materiais e estratégias;
- ii. O conhecimento prévio deve ser levado em consideração como a principal variável para a aprendizagem;

- iii. Os *organizadores prévios*³ devem ser utilizados para auxiliar na relação entre os conceitos preestabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz como novos conceitos a serem aprendidos;
- iv. Pensamentos, sentimentos e ações fazem parte do ser que aprende e devem ser levados em consideração;
- v. As situações-problemas, cuidadosamente selecionadas, apresentadas em nível crescente de complexidade, devem ser utilizadas para potencializar a pré-disposição à aprendizagem significativa;
- vi. A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora devem fazer parte da unidade de ensino;
- vii. O papel do professor é o de mediar a negociação, promover a captação e compartilhamento de significados para com o aluno, que deve interagir socialmente com outro aluno, com o professor e com o material educacional.

A construção de uma UEPS deve observar estes princípios, mas a escolha das metodologias e ferramentas educacionais fica a critério do professor. A próxima seção apresentará as intervenções necessárias à aplicação da unidade de ensino sobre conceitos de eletricidade desenvolvida para este estudo, que investigará sua validade como uma UEPS.

3.2. Intervenções Preparatórias para a UEPS

Tendo em vista que ao longo da unidade de ensino será proposto aos alunos a elaboração de mapas conceituais, o professor deve realizar uma formação prévia para instruí-los sobre essa ferramenta. Na aula que introduzirá os mapas conceituais deve ser esclarecida a sua finalidade como avaliação diagnóstica (na obtenção de

³Vídeos, simulações, experimentos, situações-problemas e textos a nível introdutório que devem ser utilizados como primeira intervenção para promover a aprendizagem significativa

conhecimento prévio) e como avaliação da evolução em suas estruturas mentais. Deve ser discutido amplamente as propriedades dos conceitos, das frases de ligação, das proposições e dos níveis hierárquicos nos mapas conceituais. Em seguida, sugerir que os alunos escolham um tema para a elaboração de um mapa conceitual, que sirva de exemplificação para a montagem e o entendimento de mapa conceitual.

Após definição do tema para a elaboração de um mapa no grande grupo, utiliza-se a proposta de Moreira (2012) como base para a elaboração da intervenção inicial, seguindo os passos:

- 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 – Florida Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) 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.

A partir destas intervenções, espera-se que os estudantes possuam um mínimo de conhecimento sobre as ferramentas necessárias à aplicação da unidade de ensino. A próxima seção abordará, em detalhes, a sequência de ensino propriamente dita.

3.3. Unidade de Ensino Sobre Diferença de Potencial e Corrente Elétrica

Esta seção apresenta em detalhes a unidade de ensino sobre conceitos de eletricidade. Ela foi dividida em 9 etapas e o Quadro 3.1. mostra um panorama geral das atividades planejadas em cada uma das dessas etapas, além de informações como o tempo previsto e o propósito de cada atividade. As seções de 3.3.1 a 3.3.9 discutem cada uma das nove etapas em detalhes, associadas à base teórica que as justifica.

Quadro 3.1: Descrições das etapas da UEPS

Etapa	Atividade desenvolvida	Tempo previsto	Propósito
1	Aplicação do questionário prévio de opinião	30 minutos	obter informações sobre o grau de interesse dos alunos pelo estudo da Física e seu interesse no ingresso ao ensino superior
	Diálogo prévio	1 aula ⁴	Investigação do conhecimento prévio
	Elaboração de mapa conceitual	40 minutos	Investigação das estruturas cognitivas
2	Construção de experimentos de Física em grupo e confecção de painéis	Depende da dedicação extraclasse de cada grupo	Estimular a interação entre aluno-aluno, aluno-professor e aluno-material didático
3	Exibição de vídeos como organizadores prévios	1 aula	Estimular a geração de subsunçores
4	Atividade em grupo voltada para a leitura de textos, reflexão e discussão	1 aula	Iniciar a negociação de significados por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa
5	Apresentação da simulação sobre baterias e situação problema	25 minutos	Compreender a geração de diferença de potencial (ddp) em baterias
	Exibição de vídeos sobre arco voltaico e duas situações problemas	30 minutos	Compreender os princípios físicos da blindagem elétrica que ocorre na gaiola de Faraday
	Apresentação da simulação sobre a Lei de Ohm e situação problema	15 minutos	Compreender a relação existente entre corrente, resistência e tensão elétrica
	Apresentação da simulação sobre resistência em fio condutor e situação problema	20 minutos	Compreender as características de um fio condutor que interferem em sua resistência elétrica
	Apresentação da simulação sobre circuito elétrico simples e situação problema	20 minutos	Relacionar potência elétrica à corrente, tensão e resistência elétrica
	Apresentação da simulação sobre gerador/transformador elétrico e situação problema	25 minutos	Compreender o funcionamento e a utilidade do gerador e transformador elétrico
	Apresentação da simulação sobre circuitos elétricos e associação de resistências e situação problema	30 minutos	Compreender as variáveis que interferem na resistência e na corrente elétrica de um circuito
6	Aula expositiva com utilização do um circuito elétrico	30 minutos	investigar um circuito elétrico misto, promovendo a reconciliação integradora
	Aula expositiva com utilização do globo de plasma	25 minutos	Reconciliação integradora
7	Apresentação em grupo dos experimentos confeccionados	2 aulas	Atividade colaborativa, apresentação em grupo, interação social e discussão
8	Palestra com o tema: "ENEM, Lei nº 12.711/2012, programas de bolsa e financiamento do ensino superior"	2 aulas em horário extraclasse	Esclarecer as dúvidas dos alunos em relação ao ingresso no ensino superior e informá-los sobre seus direitos
	Relato de ex-alunos da escola que ingressaram ensino superior.		Mostrar situações de êxito de pessoas da comunidade escolar
	Interação social entre os alunos e ex-alunos da escola		Para que os alunos possam esclarecer suas dúvidas e compartilhar vivências
9	Questionário final de opinião	35 min	Avaliar a mudança de interesses
	Elaboração de mapa conceitual	40 min	Investigar a aprendizagem significativa
	Prova escrita	1 aula	Avaliar a capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema

⁴ Foram consideradas aulas padrão para o turno diurno da rede estadual de ensino – 55 minutos

3.3.1 Levantamento dos Conhecimentos Prévios dos Estudantes

Os conhecimentos prévios dos estudantes são um requisito imprescindível para a aprendizagem significativa. Assim, para uma unidade de ensino ser potencialmente significativa, deve conter atividades de levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, que, na unidade de ensino desenvolvida, será realizado utilizando-se três instrumentos:

- a) O primeiro instrumento será o questionário prévio de opinião (ver Anexo A), que visa levantar o perfil dos alunos. Com a aplicação desse questionário, além de obter informações sobre o grau de interesse dos alunos pelo estudo da Física e sua motivação para ingresso no ensino superior, também possui o objetivo de verificar a metodologia de ensino que seja mais adequada ao perfil mais apresentado pelos alunos.
- b) O segundo instrumento consiste no diálogo prévio (ver 2ª aula do Apêndice A) e o registro em diário de bordo das falas que apontem seu nível de conhecimento sobre o assunto. O áudio dessa aula deve ser gravado para possíveis conferências que o professor pode necessitar em momento posterior. Como esse será o primeiro contato com o conteúdo, é importante que as questões sejam trabalhadas em nível introdutório, aumentando-se o grau de dificuldade e realizando questionamentos que coloquem em prova as exposições colocadas pelos alunos que apresentaram ideias em desacordo com o conhecimento científico. As questões a serem trabalhadas nesse diálogo devem estar relacionadas com situações que fazem parte do dia-a-dia do aluno, pois sempre que o professor realiza uma discussão com o aprendiz propondo situações que estão presentes em sua vivência, em seu cotidiano, existe maior chance de motivá-lo a uma maior participação, tendo maior garantia de atenção à aula proposta (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). O professor deve direcionar o diálogo para estimular a exposição de ideias dos alunos sem fazer uma intervenção corretiva.
- c) O terceiro instrumento consiste na elaboração individual do mapa conceitual prévio (ver Anexo D), de modo que possibilite a obtenção de conhecimentos

prévios e os principais conceitos subsunçores, para à partir dessas informações, fazer uma intervenção de acordo.

3.3.1.1 Resultados preliminares para elaboração das intervenções

Com base na aplicação dos questionários, dos mapas iniciais e realização do diálogo prévio, foi possível obter as informações que serviram de base para as intervenções na unidade de ensino. Este conjunto de dados foi constituído de:

a) Análise dos Questionários de Opinião (QO1), conforme Anexo A

Do total de 164 alunos que fizeram parte dessa pesquisa, 144 alunos responderam o QO1. O Quadro 3.2 apresenta alguns dados obtidos à partir do QO1 aplicado na primeira aula da unidade de ensino. Através dele, pode-se verificar que a maioria dos alunos relaciona as aulas de Física com a sensação de tédio. Assim, como a predisposição à aprendizagem significativa é um fator importante no processo de negociação de significados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), essa relação dos alunos com as aulas de Física evidencia a necessidade de uma intervenção que promova maior interesse dos alunos por essa disciplina.

O percentual de alunos que se consideram capazes de ingressar no ensino superior público, 31,9%, e privado, 32,6%, pode representar problemas na autoestima e tornando-os incrédulos na importância do ensino básico para sua vida. Além disso, grande parcela dos estudantes conhece os direitos que possui presentes na lei 12.711/2012, que estabelece cotas nas vagas das universidades para alunos da rede pública (BRASIL, 2012). O conhecimento deste fato, deve levar ao desenvolvimento de atividades de conscientização sobre os direitos dos alunos da rede que ampliam as possibilidades de continuidade na sua formação após conclusão do ensino básico.

Quadro 3.2: Informações relevantes coletadas no QOI e sua respectiva influência na UEPS

Informação obtida no QO1 sobre os alunos	Intervenção na unidade de ensino proposta a partir da informação obtida
22,9% gostavam de estudar Física	Utilização de atividades mais interativas, que possam aumentar o interesse dos alunos pelas aulas de Física. Para essa finalidade, foi incluída uma gincana
72,2% havia sentido tédio em algum momento nas aulas de Física ao longo do ano	
94,4% tiveram dúvidas em algum momento nas aulas de Física ao longo do ano	Metodologia que promova o diálogo aberto para que o aluno tenha autonomia para expor o seu conhecimento e tenha liberdade de questionar os discursos do professor
77,8% se interessavam por experiências de Física	Exposição de experimentos para realização da reconciliação integrativa
50% gostaria de construir uma experiência de Física	Trabalho em grupo com a proposta de construção de experimentos
51,4% se interessava por filmes que abordam Física	Escolha de vídeos para serem exibidos como organizadores prévios
44,4% não se interessavam por textos que abordam Física.	Leitura de textos sucintos intercalados com interação em grupo para tornar a leitura menos entediante
31,9% se sentiam capazes de ingressarem em uma universidade pública via prova de seleção	Evento de palestra e depoimento para esclarecimento sobre o Enem, a Lei nº 12.711, os programas de bolsas e o programa de financiamento do ensino superior privado
32,6% se sentiam capazes de ingressarem em uma faculdade particular via prova de seleção	
38,2% não sabia se seria beneficiado pela Lei das cotas (Lei nº 12.711/2012) no “vestibular” e 50% não sabia com detalhes o que a lei lhe garante por direito.	

b) Análise dos Mapas Conceituais Iniciais (MC1)

Os Mapas Conceituais Iniciais (MC1) sobre corrente elétrica, diferença de potencial e suas aplicações, elaborados individualmente na segunda aula da unidade de ensino, foram fundamentais para a investigação do conhecimento prévio dos estudantes. De modo geral, eles apresentaram poucos conceitos válidos, ou seja, poucos conceitos que estivessem de acordo com o mapa de referência elaborado pelo professor-pesquisador nessa investigação. Além disso, pode-se perceber que os alunos utilizaram poucos conceitos centrais

do tema na construção dos mapas. Os critérios adotados para a definição desses conceitos válidos e centrais, com base no mapa de referência, serão descritos na íntegra no Capítulo IV. Havia apenas a demonstração de sequências de conhecimento muito simples, às vezes faltando palavras de ligação, indicando dificuldade de relacionar conceitos para formar proposições válidas, que estão em concordância com as proposições apresentadas na mapa conceitual de referência. A maioria apresentou uma ou nenhuma ligação cruzada, demonstrando dificuldade em relacionar exemplos e conceitos subordinados aos conceitos de maior abrangência.

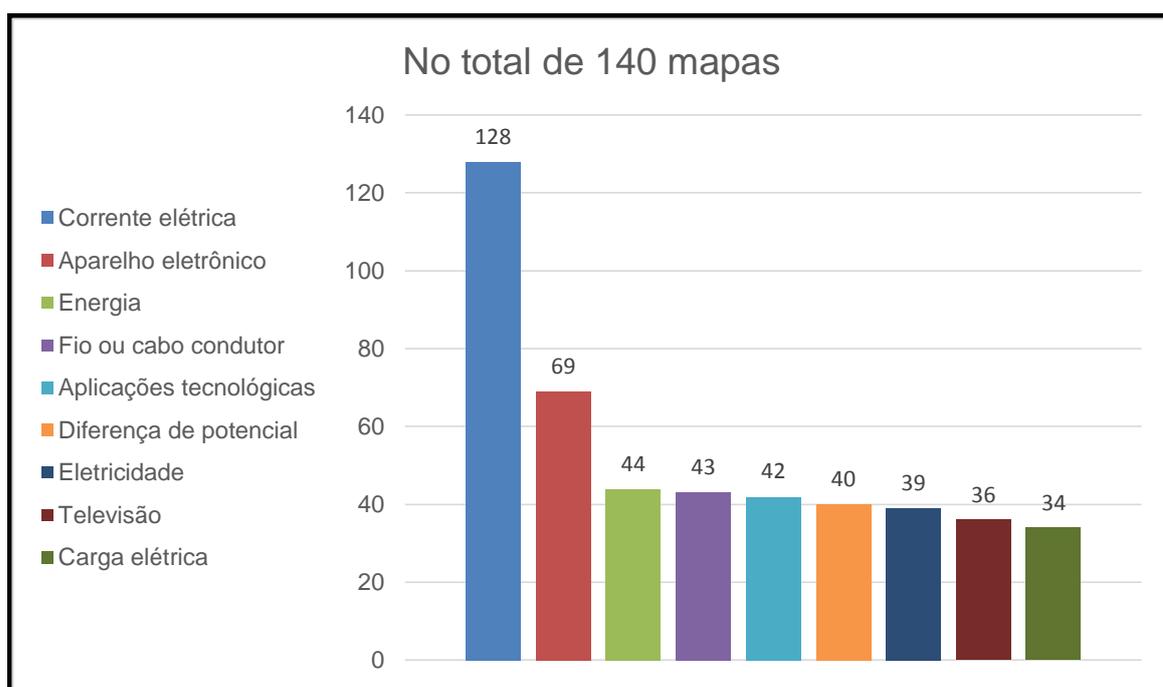


Figura 3.1: Gráfico que apresenta a frequência de conceitos utilizados no MC1

Através de uma análise qualitativa dos mapas, foi possível identificar os conceitos que estão ancorados na estrutura cognitiva dos estudantes. Todos os conceitos descritos pelos alunos na construção de seus mapas conceituais foram catalogados e contabilizados, permitindo verificar os conceitos mais utilizados para a elaboração dos mapas. Os nove conceitos que apareceram com maior frequência são mostrados no gráfico da Figura 3.1. Pode-se perceber que dentre estes conceitos, apareceram tanto conceitos físicos consensuais no meio científico, tal como *energia* e *carga elétrica*, quanto conceitos relacionados às vidas cotidianas dos alunos, tal como *televisão* e *aparelho eletrônico*. Esses conceitos, de natureza aparentemente diferentes,

foram analisadas sem distinção e essa decisão torna-se justificada tendo em vista sua relacionabilidade, ou seja, para a exemplificação do uso de conceitos científicos o aprendiz pode utilizar os conceitos relacionados aos aparelhos eletrônicos, assim como para explicar na íntegra o funcionamento de aparelhos eletrônicos é necessário a utilização de conceitos científicos.

Com exceção dos conceitos *diferença de potencial*, *corrente elétrica* e *aplicações tecnológicas*, título conferida à atividade de elaboração dos mapas conceituais conforme Anexo D, os outros conceitos foram utilizados espontaneamente em proposições por grande parcela dos estudantes. Desse modo, a unidade de ensino foi estruturada com base nesses conceitos, pois aparentam estar disponíveis em suas estruturas cognitivas.

3.3.2 Construção de Experimentos de Física Sobre o Tema Estudado

Ao longo da unidade de ensino, os estudantes desenvolverão experimentos e é na segunda etapa da unidade que essa proposta é apresentada. Nesta etapa são fornecidas orientações sobre a construção e manipulação de experimentos. As atividades experimentais permitem desenvolver no aluno a capacidade de articular pesquisa, produção de material por escrito, manuseio de equipamentos, montagem de experimentos, interação em grupo e troca de significados. Além das implicações na aprendizagem cognitiva, essa proposta promove desafios práticos aos alunos, desenvolvendo habilidades manuais necessárias para lidar com a física experimental ou até mesmo com circuitos elétricos simples. Além disso, a Física experimental proporciona ao aluno condições favoráveis para gostar e aprender, pois possibilita enxergar a Física de um modo mais intrigante, mais desafiadora, mais prazerosa e cheia de significados (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

A proposta consiste de uma atividade em grupos de no máximo cinco integrantes para a construção de experimentos de Física e confecção de painéis para sua apresentação aos demais grupos, na etapa 7, conforme Quadro 3.1.

O cronograma relacionado a esta atividade é mostrado no Apêndice A, que contém tarefas com objetivos específicos para cada semana. Ao longo desse processo, os alunos devem ser incentivados a pesquisar livremente nas fontes e literaturas livres, e expor sua pesquisa e suas ideias ao professor, que deve ter a função de orientar e questionar aos alunos sobre o desenvolvimento de seus trabalhos para que os estes estejam em constante aprimoramento.

3.3.3 Organizadores Prévios

Organizadores prévios são materiais didáticos introdutórios que servem de ponto de partida para que o aluno possa relacionar seus conhecimentos prévios, com os conhecimentos novos que ele deve aprender. Eles normalmente são apresentados antes do material principal de aprendizagem, servindo de uma “ponte cognitiva” facilitadora da aprendizagem significativa. Mesmo que inicialmente os organizadores prévios não sejam capazes de promover a aprendizagem significativa, esses materiais servem de “ancoradouro provisório” para a nova aprendizagem de modo que “[...] *levem ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente [...]*” (MOREIRA, 2008, p. 2), portanto, essas novas informações assimiladas podem vir, posteriormente, a se transformar em subsunçores em sua estrutura cognitiva, sendo possível que esse processo crie a âncora necessária para alicerçar novos conhecimentos. Os organizadores prévios podem ser promovidos através da simulação computacional, exibição de vídeo, demonstração de experimento, entre outras ferramentas de ensino.

Assim, na terceira etapa da unidade de ensino é proposto que sejam exibidos vídeos em nível introdutório com a função de organizadores prévios. Os vídeos sugeridos podem ser verificados na 4ª Aula do Apêndice A.

3.3.4 Atividade de Leitura e Discussão

A quarta etapa da unidade é constituída de uma atividade em grupo de até três

integrantes. Nessa atividade ocorre a leitura e discussão de textos e deve ser coordenada pelo professor de modo que, assim que surgirem questões no texto, o professor deve interromper a atividade para proporcionar ao estudante momentos de reflexão, com o objetivo de enriquecer o debate (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007). Se não surgirem questões com a leitura do texto, o professor deve intervir trazendo alguns questionamentos sobre os textos para incentivar o debate.

Espera-se que com essa atividade, através da mediação do professor, ocorra entre os integrantes dos grupos a discussão interna seguida de exposição de ideias para o demais grupos.

Os textos utilizados devem ser elaborados levando-se em consideração a abordagem de conceitos mais gerais que os alunos demonstraram ter em sua estrutura de conhecimento, suas relações com conceitos subordinados, chegando ao nível de conceitos específicos e exemplos de aplicações práticas/tecnológicas desses conceitos.

3.3.5 Situações Problemas em uma Proposta de Gincana (Apêndice A)

Para estimular ainda mais as interações entre os estudantes promovendo o compartilhamento de significados, reflexão e debate sobre o tema proposto, sugere-se a realização de uma atividade lúdica em caráter de Gincana, com os grupos disputando uma premiação simbólica. Os grupos poderão ter entre três e cinco integrantes, os quais terão que refletir sobre situações-problema intercaladas entre a exibição de vídeos e realização de simulações computacionais (*applets*) de fenômenos físicos do projeto PhET™ da Universidade de Colorado (UNIVERSITY OF COLORADO, 2013). Essa atividade é descrita no Apêndice A, na 6ª, 7ª e 8ª aulas.

Em relação a esta atividade, Bonardiman e Nononmacher (2007), salientam que *“Nesta fase, o mais importante não é a busca do consenso de opiniões dentro do*

grupo de trabalho, mas, sobretudo, o levantamento de questões e a motivação para que cada aluno sinta-se à vontade para explicitar suas dúvidas e tentar explicar, à sua maneira, o fenômeno físico observado". Assim, para os autores, o fluxo de ideias e de perguntas geradas pelos estudantes é o fator mais importante, mesmo que elas não estejam plenamente de acordo com o conhecimento científico.

3.3.6 Aula Expositiva com Experimentos

Na etapa 6 é proposto a aplicação de uma aula expositiva com demonstração de experimentos (ver 9ª Aula do Apêndice A). Nessa aula o professor tem a possibilidade de abordar os conceitos sobre o tema proposto de uma forma dinâmica e contextualizada, já que ele pode relacionar um conceito abstrato, apresentado no livro didático ou no quadro negro, com um objeto concreto, que permite aos estudantes a visualização direta dos fenômenos.

No caso deste estudo, foram aplicados dois experimentos: um circuito elétrico misto e um globo de plasma.

3.3.7 Apresentação dos Experimentos Produzidos pelos Alunos

A sétima etapa da unidade de ensino é a apresentação dos experimentos produzidos pelos grupos de alunos. Lembrando que a apresentação é feita para os outros grupos de alunos, é provável que surjam dúvidas relacionadas tanto aos conceitos envolvidos no experimento como em relação ao próprio experimento. Prevendo que o alunos apresentadores, não possuem maturidade para responder a todos os questionamentos, cabe ao professor, sempre que necessário intervir para promover reflexões, colocar em teste o conhecimento que os integrantes do grupo exteriorizaram em suas explicações. Sempre que houver oportunidade, o professor deve utilizar o potencial do experimento para facilitar diferenciação progressiva e/ou reconciliação integrativa.

3.3.8 Café Enem: Palestras Motivacionais

Os resultados obtidos a partir do questionário prévio de opinião aplicado aos estudantes do 3º ano da escola revelou que uma grande parcela dos alunos está desmotivada e/ou desacreditada em relação ao ingresso no ensino superior. Observou-se também que, além de desconhecerem os direitos que possuem em relação a iniciativas governamentais como o Enem, como a Lei nº 12.711 (BRASIL, 2012) que prevê o sistema de cotas, como os programas de bolsas de estudo e os programas de financiamento do ensino superior privado.

Com base nesses resultados, foi elaborada uma atividade denominada Café ENEM constituída, basicamente, de palestras que abordam e esclarecem sobre todos os temas relacionados a o ingresso no ensino superior (ver Anexo L). Nesta atividade foi incluída a apresentação de ex-alunos da escola que tiveram êxito no ingresso do ensino superior, para expor seus relatos de vida.

Ao final do evento deve-se promover um lanche entre os alunos da escola e os ex-alunos, para que socializem dúvidas, experiências e realizações.

3.3.9 Finalização da Unidade de Ensino

Para finalizar a unidade de ensino propõe-se que sejam realizadas as seguintes atividades:

i. Questionários final de opinião (Anexo B)

Este questionário tem a função de permitir verificar a evolução da opinião dos alunos sobre o estudo da Física;

ii. Segundo Mapa Conceitual (Anexo D);

iii. Prova escrita individual (Anexo E)

Sugere-se questões abertas e fechadas de verdadeiro ou falso.

Em relação ao item iii, que refere-se à avaliação final, as questões devem ser elaboradas em um contexto diferente daqueles apresentados em sala de aula ao longo da aplicação, como forma de verificar se os estudantes adquiriram a habilidade de relacionar os conceitos aprendidos a diferentes situações, evidenciando uma possível aprendizagem significativa.

Capítulo IV

Metodologia de Pesquisa

Para verificar se a unidade de ensino desenvolvida e apresentada na seção 3.3 é potencialmente significativa, foi elaborada uma metodologia de investigação baseada nos princípios descritos na seção 3.1. da proposta geral das UEPS. De acordo com os objetivos da pesquisa, a metodologia predominantemente utilizada foi a de investigação qualitativa descritiva interpretativa, complementada por uma investigação quantitativa básica.

Assim, este capítulo abordará os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa.

4.1 Contexto do Estudo

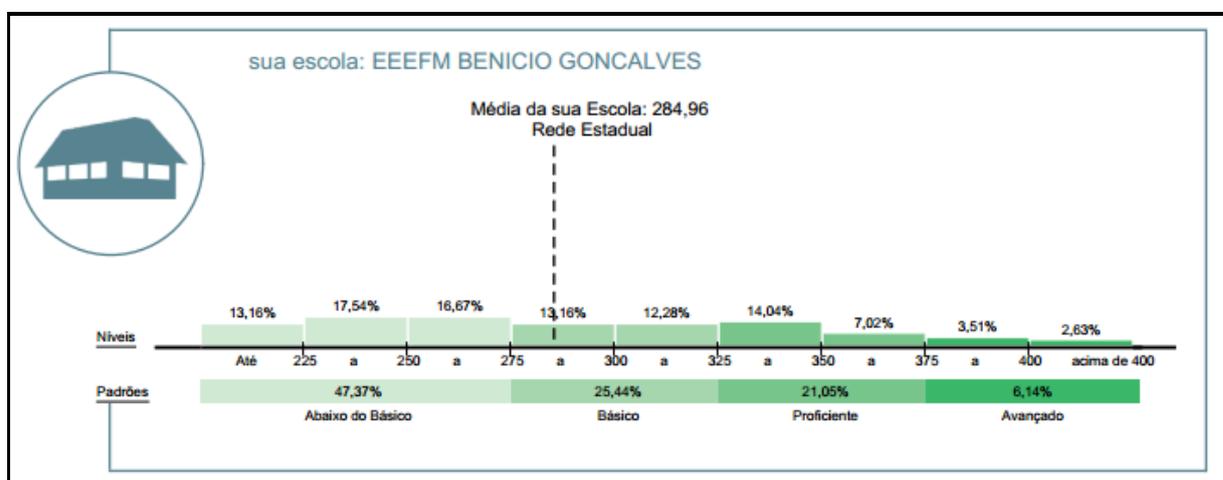
A UEPS foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Benício Gonçalves, localizada em Vila Velha – ES. O público alvo da UEPS foram os alunos de seis turmas do 3º ano do EM, sendo a metade dessas turmas da educação profissional técnica de nível médio (BRASIL, 1996), curso de Logística integrado ao EM.

A escola está localizada em uma comunidade de classe média baixa, apresentando situações de risco em regiões periféricas do bairro. Os alunos apresentam uma baixa

autoestima que não os permite perspectivas relacionadas à continuação dos estudos após o ensino médio.

Mesmo estando em reforma, a escola dispunha de uma sala de informática, uma pequena biblioteca e 11 salas de aula em funcionamento, onde sete dessas havia sido construídas provisoriamente na quadra de esportes. Embora não houvesse laboratório de ciências e sala com luminosidade controlada para projeção de imagens, a escola oferecia equipamentos de laboratório, experiências de ciências e dois projetores prontos para uso como recursos didáticos. É importante ressaltar que a obra provocava certo desconforto no ambiente escolar, pois o bate estaca produzia poluição sonora e as salas de aula provisórias eram pouco arejadas, podendo interferir na concentração dos alunos, mas mesmo assim, sempre que possível o professor pesquisador incentivava os alunos a perseverarem na dedicação durante a aplicação da unidade de ensino.

Nessa escola, o desempenho dos alunos em matemática foi alarmante. O PAEBES (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2012) revelou que 47,37% dos alunos tiveram rendimento abaixo do básico nessa disciplina, como pode ser observado na Figura 4.1, portanto, para atender as especificidades desses estudantes a unidade de ensino foi elaborada respeitando suas limitações em relação ao nível dos alunos em matemática.



(Fonte: PAEBES, 2012)

Figura 4.1: Percentual de alunos da 3ª série da escola EEEFM Benício Gonçalves por padrão de desempenho em Matemática no PAEBES – 2012

Tendo em vista que as interações sociais, predisposição para a aprendizagem

significativa e o conhecimento prévio interferem na aprendizagem significativa, todas as informações do contexto escolar foram levadas em consideração para a elaboração da unidade de ensino.

4.2 Pesquisa Quali-Quantitativa como Referencial Metodológico

Muitos elementos estão presentes no processo de ensinar, na negociação de significados e na assimilação de conhecimento, portanto, o horizonte de evidências que o pesquisador deve fazer uso para o desenvolvimento da pesquisa não deve ser limitada a um teste de hipótese reducionista, que se pauta a responder uma única questão sobre a aprendizagem de certo conteúdo. A pesquisa realizada por um professor-pesquisador em sala de aula deve ser uma busca sistemática e intencional de respostas por certas questões relacionadas à estruturação do conhecimento na estrutura cognitiva do aluno e do modo como esse conhecimento é construído. Para tanto, é necessário a obtenção de evidências que vão além da avaliação formal.

Quando se trata da pesquisa no campo da aprendizagem, sobretudo em relação à aprendizagem significativa, existe uma gama de evidências qualitativas que devem ser utilizadas no processo investigativo, sendo fundamental observar e registrar os eventos, interpretar os dados à luz da teoria, princípios e conceitos da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1988). Nessa perspectiva, para avaliar a construção de significados de um ser social, é necessário levar em consideração suas ações e interações no contexto social da sala de aula e na escola, e para tal tarefa, a metodologia de pesquisa qualitativa descritiva se torna mais apropriada.

Por outro lado, mesmo que essa pesquisa não tenha como principal objetivo testar hipóteses, há a necessidade de verificar se ao longo da intervenção, a estrutura lógica expressa através do mapa conceitual pelo grupo de alunos como um todo realmente avançou. Para colocar em teste essas questões, foi utilizada também a metodologia de pesquisa quantitativa, para preencher as lacunas que não podem ser preenchidas por intermédio de uma pesquisa qualitativa descritiva.

Portanto, essa investigação é do tipo *qualitativa descritiva interpretativa com domínio conceitual cognitivista/construtivista/significativa*, complementada por uma metodologia *quantitativa pré-experimental*, sendo que é **interpretativa** porque tem como principal objetivo compreender o significado da experiência e procura entender os fatores (crenças, opiniões, atitudes e valores) envolvidos nesse processo social; é “**cognitivista** porque se ocupa da cognição, do ato de conhecer; **construtivista** por supor que o conhecimento humano é construído; **significativa** por enfatizar significados e promover uma aprendizagem não-memorística, não mecânica.” (Moreira, 1988, p. 43).

4.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Determinadas etapas da UEPS utilizam instrumentos de coleta de dados. Tais instrumentos serão novamente listados abaixo, com o enfoque na sua função de fonte de dados da pesquisa.

i. Questionário prévio de opinião (Anexo A)

Utiliza questões de diferentes tipos para verificar o interesse dos alunos pelo estudo da Física, sua opinião sobre assuntos que relacionam-se com o ingresso no ensino superior e outras questões de ordem específica. Esse questionário é fundamental para verificar os fatores motivacionais e atitudinais que afetam diretamente na aprendizagem, já que para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), tais variáveis (a vontade de saber, necessidade de realização e interesse no tipo particular do assunto) interferem na atenção, no esforço, na persistência e na concentração do aprendiz.

Entrevistas poderiam também ter sido utilizadas para investigar o perfil dos alunos, entretanto, algumas limitações relativas à falta de tempo na prática docente inviabilizaria sua utilização em sala de aula. Assim, os questionários mostraram-se mais adequados para aplicação nessa unidade de ensino e nessa investigação.

Para a elaboração do questionário de opinião, utilizou-se como referência os questionários utilizados pelo Show de Física⁵ – UFES (SHOW DE FÍSICA, 2013) para a investigação da opinião dos expectadores em relação às apresentações do show. As questões relativas ao interesse dos alunos pela Física e por assuntos relacionados a essa Ciência foram adaptadas para o presente estudo e outras questões relativas ao interesse dos alunos pelo ingresso no ensino superior e ao interesse pelas aulas de Física foram incluídas.

As questões escolhidas para a elaboração desse questionário tem como objetivos a investigação do interesse dos alunos pela Física, pelo estudo da Física, pelas aulas de Física, pela metodologia adotada na unidade de ensino, por assuntos relacionados à Física, pelas demais disciplinas e pelo ingresso no ensino superior. Algumas questões foram escolhidas com o intuito de verificar o conhecimento de conceitos relacionados à eletricidade e sobre a lei nº 12.711/2012. Além disso, o questionário teve como uma das finalidades verificar algumas sensações e sentimentos que os alunos julgaram ter vivenciado no decorrer das aulas de Física.

Com o intuito de tornar os questionários prévio de opinião mais fidedigno, eles foram aplicados a dez estudantes, de uma turma externa à investigação, antes de ser iniciada. Tal procedimento foi importante para:

- Verificar o tempo necessário para responder os questionários;
- Identificar possíveis falhas prejudiciais a sua fidedignidade;
- Realizar os ajustes necessários;
- Validar sob a análise de três professores.

ii. Questionário de opinião aplicado após a unidade de ensino (Anexo B)

Possui a mesma natureza do questionário prévio de opinião, exceto por duas

⁵ O Show de Física da UFES é um projeto de extensão promovido pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Física que tem uma proposta de apresentação de experimentos de Física em uma abordagem teatral, interativa e lúdica.

questões abertas que foram incluídas buscando identificar a opinião dos alunos sobre as atividades propostas na UEPS e obtenção de sugestões para melhoria da unidade de ensino. Os mesmos procedimentos realizados na aplicação do questionário prévios de opinião a dez alunos de uma turma externa a investigação foram realizados com o questionário final de opinião.

iii. Mapas conceituais construídos pelos alunos (Anexo D)

Construídos no início e término da unidade de ensino, esses instrumentos foram utilizados não somente para obtenção de conhecimentos prévios como também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006)

iv. Avaliação final (Anexo E)

Aplicada individualmente aos alunos no término da unidade de ensino. Essa avaliação é constituída por questões abertas, de múltipla escolha e de verdadeiro ou falso com gradação de segurança que o aluno tem ao fornecer a resposta, em uma escala Likert com as possibilidades *muito inseguro*, *inseguro*, *neutro*, *seguro* e *muito seguro*. A escala Likert (VIEIRA; DALMORO, 2008) permite especificar o nível de concordância do entrevistado, podendo proporcionar maior confiabilidade e validade dos dados obtidos por meio de questionários. Portanto, torna-se apropriado associar o uso desse tipo de escala para questões de verdadeiro ou falso para que o investigador possa verificar acertos ou erros com maior ou menor grau de segurança do aprendiz.

v. Diário de bordo

Ao longo da unidade de ensino, foi realizado o registro por escrito de todos os eventos ocorridos e percebidos pelo professor durante a prática docente. Desse modo, o diário de bordo foi constituído pelo relato das falas dos alunos e do professor, das reações dos alunos, das intervenções do professor e das interações entre os alunos e aluno-professor. Para tornar a aula mais dinâmica, apenas os eventos mais relevantes para a investigação eram registrados imediatamente no diário de bordo, porém, após o término da

aula, procurou-se fazer um registro mais detalhado dos eventos em sala de aula.

O diário de bordo foi um instrumento importante para a investigação descritiva interpretativa, pois possibilitou analisar as reações, ações e interações promovidas pelas atividades da unidade de ensino, informações fundamentais para avaliar seu potencial em promover engajamento e compartilhamento de significados. Assim, o diário de bordo foi utilizado para encontrar indícios de compartilhamento de significados sobre o tema estudado por meio de uma análise qualitativa. Essas descrições e análises são encontradas no Apêndice B.

vi. Gravação em áudio da discussão inicial e das apresentações dos experimentos pelos grupos

De modo geral, o diário de bordo atendeu satisfatoriamente em relação aos registros dos eventos ocorridos durante as intervenções, entretanto, tendo em vista a previsão de maior interatividade nas aulas de discussão inicial e de apresentação dos experimentos realizadas pelos alunos, essas aulas foram registradas por meio de gravação em áudio para se certificar que todos os eventos notados ou não pelo professor-pesquisador fossem captados em áudio e estivessem a disposição do pesquisador para uma análise mais aprofundada. Tendo em vista os objetivos estabelecidos nessa investigação, a finalidade desse instrumento de coleta de dados foi verificar indicativos de engajamento dos alunos para estudo da Física e averiguar indícios de negociação de significados e de aprendizagem significativa.

A gravação em áudio serviu apenas de complementação do diário de bordo, portanto, a transcrição foi realizada apenas em alguns trechos das gravações que fossem relevantes para corroborar ou não com os pressupostos teóricos da teoria da aprendizagem significativa. Sendo assim, trechos que indicavam compartilhamento de significados, interesse ou engajamento dos alunos para estudo da Física foram transcritos, entretanto, também foram transcritos os trechos que indicavam falta de compreensão,

desinteresse ou ausência de engajamento deles para o estudo da Física, permitindo avaliar imparcialmente a unidade de ensino segundo seus objetivos. Alguns trechos dessa transcrição, bem como as análises descritivas interpretativas, estão organizados no Apêndice B.

Mesmo com diferentes sujeitos em um espaço amplo, foi utilizado apenas um gravador para a captação do áudio, pois um teste prévio realizado com o gravador possibilitou verificar que a qualidade da gravação seria suficiente para captar com clareza as falas do professor e dos alunos.

vii. Fotografias dos experimentos construídos em grupo pelos alunos.

Ao longo da unidade de ensino foram realizados registros fotográficos dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos e elas contribuíram para a verificação da capacidade que os alunos tiveram em articular em grupos para o desenvolvimento extraclasse de atividades de pesquisa e prática relacionados aos temas estudados. A análise das fotografias não foi aprofundada, contudo, foi utilizada para a visualização dos experimentos e exibição no presente trabalho.

4.4 Interpretação dos Mapas Conceituais à Luz da Teoria da Aprendizagem Significativa

Tendo como base os princípios da aprendizagem significativa, pode-se entender que o processo de negociação de significados que ocorrem ao longo da aprendizagem será o responsável pela reestruturação de conceitos, ideias e conhecimento na cognição do aprendiz. Mapas conceituais são instrumentos úteis para o entendimento do modo como a reorganização cognitiva ocorreu, pois cada mapa construído dentro de uma estrutura cronológica, fornece o estado dos conceitos presentes na estrutura cognitiva do estudante no momento em que foi construído.

Segundo a teoria da assimilação (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), as novas ideias aprendidas de forma significativa irão interagir com conceitos da estrutura cognitiva do indivíduo, de modo que a assimilação poderá ter natureza *subordinativa*,

quando ocorrer por um processo de diferenciação progressiva, *superordenada*, quando ocorrer por um processo de reconciliação integrativa, ou *combinatória*, quando a aprendizagem não se configurar em nenhuma das duas anteriores.

Portanto, para identificar indícios de aprendizagem significativa à partir da análise de um mapa conceitual, é necessário levar em consideração a capacidade que o aprendiz tem em se expressar em forma de proposições. Cabe ao professor-investigador verificar se essas proposições descritas no mapa conceitual indicam aprendizagem por meio da diferenciação progressiva ou aprendizagem por meio da reconciliação integrativa, já que são indicadores de aprendizagem significativa.

No mapa conceitual, a capacidade de diferenciar progressivamente pode ser entendida como o potencial que o aluno tem em relacionar conceitos mais abrangentes a conceitos menos abrangentes por meio de proposições. Já a capacidade de reconciliar integrativamente é verificada quando o aluno tem o potencial de estabelecer relações horizontais, também chamadas de relações cruzadas, as quais “[...] representam a existência de relação entre conceitos pertencentes a segmentos distintos do mapa, assim, a presença de duas ligações cruzadas pode indicar capacidade criativa de quem o elaborou” (MENDONÇA, 2012, p. 99). Como a aprendizagem subordinativa e a reconciliação integrativa estão correlacionadas, nesse trabalho, as ligações cruzadas também serão consideradas quando um conceito mais específico estiver relacionado com um conceito mais abrangente.

No mapa conceitual, os exemplos são caracterizados por proposições que relacionam um conceito subordinado aos conceitos ainda mais específicos, em geral, situados na parte inferior do mapa. Sua maior importância na análise do mapa conceitual está em avaliar a capacidade do aprendiz em aplicar o conhecimento adquirido em situações mais específicas.

Para Novak (1984), o mapa conceitual deve ser elaborado respeitando uma estrutura lógica hierarquizada, com o conceito chave no topo, seguidos na sequência pelos conceitos gerais, conceitos subordinados, conceitos específicos até chegar nos exemplos localizados na base do mapa. Em contrapartida, Moreira (2013, p. 2)

afirma que “[...] este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos [...]”, portanto, não há um consenso na literatura em relação aos padrões exatos para a avaliação hierárquica de mapas conceituais. Quando um mapa conceitual toma grandes proporções, manter consolidado o nível hierárquico torna-se uma tarefa complexa. Atualmente, existem na literatura algumas referências que escolheram a limitação no número de conceitos que o aluno poderia incluir no mapa (MENDONÇA, 2012), que facilitaria aos alunos a atender às questões hierárquicas.

Devido a limitações de tempo impostas pela própria grade curricular da rede estadual de ensino, o tempo para a construção dos mapas conceituais foi de 40 minutos da aula. Essa limitação impediu aos alunos de fazer acertos sistemáticos para adequar a hierarquia dos mapas à proposta de Novak (1984). Sendo assim, a análise da hierarquia dos mapas foi realizada subjetivamente estabelecendo-se, apenas, que os conceitos mais gerais deveriam estar em evidência, seguido de conceitos menos gerais, específicos e exemplos.

Para realizar a avaliação dos mapas conceituais dos alunos, o professor pesquisador construiu um mapa conceitual de referência sobre o tema proposto para a unidade de ensino. Mostrado na Figura 4.2, este mapa foi utilizado como parâmetro tanto para identificar os conceitos mais abrangentes do currículo, que merecem maior atenção para promover a diferenciação progressiva, como para estabelecer um parâmetro de conceitos e proposições consideradas válidas em relação ao conteúdo, embora do ponto de vista cognitivo não existam significados errados.

Desse modo, foi estabelecido que:

i. Conceitos válidos

São todos os conceitos que se assemelhem semanticamente ou que estejam descritos no mapa conceitual de referência;

ii. Proposições válidas

São todas as proposições compatíveis com os significados descritos no mapa conceitual de referência.

No mapa de referência, mesmo que os conceitos mais gerais não estejam em sua parte superior, pode-se perceber que naturalmente, alguns conceitos possuem maior número de conexões que partem deles, indicando que este conceito possui maior grau de generalidade, por ser mais inclusivo. Sendo assim, se levarmos em consideração o tema proposto para esta unidade de ensino e sua representação através do mapa conceitual de referência, podemos concluir que os conceitos *corrente elétrica*, *diferença de potencial* e *resistência elétrica* são de maior grau de generalidade, ou seja, são conceitos-chave mais gerais. Em seguida, os conceitos ligados diretamente, ou ligações de primeira ordem, são seus subordinados e os conceitos que estão ligados aos conceitos subordinados, ou ligações de segunda ordem, são mais específicos e assim sucessivamente, até chegar aos exemplos, que não estarão necessariamente na base do mapa.

Para investigar a evolução da estrutura cognitiva dos estudantes em relação ao tema estudado, foi realizada uma *análise qualitativa comparativa* dos mapas conceituais construídos pelos estudantes. Essa análise foi realizada com base nos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, no intuito de construir uma classificação na qual os mapas construídos pelos estudantes pudessem ser ordenados.

Mendonça (2012) desenvolveu um sistema de critérios para análise de mapas conceituais que permite classificá-los à partir de suas principais características: a clareza na apresentação de conceitos e as frases de ligações que compõem as proposições, relevância dos conceitos apresentados, o grau de complexidade da rede de ideias apresentadas nos mapas e seu grau de organização e hierarquização.

Devido à especificidade do contexto ao qual a unidade de ensino foi aplicada, o presente trabalho estabeleceu critérios adaptados do trabalho de Mendonça. Por exemplo, devido ao tempo restrito para a construção dos mapas, a preocupação com a *hierarquia* dos conceitos não pôde ser exigida, como citado na seção 4.4. Assim, a *análise da qualidade da hierarquia dos mapas*, no trabalho da autora, foi adaptada neste estudo para a análise de dois aspectos: *qualidade da diferenciação progressiva* e *qualidade da reconciliação integrativa*. Essa modificação é válida e se justifica, tendo em vista que:

- a) A verificação de diferenciação progressiva por meio em um mapa conceitual consiste em verificar no mapa a presença de conceitos diversificados que formem proposições com *relevância* para o tema, que resultem em um complexo de ligações simples e que descrevam exemplos válidos;
- b) A verificação de reconciliação integrativa no mapa ocorre quando este expõe ligações cruzadas com *relevância* ao tema estudado.

Deste modo, os critérios adotados para a classificação da diferenciação progressiva (DP) e da reconciliação integrativa (RI), verificadas à partir dos mapas, estão descritos respectivamente nos Quadros 4.1 e 4.2.

Para classificar a DP dos mapas, foi levado em consideração a capacidade que o aluno possui em relacionar conceitos mais abrangentes com seus conceitos subordinados, e o número de proposições válidas foi definida baseando-se no número de proposições construídas no mapa conceitual de referência.

Quadro 4.1: Categorias de análise da qualidade da Diferenciação Progressiva (DP) nos MC

Categorias	Características	Critérios para categorizar a DP dos mapas
Alta (A)	Possui conceitos relevantes para compreensão do tema, com sequências de proposições que abrangem os conceitos inclusores, os intermediários, os mais específicos e os exemplos.	Mínimo de: dez proposições válidas, três conceitos inclusores (conceitos chaves), três conceitos relacionados à diferença de potencial (ddp), três conceitos relacionados à corrente elétrica e três exemplos válidos.
Média (M)	Apresenta apenas alguns conceitos centrais do tema, com sequências de proposições bem estruturadas, porém, simples.	Mínimo de: cinco proposições válidas, um conceito inclusor (conceito chave), um conceito relacionado à ddp, um conceito relacionado à corrente elétrica e um exemplo válido.
Baixa (B)	Apresenta poucos conceitos válidos sobre o tema trabalhado, formando sequências muito simples.	Possui de uma a quatro proposições válidas.
Nula (N):	Indica dificuldade de relacionar conceitos para formar proposições válidas.	Não possui proposições válidas.

Baseado no trabalho desenvolvido por Mendonça (2012)

Quadro 4.2: Categoria de análise da qualidade da Reconciliação Integrativa (RI) nos MC

Categorias	Características	Critérios para categorizar a RI mapas
Alta (A)	Apresenta maior número de relações cruzadas, demonstrando maior capacidade de relacionar conceitos subordinados aos conceitos inclusores.	Apresenta no mínimo três ligações cruzadas válidas que relacionem conceitos mais específicos com conceitos mais abrangentes, ou que relacionem conceitos entre seguimentos distintos.
Média (M)	Apresenta menor número de ligações cruzadas, demonstrando menor capacidade de relacionar conceitos subordinados aos conceitos inclusores.	Apresenta duas ligações cruzadas válidas que relacionem conceitos mais específicos com conceitos mais abrangentes, ou que relacionem conceitos entre seguimentos distintos.
Baixa (B)	Apresenta apenas uma ligação cruzada, demonstrando baixa capacidade de relacionar conceitos subordinados aos conceitos inclusores.	Deve possuir uma ligação cruzada válida que relacione um conceito mais específico com um conceito mais abrangente, ou que relacione conceitos entre seguimentos distintos.
Nula (N):	Quando há proposições válidas, estas são exclusivamente lineares ou com ramificações simples.	Não possui ligações cruzadas válidas.

Baseado no trabalho desenvolvido por Mendonça (2012)

Para a classificação da reconciliação integrativa apresentadas nos mapas conceituais, levou-se em consideração que a aprendizagem superordenada, relacionada a reconciliação integrativa, é mais complexa e portanto, a apresentação de apenas duas relações cruzadas construídas pelos alunos nos mapas conceituais, já indicariam a capacidade criativa do aprendiz para expor o conhecimento obtido pela aprendizagem superordenada (MENDONÇA, 2012). Esses critérios são apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.3: Categoria de análise da qualidade do mapa conceitual

Categorias em relação ao tema	Características	CrITÉRIOS para categorizar mapas
MC Bom (MB) Indica maior compreensão	Contém informações conceituais relevantes, com conceitos inclusores, conceitos intermediários relacionados à ddp e corrente elétrica, bem como conceitos mais específicos, chegando aos exemplos. Predominância de proposições corretas com palavras de ligação adequadas, ligações cruzadas, ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas.	No mínimo 75% das proposições descritas no mapa devem ser válidas; a Diferenciação Progressiva (DP) deve receber conceito A (Alta) ou M (Média) e a Reconciliação Integrativa (RI) deve receber conceito A, M ou B (Baixa); RI pode receber conceito B somente se a DP receber o conceito A.
MC Regular (MR) Indica pouca compreensão	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, porém, as palavras de ligação e os conceitos utilizados não estão sempre claros. Realiza ligações cruzadas mas as ligações simples predominam. Pode haver repetição de conceitos e utilização de proposições supérfluas.	No mínimo 50% das proposições descritas no mapa devem ser válidas; a DP e a RI devem ter recebido no mínimo os conceito M ou B, não podendo receber dois conceito B de modo simultâneo; RI pode receber conceito N (Nula) somente se DP receber o conceito A.
MC Deficiente (MD) Indica compreensão limitada	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado ou a ser trabalhado, demonstrando apenas sequências e conhecimentos muito simples. Em alguns casos, podem faltar palavras de ligação.	Se menos de 50% das proposições forem válidas, a DP deve receber conceito B no mínimo; Se mais de 50% das proposições forem válidas, a DP deve receber conceito B enquanto que a RI deve receber conceito B ou N.
MC Nulo (MN) Indica ausência de compreensão	Ausência de conceitos relacionados ao tema, falta de palavras de ligação, nenhuma proposição válida e em situação extrema pode estar em branco.	Tanto a DP quanto a RI devem receber conceito N.

Baseado no trabalho desenvolvido por Mendonça (2012)

A autora também estabelece, a partir das categorias de análise da hierarquia dos mapas, outras três categorias para a classificação da qualidade dos mapas conceituais: *mapa bom* (MB), *mapa regular* (MR) e *mapa deficiente* (MD). Da mesma forma, o presente trabalho estabeleceu categorias de classificação da qualidade dos mapas. No entanto, ao invés de três, foram estabelecidas quatro categorias, somando a categoria mapa nulo (MN) às categorias da autora. As categorias estabelecidas no presente trabalho foram desenvolvidas a partir dos critérios de DP e RI, apresentados nos quadros 4.1 e 4.2 e são mostradas no Quadro 4.3. Assim, para determinar a qualidade do mapa conceitual, foram consideradas as capacidades de realizar diferenciação progressiva, de realizar reconciliação integrativa e de expressar-se através de proposições, demonstrando significado de novas ideias (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

4.5 Abordagem Quantitativa

O estudo iniciou com 164 alunos, porém 140 alunos construíram os dois mapas previstos na unidade de ensino, e assim, fizeram parte da análise. Em relação aos questionários de opinião, 126 alunos foram incluídos na análise, pois responderam aos dois questionários. Essa redução deveu-se ao fato de os estudantes ou construírem somente um dos mapas ou responderem a somente um dos questionários.

Para a escolha do delineamento do estudo, foram considerados os fatores relacionados a:

- a) Impossibilidade de estabelecer uma amostragem aleatória, tendo em vista a distribuição dos alunos em seis grupos pré-estabelecidos que correspondem às turmas da própria instituição de ensino;
- b) Intenção de não contrariar os princípios éticos de pesquisas com seres humanos. Embora Schramm (2004) tenha discutido sobre a dimensão bioética, suas colocações podem evidenciar os cuidados que o pesquisador na área do ensino deve tomar na relação entre os atores sociais da investigação. Para o autor, toda atividade humana que envolva a pesquisa que tenha a população humana como objeto de investigação, terá essencialmente uma dimensão ética, que resulte em implicações morais a serem consideradas.

Portanto, na presente investigação, grupos não aleatorizados foram submetidos ao pré e ao pós-teste sem a utilização de grupo de controle, tendo em vista que a formação de grupos de controle implicaria na privação de uma parcela de indivíduos à metodologia adotada pelo investigador, considerada fundamental para a formação do aprendiz. Essa disposição metodológica consiste de um delineamento pré-experimental, que sugere que as observações podem ser realizadas com o pré e o pós-teste (variáveis dependentes) em um único grupo de sujeitos (BOLSONI-SILVA *et al.*, 2006), podendo ou não haver manipulação da variável independente, como por exemplo de uma unidade de ensino. Assim, os sujeitos do estudo foram

submetidos à *primeira observação* O_1 , que correspondeu à aplicação dos questionários e dos mapas no início da unidade de ensino, em seguida ocorreu a aplicação do *tratamento* X , que correspondeu à aplicação da unidade de ensino e, por fim, foi realizada a *segunda observação* O_2 , que correspondeu à aplicação dos questionários e dos mapas conceituais. Esquemáticamente, esse delineamento está representado no Quadro 4.4.

Quadro 4.4: Delineamento utilizado na pesquisa quantitativa

O_1	X	O_2
Observação 1	tratamento	Observação 2

Fonte: Moreira (2003)

Já que nessa investigação pretende-se avaliar a aprendizagem segundo a teoria da aprendizagem significativa, a unidade de ensino deve ser ajustada de modo a atender as especificidades da estrutura cognitiva do aluno, ou seja, o tratamento só pode ser definitivamente elaborado após a realização da primeira observação. Desse modo, a observação constituída de questionários e mapas conceituais prévios e o tratamento constituído pela unidade de ensino, devem formar uma relação dialógica de modo que dessa interação resulte, não somente a alteração das condições iniciais observadas nos estudantes, como também o modo como a unidade de ensino será estruturada e conduzida.

A validade externa refere-se ao potencial dos resultados obtidos na amostragem serem extrapolados para outros contextos (PONTE, 2006). Para melhor atender aos princípios de validade externa, foi elaborado todo material instrucional para que a unidade de ensino possa ser reproduzida com detalhes por outro professor-pesquisador. Somado a esse fator, o grupo de alunos da escola participante dessa investigação obteve pontuação geral no PAEBES (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2011; 2012) que se assemelha aos padrões obtidos, em média, na rede estadual de ensino do Espírito Santo, indicando que os perfis da amostragem em relação ao aproveitamento escolar são comuns a esta realidade, propiciando maiores condições na obtenção de resultados semelhantes em sua reaplicação em outros contextos.

Nesse estudo em questão, a fidedignidade dos instrumentos “[...] refere[m]-se à

estabilidade, à reprodutibilidade, à precisão das medidas obtidas [...]” à partir dos mapas conceituais e dos questionários de opinião aplicados (MOREIRA, 2003, p. 8). Em relação aos mapas conceituais, vários fatores podem interferir em sua fidedignidade, tais como os emocionais ou os cognitivos relacionados à memória no momento da avaliação, os quais são dificilmente eliminados.

Sobre o uso de mapas conceituais, Moreira (2003) questiona quais os limites da relação entre os resultados obtidos através dos mapas e dos questionários e o tratamento correspondente à unidade de ensino. Apesar disso, mesmo que no decorrer da aplicação da unidade de ensino ou até mesmo no momento de aplicação do pré-teste, ocorrerem estímulos para que ele aprenda significativamente, a aplicação da unidade de ensino terá sido exitosa, independentemente de a aprendizagem ser ou não atribuída diretamente às intervenções em sala de aula.

Para saber se as diferenças encontradas entre os resultados do pré e do pós-testes podem ser atribuídas ao tratamento ao qual a amostra foi submetida, os resultados foram dispostos em tabelas cruzadas com pareamento das informações obtidas nos testes. Adotando-se um nível de significância igual a 5%, foi utilizado como suporte o pacote estatístico SPSS versão 20.0, software de análise estatística de dados, para a realização do teste estatístico McNemar e obtenção do índice Kappa. Como o presente trabalho não tem como objetivo o aprofundamento em termos da estatística e da probabilidade, serão feitas apenas descrições básicas dos fundamentos necessários para a compreensão das análises realizadas. Os resultados obtidos à partir desses testes estão apresentados no Apêndice F.

Naturalmente, as hipóteses são testadas dentro de limitações impostas em função desse estudo não possuir um delineamento puramente experimental.

Os mapas conceituais também foram avaliados segundo critérios propostos por Novak (1984), que considera as proposições, as ligações cruzadas, os exemplos e a hierarquia de conceitos como parâmetros para estabelecer uma pontuação aos mapas. O autor propõe que deve-se:

- i. Atribuir 1,0 ponto ao mapa para cada proposição válida;

- ii. Atribuir 5,0 pontos ao mapa que possui nível hierárquico;
- iii. Atribuir 10,0 pontos ao mapa para cada relação cruzada válida;
- iv. Atribuir 1,0 ponto ao mapa para cada exemplo válido.

Esses critérios foram utilizados para avaliar a evolução dos mapas conceituais construídos pelos alunos, relacionando-as às evoluções sofridas em suas estruturas cognitivas.

Capítulo V

Análise e Interpretação dos Dados

A partir da coleta dos dados, se iniciou a sua análise na busca de verificar o potencial significativo da unidade de ensino. Dessa forma, este capítulo traz uma análise sob a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

5.1 Informações Sobre a Metodologia de Análise

Os sujeitos que participaram deste trabalho foram alunos de uma escola de ensino médio da rede pública estadual, divididos em seis turmas, como mostra a Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Símbolos representativos das turmas

Turma	Símbolo representativo	Turno
3M01	A	Matutino
3M02	B	Matutino
3V03	C	Vespertino
3MI01	AI	Matutino
3MI02	BI	Matutino
3VI03	CI	Vespertino

Na Tabela 5.1, a coluna da esquerda mostra o código que identifica as turmas na escola. Já a coluna do meio, apresenta os símbolos utilizados neste trabalho para referenciar cada uma das turmas. Esta adaptação foi necessária para evitar confusões ao referenciar um aluno de uma turma específica. Assim, o código C14 faz referência ao aluno 14 da turma 3M03. A título de esclarecimento, as turmas que

aparecem com a letra I, são turmas de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio.

Outros símbolos que serão usualmente utilizados para representar os mapas conceituais e os questionários de opinião serão:

- a) **MC1**
Mapa conceitual aplicado no início;
- b) **MC2**
Mapa conceitual aplicado ao final do estudo;
- c) **QO1**
Questionário prévio de opinião;
- d) **QO2**
Questionário de opinião pós unidade de ensino.

Além disso, para tornar a análise mais compreensível, será utilizada uma sequência iniciada com a apresentação dos mapas conceituais seguida de uma análise comparativa sob os aspectos qualitativos e quantitativos. Esta análise buscará evidências da aprendizagem significativa a partir da verificação da evolução na qualidade dos mapas e da qualidade da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

Posteriormente, a análise será realizada sobre os dados obtidos a partir da aplicação dos questionários inicial e final. Tal análise tem o foco na verificação de uma possível ampliação na motivação do estudante, podendo ser comparada com a análise dos mapas conceituais, uma vez que a motivação é uma condição necessária para a aprendizagem significativa.

Uma terceira e última análise será realizada sobre a avaliação final sobre os conceitos apresentados na unidade de ensino.

5.2 Análise dos Mapas Conceituais

A unidade de ensino prevê na sua estrutura duas atividades de construção de mapas conceituais. A primeira visa evidenciar como os conceitos de eletricidade estariam articulados na estrutura cognitiva dos estudantes. A análise destes mapas colaborou para a escolha das intervenções nas etapas seguintes da unidade de ensino. Uma segunda atividade de construção de Mapas Conceituais foi aplicada ao final da unidade de ensino e permitiu verificar como a articulação de conceitos ficou estabelecida na estrutura cognitiva dos estudantes após sua participação na unidade. Sendo assim, as seções 5.2.1 e 5.2.2 apresentam os resultados obtidos de cada aplicação dos Mapas Conceituais e a seção 5.2.3 faz as análises necessárias para uma verificação da possível ocorrência da aprendizagem significativa.

5.2.1 Resultados do Mapas MC1

A avaliação dos Mapas Conceituais construídos no início da atividade permitiu obter uma série de informações acerca dos conceitos, proposições e relações possíveis na estrutura cognitiva dos estudantes. Os dados completos estão apresentados no Apêndice C e esta seção apresentará apenas um resumo, Quadro 5.1, acompanhado de exemplos específicos.

Em relação aos conceitos relacionados ao tema abordado, verificou-se que cerca 77% dos conceitos apresentados pelos estudantes eram válidos, no entanto a quantidade de proposições válidas e de relações cruzadas não apresentaram um número tão elevado. De acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa, este grupo de alunos apresenta uma aprendizagem muito mais mecânica do que significativa. De acordo com Ausubel, a aprendizagem proposicional, ou seja, de relacionar conceitos dentro da estrutura cognitiva, é uma evidência de que o estudante aprendeu significativamente. O Quadro 5.2 mostra um exemplo da diferença entre o número de conceitos apresentados por um estudante em um mapa e o número de proposições consideradas válidas. Nele é mostrado que o aluno B138 utilizou apenas conceitos válidos para a construção do mapa conceitual, no entanto,

todas as proposições foram consideradas inválidas.

Quadro 5.1: Resumo dos dados obtidos dos Mapas Conceituais construídos no início da unidade de ensino

	Total	Válidos	Proporção
Conceitos	1592	1227	77,1%
Proposições	1539	625	40,1%
Relações Cruzadas	119	29	24,3%

	Sim	Não
Hierarquia Aceitável	48	92

	Total	Média
Exemplos	234	1,7

	Total	Média
Pontuação segundo critérios estabelecidos por Novak (1984)	1359	9,7

	Alta	Média	Baixa	Nula
Diferenciação Progressiva	2	42	73	23
Reconciliação Integrativa	1	6	14	119

	Mapa Bom	Mapa Regular	Mapa Deficiente	Mapa Nulo
Qualidade do Mapa	3	11	103	23

Nota: Os valores das colunas Total e Válidos representam o somatório de todos os alunos envolvidos

Além desse caso, alguns alunos, como C28 e BI25, tiveram limitações na capacidade de formular proposições válidas, pois utilizaram palavras de ligação inadequadas, impossibilitando que fossem estabelecidas relações apropriadas entre os conceitos.

Quadro 5.2: Proposições inválidas do MC1 formuladas pelo aluno BI38

Proposição		
Conceito	Frase de Ligação	Conceito(os)
Diferença de potencial	É composto por	Eletricidade
Eletricidade	Que contém	Potências
Potências	Que são diferentes como	110/220

Mesmo com número reduzido de proposições válidas, os significados expressos e as ideias estruturadas pelos alunos através do MC1 possibilitaram enxergar os subsunçores que podiam ser úteis para a facilitação da aprendizagem significativa.

Por exemplo, a aluna CI6 descreveu em seu mapa conceitual 10 proposições onde apenas duas foram consideradas válidas. Algumas dessas proposições estão exemplificadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Proposições do MC1 formuladas pela aluna CI6

Proposição			
	Conceito	Frase de Ligação	Conceito
a)	Fios	Que geram	Energia
b)	Energia	Para o	Dia-a-dia do ser humano
c)	Corrente elétrica	É composto por	Movimentação de elétrons em um condutor
d)	Movimentação de elétrons em um condutor	Que precisa de	Fios

Analisando este quadro percebe-se que as proposições **a** e **b** são inválidas devido à falta de compreensão da relação de causa e efeito nos processos de geração e consumo de energia elétrica. Por outro lado, as proposições **c** e **d** foram consideradas válidas pela análise, pois as relações entre os conceitos são adequadas, isso permite inferir a presença de algum conhecimento prévio disponível em sua estrutura cognitiva.

O Quadro 5.1 revela ainda que os alunos apresentaram baixos níveis de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa na formulação dos mapas MC1. Ao todo, 96 alunos (68,6%) apresentaram níveis de diferenciação progressiva baixo ou nulo, revelando sua capacidade limitada em relacionar os conceitos presentes em sua estrutura cognitiva. A situação é ainda pior em relação à reconciliação integrativa, ao qual foi revelado através dos mapas que 133 alunos (95,0%) apresentavam níveis baixos ou nulos, que indica a ausência na capacidade de relacionar adequadamente conceitos específicos de eletricidade aos conceitos mais abrangentes.

Esse cenário negativo em relação à DP e RI traz como consequência a baixa qualidade da maioria dos mapas construídos. Dos sujeitos que participaram do estudo, 14 (10,0%) elaboraram mapas conceituais classificados como *bons* ou *regulares*.

Os resultados do MC1 mostraram que os alunos possuíam subsunçores

relacionados ao tema, no entanto a baixa qualidade dos mapas e os baixos níveis de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa denunciam a falta de habilidade na articulação de conceitos. Por este fato, a aplicação da unidade de ensino sobre conceitos de eletricidade e suas aplicações tecnológicas se mostrou adequada. A análise do MC1 possibilitou desenvolver um delineamento mais adequado das etapas seguintes da unidade de ensino.

5.2.2 Resultados dos Mapas MC2

Ao final da unidade de ensino foi aplicada mais uma atividade de construção de mapas conceituais objetivando a verificação se houve mudanças na qualidade dos mapas e nos níveis de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Quadro 5.4: Resumo dos dados obtidos dos Mapas Conceituais construídos ao final da unidade de ensino

	Total	Válidos	Proporção	
Conceitos	2759	2438	88,4%	
Proposições	3096	1757	56,8%	
Relações Cruzadas	167	110	65,9%	

	Sim	Não
Hierarquia Aceitável	55	85

	Total	Média
Exemplos	625	4,5

	Total	Média
Pontuação segundo critérios estabelecidos por Novak (1984)	3647	26,1

	Alta	Média	Baixa	Nula
Diferenciação Progressiva	60	55	23	2
Reconciliação Integrativa	15	17	28	80

	Mapa Bom	Mapa Regular	Mapa Deficiente	Mapa Nulo
Qualidade do Mapa	19	45	73	3

Nota: Os valores das colunas Total e Válidos representam o somatório de todos os alunos envolvidos

Assim, o Apêndice D apresenta o conjunto dos dados gerados a partir da análise dos mapas conceituais construídos e o resumo dos dados é apresentado no Quadro 5.4.

Os dados coletados por meio da construção do mapa MC2 indicam que os conceitos válidos somaram 88,4% de todos os conceitos utilizados pelos alunos na construção dos mapas MC2. Em relação às proposições válidas a proporção chegou a 56,8% de todas as proposições construídas.

Da mesma forma como no MC1, a proporção de proposições válidas ficou muito abaixo proporção de conceitos válidos.

Os dados ainda revelaram que os alunos conseguem estabelecer em média mais de quatro exemplos por mapa conceitual, o que significa que eles possuem uma capacidade de relacionar adequadamente os conceitos aprendidos com exemplos de utilização em tecnologias ou em situações de sua vivência. O aluno A13, por exemplo, conseguiu estabelecer proposições que indicam sua compreensão dos conceitos aprendidos aplicados à tecnologias, conforme descrição no Quadro 5.5.

A análise dos mapas MC2 revelou que 115 alunos (82,1%) apresentam níveis altos ou médios de diferenciação progressiva. Contudo, pode-se verificar que 128 alunos (77,1%) apresentaram níveis baixos ou nulos de reconciliação interativa.

Ao analisar a qualidade dos mapas, pode-se verificar que o número de estudantes que elaboraram mapas conceituais bons e regulares juntos correspondem a 45,7% dos alunos. Entretanto, o Quadro 5.4 mostra ainda que, da mesma forma que no MC1, a maior parte dos mapas analisados apresentam mapas classificados como deficientes, representando 52.1% dos mapas.

Após a análise dos dados dos dois mapas, percebeu-se que houve uma mudança no estado inicial da turma em relação aos tema eletricidade e suas aplicações tecnológicas. Sendo assim, a próxima seção apresenta uma análise comparativa dos resultados.

Quadro 5.5: Proposições do MC2 formuladas pelo aluno A13

Proposição		
Conceito	Frase de Ligação	Conceito(os)
Aplicações tecnológicas	Precisa usar	Corrente elétrica
Aplicações tecnológicas	Como exemplos	TV / Chuveiro elétrico / lâmpadas
Lâmpadas	-	Incandescente / Fluorescente / LED
Incandescente	Menos	Econômica
Fluorescente	Mais	Econômica
LED	Muito mais	Econômica

5.2.3 Inferências e Análises Comparativas dos Mapas MC1 e MC2

Uma olhada rápida nos quadros 5.1 e 5.4 permite verificar que houve uma modificação, para melhor, no estado dos mapas conceituais construídos pelos estudantes que participaram do estudo.

Em relação aos conceitos incluídos nos mapas pelos alunos, a quantidade aumentou em torno de 73% no entanto o aumento de conceitos válidos foi de 98,7%. Assim, percebe-se que o aumento nos conceitos válidos foi maior que o aumento de todos os conceitos incluídos nos mapas, mostrando que a unidade de ensino pode ter levado os estudantes a, não só ampliarem o número de conceitos que possuem, mas também relacionarem melhor os conceitos com o tema eletricidade e suas aplicações tecnológicas.

No entanto, como não basta possuir os conceitos, mas relacioná-los entre si através de proposições, a comparação entre os resultados mostra que houve uma melhora neste quesito. Em primeiro lugar, o número total de proposições aumentou cerca de 101%, mostrando que o conjunto dos estudantes adquiriu ou melhorou a capacidade de relacionar conceitos. Mas ao analisar o aumento no número de proposições consideradas válidas, observa-se um aumento de 181%, o que comparado ao aumento no número total de proposições se apresenta como um aspecto positivo da aplicação da unidade de ensino. Um aumento maior do número de proposições válidas em relação ao número de proposições, indica que a unidade de ensino colaborou para que os estudantes adquirissem a habilidade de relacionar conceitos

de sua estrutura cognitiva e expressar, de acordo com o tema em estudo, essa relação nos mapas conceituais.

As relações cruzadas válidas em um mapa conceitual podem ser indícios de integrações conceituais novas, sua presença demonstra um entendimento mais amplo do tema abordado e não somente uma visão localizada dos conceitos. Em relação a esta habilidade, os dados mostram que houve um aumento de 40% no número total de relações cruzadas construídas pelos estudantes. Porém, o número de relações cruzadas válidas apresentou um aumento em torno de 280%, representando uma diferença positiva considerável. Estes dados indicam que o grupo de estudantes não construiu um MC2 com muito mais relações cruzadas do que o MC1, indo de 119 para 167. No entanto, como o número de relações cruzadas válidas passou de 29 para 110, pode-se concluir que a capacidade dos estudantes em construir relações cruzadas válidas foi ampliada, mostrando uma evolução na capacidade de relacionar conceitos com uma visão mais ampla.

Com base nestes dados é possível estabelecer qual o estado dos mapas construídos em relação à Diferenciação Progressiva (DP), à Reconciliação Integrativa (RI) e à Qualidade dos Mapas. Assim, a evolução dos mapas conceituais em relação a estes três aspectos é apresentada nas Figuras 5.1, 5.2 e 5.3.

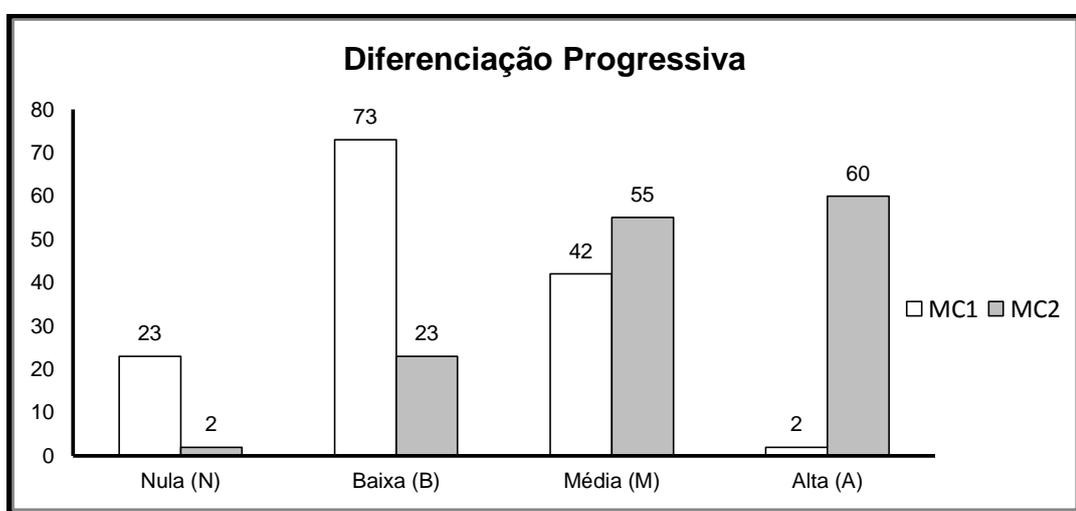


Figura 5.1: Gráfico que demonstra a evolução na diferenciação progressiva apresentada nos mapas

Em relação à Diferenciação Progressiva (DP), foi possível observar uma melhora na comparação dos mapas conceituais dos estudantes. Como pode ser verificado por

meio do gráfico na Figura 5.1, os mapas que apresentaram uma DP nula ou baixa somavam-se 96 na análise do MC1 e passaram a somar 25 na análise do MC2. Já o número de mapas considerados com DP média ou alta passou de 44 para 115. Esses números indicam que mais estudantes passaram a relacionar conceitos partindo daqueles mais abrangentes para os menos abrangentes, ou seja, passaram a conseguir construir relações entre *conceitos mais específicos e conceitos mais gerais*.

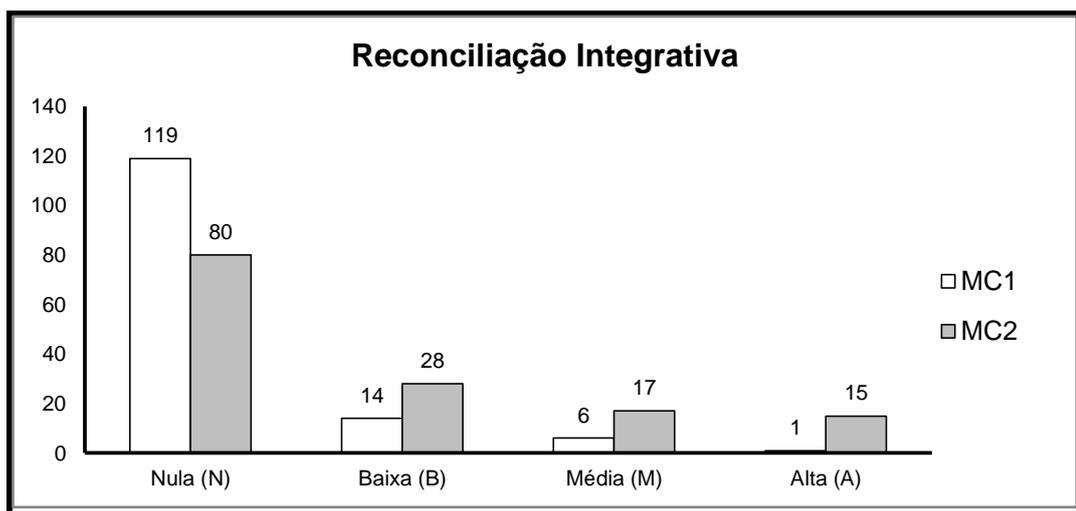


Figura 5.2: Gráfico que demonstra a evolução na reconciliação integrativa apresentada nos mapas

Para a Reconciliação Integrativa (RI), o gráfico apresentado na Figura 5.2 mostra que também houve uma evolução, porém, menor do que aquela observada para a DP. Nele é possível verificar uma variação negativa apenas nos mapas com uma RI nula, saindo de 119 para 80 mapas. Apesar de poder ser considerado uma melhora nos mapas, o número daqueles considerados com DI baixa quase atinge o patamar daqueles com DI alta ou média somados. Uma explicação para essa evolução tímida pode estar no fato de que RI se relaciona com capacidade do indivíduo em associar um conceito a dois ou mais conceitos em níveis mais específicos na hierarquia. A construção dessas relações cruzadas demandam um alto grau de complexidade na estrutura cognitiva do aprendiz, assim, a reconciliação integrativa torna-se mais incomum se comparada aos processos de aprendizagem por meio da diferenciação progressiva. Assim, pode-se interpretar que a unidade de ensino possibilitou a uma parcela de alunos, que inicialmente eram incapazes de reconciliar integrativamente, a terem pequenos avanços em suas estruturas cognitivas através da aprendizagem superordenada.

A Tabela F.2 do Apêndice F indica que o índice Kappa obtido em relação à evolução dos mapas sob os aspectos de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa correspondem respectivamente a 0,0480 e 0,1080. Esses resultados indicam que nesses aspectos, há uma concordância pobre entre os resultados obtidos nos mapas conceituais dos 140 alunos, portanto, pode se entender que houve uma grande tendência dos alunos, de modo geral, construírem mapas com níveis de DP e RI diferentes, tanto nos mapas conceituais construídos previamente quanto nos mapas conceituais construídos posteriormente à aplicação da unidade de ensino. Esses são indícios que embora os alunos possam ter evoluído em suas capacidades de diferenciar progressivamente e reconciliar integrativamente, de modo geral, a unidade de ensino não possibilitou que todos eles atingissem o mesmo patamar em suas estruturas cognitivas. Essas questões são evidenciadas quando feita a análise na qualidade dos mapas apresentada pelos alunos.

Na Figura 5.3 é mostrada a evolução na qualidade dos mapas conceituais construídos pelos estudantes. Ao comparar os resultados obtidos no MC1 e no MC2, verifica-se que a quantidade de alunos que elaboraram mapas conceituais bons aumenta de 3 (2,1%) para 19 (13,6%), a quantidade de alunos que elaboram mapas regulares variou de 11 (7,9%) para 45 (32,1%), já o número de alunos que fizeram mapas deficientes reduziu de 103 (73,6%) para 73 (52,1%) e, por último, o número de estudantes que elaboraram mapas nulos diminuiu consideravelmente de 23 (16,4%) para apenas 3 (2,1%).

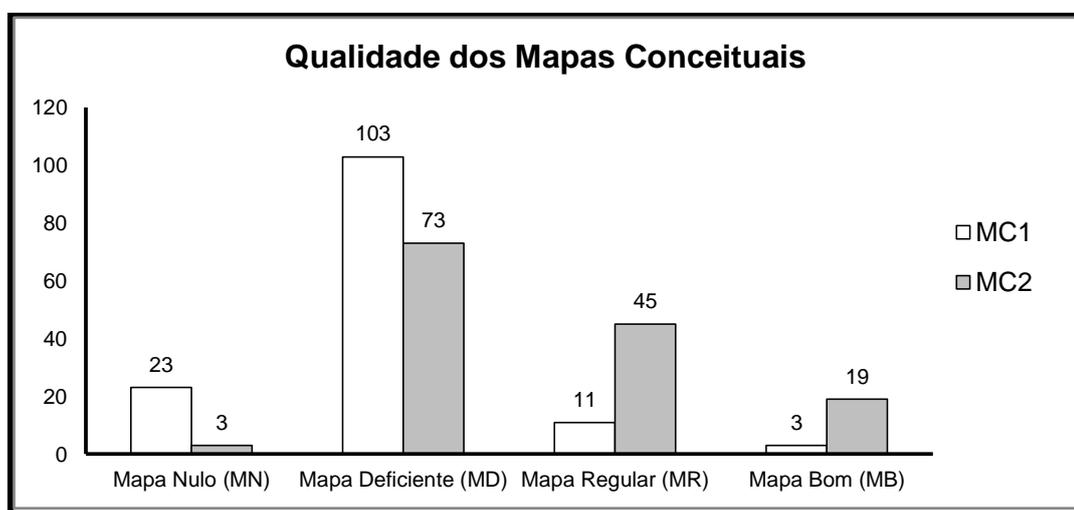


Figura 5.3: Gráfico que demonstra a evolução na qualidade geral apresentada nos mapas

Conforme Tabela F.2 do Apêndice F, ao comparar os resultados obtidos à partir do MC1 e MC2 entre os dois momentos da aplicação da UEPS, o valor Kappa obtido para a qualidade do mapa correspondeu a $-0,0140$. Além disso encontrou-se o p-valor igual a $0,7530$, sugerindo que houve discordância nos níveis de qualidade de mapas conceituais construídos pelos alunos, tanto os iniciais quanto os finais, ou seja, esses dados podem ser interpretados como uma tendência dos mapas conceituais não serem construídos com a mesma qualidade, revelando que os alunos possuem, tanto antes da aplicação da unidade de ensino quanto depois, estruturas cognitivas com diferentes níveis de abrangência e complexidade sobre o tema estudado. Essas ideias são confirmadas no gráfico apresentado na Figura 5.3, que apesar de apresentar melhorias significativas nos mapas, mostra também uma expressiva distribuição dos mapas nos quatro diferentes níveis de qualidade dos mapas conceituais.

A Tabela 5.2 foi construída para verificar como se deu essa variação na qualidade dos mapas conceituais construídos pelos estudantes. A disposição dos dados foi arranjada de modo a possibilitar uma visualização mais ampla do número de estudantes em possíveis transições na qualidade dos mapas conceituais. As células da diagonal, as quais estão sombreadas, representam a quantidade de alunos que não apresentaram alterações de qualidade entre seus dois mapas. As células abaixo da diagonal representam o número de alunos que reduziram a qualidade na elaboração do segundo mapa conceitual e as células acima da diagonal representam a quantidade de estudantes que evoluíram seus mapas conceituais para uma rede de conceitos mais sofisticada. Um exemplo de análise pode ser que dos 23 estudantes que construíram mapas MC1 nulos, ao construírem os mapas MC2, 1 voltou a construir um mapa nulo, 19 construíram mapas deficientes, 2 construíram mapas regulares e 1 construiu um mapa bom.

Tabela 5.2: Transição das qualidades dos mapas MC1 *versus* MC2

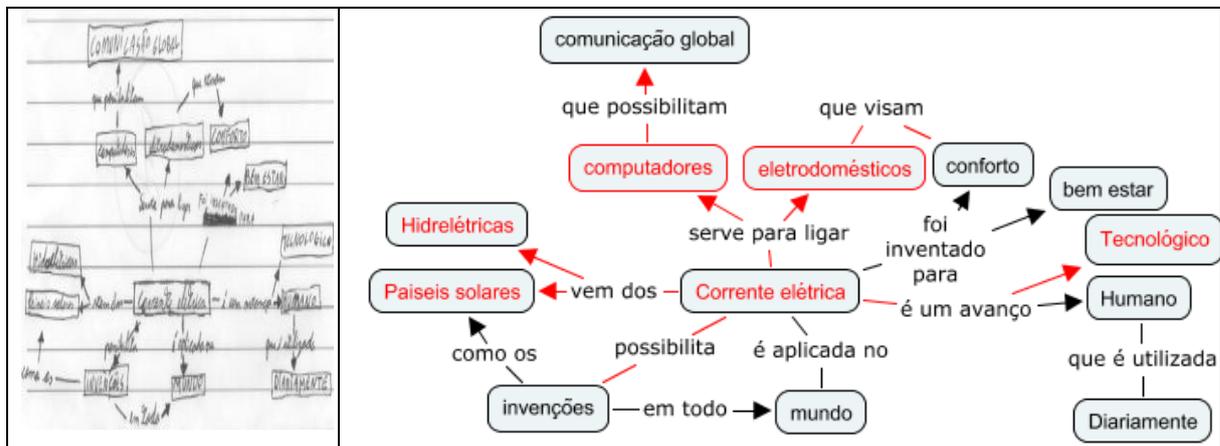
		MC2			
		MN	MD	MR	MB
MC1	MN	1	19	2	1
	MD	2	50	36	15
	MR	0	4	5	2
	MB	0	0	2	1

Na Tabela 5.2, as células acima da diagonal permitem verificar que 75 alunos (53,6%), apresentaram melhorias de qualidade nos mapas conceituais construídos, apresentando indícios de aprendizagem significativa, em maior e em menor grau. A tabela revela ainda que 56 alunos que construíram mapas nulos, deficientes ou regulares não apresentaram evolução em seus mapas conceituais, indicando que estes podem ter tipo uma pouca, ou nenhuma, evolução na sua estrutura cognitiva, tendo aprendido mecanicamente ou simplesmente não aprenderam os conceitos apresentados na unidade de ensino. Por último, as células abaixo da diagonal permite verificar que 8 alunos regrediram no nível de qualidade dos mapas conceituais apresentados. A análise da qualidade dos mapas está associada ao conteúdo que foi abordado na unidade de ensino. Assim, mesmo que um mapa possua muitos conceitos válidos e muitas proposições válidas, se estes conceitos e proposições não possuírem relações válidas para o conteúdo abordado, estas não serão validadas e a qualidade do mapa ficará comprometida. Assim, essa situação de pouca evolução ou declínio na qualidade de alguns mapas, evidencia que a unidade de ensino pode não ter sido capaz de estimular alguns alunos a interagirem significativamente com a unidade de ensino. A inclusão de outras atividades que levem em consideração os subsunçores presentes na estrutura cognitiva desses alunos poderia propiciar melhores resultados para esses estudantes, entretanto, a grande variedade de perfis em sala de aula torna muitas vezes inviável elaborar unidades de ensino que atendam integralmente o conhecimento prévio de todos.

Com a finalidade de esclarecer a evolução ou não da qualidade dos mapas, a seção 5.2.3.1 apresentará análises mais detalhadas de um dos casos nos quais a evolução na qualidade dos mapas conceituais construídos foi observada e a seção 5.2.3.2 mostrará análises detalhadas de um dos casos nos quais os dois mapas construídos possuíam a mesma qualidade.

5.2.3.1 Análise interpretativa dos mapas – Caso 1: aluno CI21

Os mapas construídos pelo aluno CI21 apresentaram uma evolução em qualidade, saindo de um mapa conceitual deficiente, MC1, para um mapa conceitual bom, MC2. Para esclarecer a ocorrência desta evolução, esta seção apresenta os mapas em detalhes e faz uma análise com base em outros dados do estudante.



Nota: Conceitos em vermelho = conceitos válidos; quadros com bordas vermelhas = exemplos válidos; ligações em vermelho = proposições válidas; ligações em pontilhado = ligações cruzadas.

Figura 5.4: MC1 do aluno CI21 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente)

Quadro 5.6: Proposições do MC1 formuladas pelo aluno CI21

Proposição		
Conceito	Frase de Ligação	Conceito(s)
Corrente elétrica	Serve para ligar	Computadores / Eletrodomésticos
Computadores	Que possibilitam	Comunicação global
Eletrodomésticos	Que visam o	Conforto

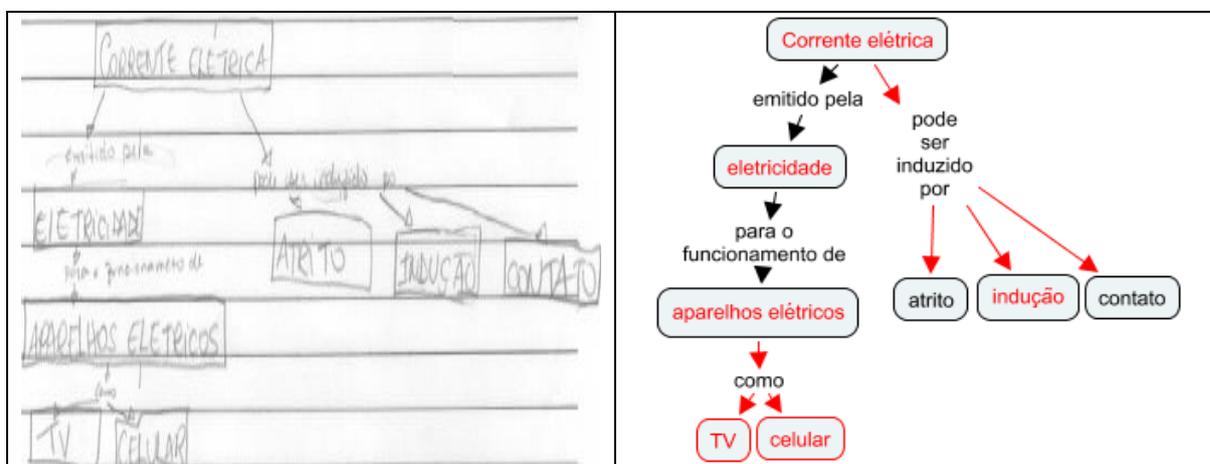
De acordo com a Figura 5.4, o mapa conceitual inicial do aluno CI21 indica que uma parcela significativa dos conceitos utilizados não foram válidos para o conteúdo trabalhado. As proposições válidas construídas indicam uma compreensão superficial sobre o tema, assim como pode-se verificar nas proposições listadas no Quadro 5.6. Essas proposições permitiram avaliar que o aluno tem conhecimento da existência de uma relação entre corrente elétrica e aparelhos eletrônicos, usinas hidrelétricas, painéis solares, e tecnologias, mas não sabia especificá-la. Apesar do mapa construído ser deficiente, ele forneceu informações extremamente relevantes para o delineamento das intervenções na unidade de ensino.

Ao analisar os questionários de opinião do estudante, pode-se verificar uma evolução no campo do interesse pela disciplina, podendo constituir um dos fatores responsáveis pela sua aprendizagem. Na questão que refere-se ao quanto gosta da Física, entre os questionários QO1 e QO2, o aluno migrou da opção “*mais ou menos*” para a opção “*sim*” e na questão 5 dos questionários de opinião, a qual pergunta se o aluno está gostando das aulas de Física, o aluno modificou sua resposta de “*Moderadamente, Por ser uma matéria com muitas fórmulas, a aula fica cansativa*” para “*Sim, porque tivemos que fazer experiências que foi algo que eu gostei bastante*”.

Essas informações sugerem que a unidade de ensino foi potencialmente significativa para esse aluno, possibilitando um aumento em seu interesse para aprender Física e possibilitando a aprendizagem não arbitrária dos novos conhecimentos ensinados.

5.2.3.2 Análise interpretativa dos mapas – Caso 2: aluna B24

A situação da aluna B24 não foi tão positiva, uma vez que seus mapas foram classificados como deficiente tanto no MC1 como no MC2. A Figura 5.4 ilustra o mapa conceitual feito pela aluna B24 no início da intervenção e o Quadro 5.6 descreve algumas de suas proposições.



Nota: Conceitos em vermelho = conceitos válidos; quadros com bordas vermelhas = exemplos válidos; ligações em vermelho = proposições válidas.

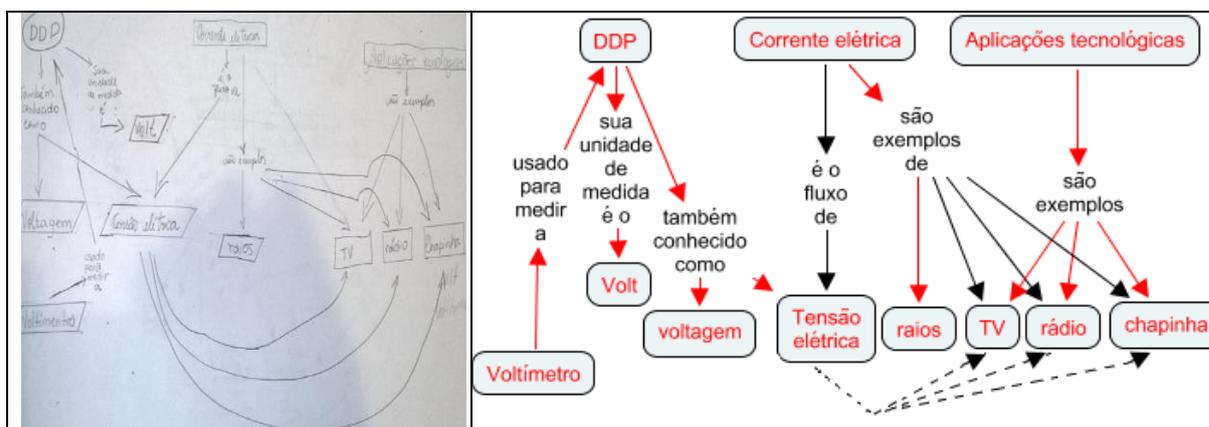
Figura 5.6: MC1 construído pela aluna B24 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente)

Quadro 5.7: Proposições do MC1 retiradas do MC1 da aluna B24

Proposição			
	Conceito	Frase de Ligação	Conceito(os)
a)	Corrente elétrica	Emitido pela	Eletricidade
b)	Eletricidade	Para o funcionamento de	Aparelhos eletrônicos
c)	Corrente elétrica	Pode ser induzida por	Atrito / Indução / Contato

Embora a maioria dos conceitos e proposições sejam válidas, a composição desse mapa conceitual indica fragilidade na estrutura cognitiva da estudante. Por exemplo, no Quadro 5.7, as proposições **a** e **b** indicam que a aluna não sabe diferenciar corrente elétrica, eletricidade e energia elétrica. As proposições apresentadas em **c** indicam que ela tem dificuldades em relacionar adequadamente os conceitos sobre eletrostática para descrever significados de eletrodinâmica. Portanto, o mapa conceitual prévio revelou que a aluna pode não ter subsunções adequadas para aprender de modo não arbitrário.

Como pode ser verificado na Figura 5.7, o mapa final elaborado pela aluna teve pequenos avanços no número de conceitos e na qualidade das proposições construídas, porém, não avançou para o nível mais elaborado dos mapas conceituais ao passo que não evoluiu significativamente sua capacidade de diferenciar progressivamente e reconciliar integrativamente. A aluna buscou a construção de ligações cruzadas, apresentadas no Quadro 5.8, porém, a falta de palavras de ligação adequadas a impediu de expressar seu conhecimento de modo adequado.



Nota. Conceitos em vermelho = conceitos válidos; quadros com bordas vermelhas = exemplos válidos; ligações em vermelho = proposições válidas; ligações em pontilhado = ligações cruzadas.

Figura 5.7: MC2 da aluna B24 e sua representação elaborada pelo pesquisador (Mapa Deficiente)

Quadro 5.8: Proposições do MC2 formuladas pela aluna B24

Proposição		
Conceito	Frase de Ligação	Conceitos
Tensão elétrica	→	TV / rádio / chapinha

O caso desta aluna pode estar intimamente ligado à sua postura frente a unidade de ensino, uma vez que parecia estar sempre distraída e indiferente às atividades desenvolvidas na unidade de ensino. A postura da aluna é esclarecida pelos dados obtidos nos questionários de opinião, pois na questão “*Eu gosto de Física*”, a aluna assinalou a alternativa *não*, tanto no questionários QO1 como no QO2. Na questão 5 do questionário QO2, que pergunta se o aluno está gostando das aulas de Física, a aluna respondeu: “*Não, não é uma matéria por qual eu me interesse*”. Desse modo, a falta de interesse pela disciplina somada a falta de subsunçores adequados na estrutura cognitiva da estudante podem ter sido os fatores responsáveis para a aluna ter construído os dois mapas, MC1 e MC2, classificados como deficientes.

5.2.4 Evolução dos Conceitos nos Mapas

A afirmação de que os mapas conceituais elaborados pelos estudantes constituem uma representação do conhecimento que integra sua estrutura cognitiva, demanda a necessidade de verificar e analisar os conceitos utilizados pelos alunos na elaboração dos seus mapas. Desse modo, os conceitos referentes ao tema diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações foram categorizados da seguinte forma:

- i. Todo conceito que possui mais de 5 relações, apresentada através de conexões no mapa conceitual de referência, foi categorizado como *conceito-chave* e disposto na Tabela 5.3.
- ii. *Conceitos relacionados à diferença de potencial* são todos os conceitos do mapa conceitual de referência que possuem relação primária ou secundária com o conceito *diferença de potencial*, exceto quando possuem maior proximidade com o conceito *corrente elétrica*. Esses conceitos estão apresentados na Tabela 5.4.

- iii. *Conceitos relacionados à corrente elétrica* são todos os conceitos do mapa conceitual de referência que possuem relação primária ou secundária com o conceito *corrente elétrica*, exceto quando possuem maior proximidade com o conceito *diferença de potencial*. Esses conceitos estão apresentados na Tabela 5.5.
- iv. *Conceitos relacionados aos exemplos* são todos os conceitos que podem compor uma proposição que exemplifique o uso da diferença de potencial e/ou corrente elétrica. Esses conceitos estão apresentados na Tabela 5.6.
- v. Aqueles conceitos que não atendem a nenhum dos requisitos de i a iv dessa subsecção são considerados *conceitos gerais*, descritos no Apêndice E.

Os conceitos do mapa conceitual de referência que não foram citados pelos alunos foram omitidos das Tabelas 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 para torná-las mais concisas.

Tabela 5.3: Evolução da utilização dos conceitos-chaves nos mapas conceituais dos 140 alunos

Categorias	Conceitos	Número de citações	
		MC1	MC2
Conceitos-chave	Corrente elétrica	128	137
	Aparelho eletrônico	69	48
	Fio/Cabo condutor	43	55
	Diferença de potencial	40	105
	Carga elétrica	34	34
	Elétrons	18	79
	Bateria	14	31
	Circuito elétrico	6	21
	Energia elétrica	6	27
	Força elétrica	6	8
	Metais	6	2
	Pilha	6	31
	Potência elétrica	6	6
	Gerador	4	20
	Resistência elétrica	2	33
	Somatória das citações de conceitos-chave		388	637

A Tabela 5.3 indica que, com exceção dos conceitos *aparelho eletrônico*, *carga elétrica*, *metais* e *potência elétrica*, houve evolução na frequência em que os conceitos-chave foram utilizados na elaboração do MC2. Se comparado ao MC1, o uso de conceitos-chave na elaboração dos mapas conceituais foi 64,2% maior no MC2. Esse pode ser um indicativo que esses conceitos estão mais presentes na estrutura cognitiva dos alunos após a aplicação da Unidade de ensino. Tendo em

vista que os conceitos-chave são conceitos mais gerais, o aparecimento desses conceitos relacionados coerentemente com seus subordinados indicam o acontecimento da aprendizagem superordenada, promovida pela reconciliação integrativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A tabela 5.4 indica que, de modo geral, houve um aumento de 90,3% no uso de conceitos relacionados a diferença de potencial para a construção dos mapas conceituais. Podemos destacar os conceitos *bateria*, *pilha*, *tensão elétrica*, *transformador*, *volt* e *voltímetro* que foram raramente utilizados para a construção do MC1, mas que apareceram com maior frequência no MC2.

Tabela 5.4: Evolução da utilização dos conceitos relacionado à diferença de potencial nos mapas conceituais dos 140 alunos

Categorias	Conceitos	Número de citações		
		MC1	MC2	
<i>Conceitos relacionado à diferença de potencial</i>	Aparelho eletrônico	69	48	
	Energia	44	38	
	Carga elétrica	34	34	
	Tecnologias	20	4	
	220V	16	23	
	Watt	16	5	
	Bateria	14	31	
	Potencial elétrico	14	5	
	Volt	10	49	
	Voltagem	10	59	
	110V	9	20	
	V	7	7	
	Pilha	6	31	
	Potência elétrica	6	6	
	Tensão elétrica	6	43	
	Alta voltagem/tensão	4	4	
	Ddp	3	57	
	Aceleração	2	4	
	Fonte	2	1	
	Indução	2	0	
	Transformador	2	13	
	Baixa tensão	1	0	
	Voltímetro	1	48	
	Arco voltaico	0	1	
	Consumo de Energia	0	4	
	Força eletromotriz	0	1	
	Multímetro	0	9	
	Polos elétricos	0	22	
	Somatória das citações dos conceitos relacionados à ddp		298	567

A Tabela 5.5.indica que, se comparado ao MC1, o uso dos conceitos relacionados à corrente elétrica foi 159,3% maior no MC2. Conceitos como *corrente alternada*,

corrente contínua, ampère, amperímetro e elétrons, são alguns exemplos de conceitos que apareceram com maior frequência no MC2. Já que esses conceitos são subordinados à corrente elétrica, a assimilação desses novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva de modo não arbitrário está relacionada à aprendizagem subordinada, promovida pela diferenciação progressiva.

Tabela 5.5: Evolução da utilização dos conceitos relacionado à corrente elétrica nos mapas conceituais dos 140 alunos

Categorias	Conceitos 6	Número de citações	
		MC1	MC2
	Aparelho eletrônico	69	48
	Fio/cabo condutor	43	55
	Carga elétrica	34	34
	Elétrons	18	79
	Alternada	17	62
	Contínua	17	59
	Watt	16	5
	Metais	6	2
	Potência elétrica	6	6
	Chuveiro elétrico	4	55
	Gerador	4	20
	Resistor	3	4
	A	2	7
	Ampère	2	28
	Campo magnético	2	11
	Resistência elétrica	2	33
	Amperagem	1	0
	Átomo	1	19
	Condutividade elétrica	1	1
	Condução elétrica	1	0
	Descarga elétrica	1	0
	Eletroímã	1	3
	Magnetismo	1	2
	Ohm	1	10
	Amperímetro	0	36
	Área de secção reta/transversal	0	1
	Associação paralela de resistores	0	7
	Associação em série de resistores	0	7
	Bitola do fio	0	5
	Comprimento do fio	0	1
	Condutância elétrica	0	1
	Consumo de energia	0	4
	Curto-circuito	0	3
	Efeito joule	0	2
	Elétrons livres	0	4
	Fluxo	0	13
	Imã	0	8
	Lei de Ohm	0	5
	Multímetro	0	9
	Raio elétrico	0	2
	Resistividade	0	5
<i>Conceitos relacionados à corrente elétrica</i>	Somatória das citações de conceitos relacionados à corrente elétrica	253	656

A Tabela 5.6 mostra a evolução da utilização de conceitos que são responsáveis pela formulação das proposições que constituem os exemplos do mapa conceitual. Assim como nas análises anteriores, comparando os resultados encontrados no MC1 e no MC2, é possível verificar que houve um aumento considerável no uso desses conceitos na construção dos mapas.

Tabela 5.6: Evolução da utilização dos conceitos relacionados aos exemplos nos mapas conceituais dos 140 alunos

Categorias	Conceitos	Número de citações	
		MC1	MC2
	Aplicações tecnológicas	42	120
	Televisão	36	63
	Eletrodomésticos	28	19
	Usina	21	13
	Usina hidrelétrica	18	12
	Lâmpadas	15	83
	Tomada	12	12
	Carregador	7	11
	Ferro elétrico	6	11
	Motor elétrico	5	10
	Usina termoelétrica	5	2
	Gaiola de Faraday	4	0
	Padrão de energia elétrica	3	1
	Usina nuclear	3	3
<i>Conceitos relacionados aos exemplos</i>	Disjuntor	2	0
	Experimentos de Física	2	4
	Interruptor	2	5
	Bobina de Tesla	1	2
	Bocal	1	0
	Mecatrônica	1	0
	Outra usina (exceto nuclear, termo/hidrelétrica)	1	3
	Rede elétrica	1	5
	Alternador	0	1
	Associação Mista de resistências	0	1
	Choque elétrico	0	1
	Gerador de Van de Graaff	0	2
	Globo de plasma	0	6
	Lâmpada fluorescente	0	49
	Lâmpada incandescente	0	44
	Lâmpada LED	0	30
Tipos de lâmpadas (exceto LED, Incandescente e fluorescente)	0	2	
Somatória das citações de conceitos relacionados aos exemplos e às aplicações tecnológicas		216	515

Ao realizar uma análise geral de todos os conceitos utilizados pelos estudantes pôde-se verificar, ao todo, 1226 citações de conceitos válidos no MC1, enquanto que no MC2, pôde-se verificar 2438 citações, o que significa que os alunos em média utilizaram cerca de duas vezes mais conceitos válidos para a elaboração de seus

mapas conceituais. Conforme Apêndice E, no MC1 os alunos fizeram 318 menções de conceitos que não possuem nenhuma relação com o mapa conceitual de referência, enquanto que no MC2, esse número de citações caiu para 279, mostrando que os alunos de modo geral passaram a utilizar conceitos mais significativos para o tema estudado.

A Tabela 5.7 indica que os alunos utilizaram ao todo 100 conceitos válidos diferentes para a elaboração desses 140 mapas conceituais. Desses conceitos, 80 continuaram sendo utilizados para a elaboração do MC2 e 39 novos conceitos foram incorporados pelos estudantes para expressar significados através de proposições, o que significa que a unidade de ensino pode ter sido responsável por uma ampliação de conceitos disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes.

Tabela 5.7: Evolução quantitativa dos conceitos presentes nos Mapas Conceituais

Estudo: diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações	Conceitos			
	MC1	MC2		
	Total	Número de conceitos que aparecem em MC1 e MC2	Novos conceitos em relação ao mapa MC1	Total
Número de conceitos válido utilizados	100	80	39	119

Os conceitos que deixaram de ser utilizadas pelos alunos e os que foram incorporados para a construção dos mapas conceituais pós unidade de ensino são apresentados no Quadro 5.9.

Quadro 5.9: Conceitos presentes no MC1 e ausentes no MC2 ou vice-versa

Conceitos Presentes no MC1 e Ausente no MC2	Amperagem, baixa voltagem/tensão, bocal, cargas iguais, cargas opostas, condução elétrica, descarga elétrica, disjuntor, engenheiro, engenheiro em mecânica, Física, gaiola de Faraday, indução, isolado, Lei de Coulomb, mecatrônica, Newton, núcleo atômico, nuvem, terra/aterramento
Conceitos Ausentes no MC1 e Presentes no MC2	Aceleração, alternador, amperímetro, arco voltaico, área de secção reta/transversal, associação em paralelo de resistores, associação em série de resistores, associação mista de resistores, bitola, bobina, choque elétrico, comprimento do fio, condutância elétrica, consumo de energia, curto-circuito, efeito Joule, eletrônica, elétrons livres, energia luminosa, energia mecânica, filamento da lâmpada, fluxo, força de atração, força eletromotriz, Gerador de Van de Graaff, globo de plasma, imã, joule, kWh, lâmpada fluorescente, lâmpada incandescente, lâmpada LED, Lei de Ohm, multímetro, partículas, polos elétricos, raio elétrico, resistividade, tipos de lâmpadas (exceto LED, incandescente e fluorescente)

Pode-se perceber que os conceitos que apareceram apenas no MC2, como por

exemplo *arco-voltaico*, *área de secção reta*, *associação de resistores*, *condutância elétrica*, *efeito Joule*, *elétrons livres*, *fluxo* e *força eletromotriz* são conceitos que possuem elevado grau de formalidade científica, sugerindo que o aluno pode ter aprimorado o seu vocabulário para expressar seu conhecimento sobre o tema, podendo ser utilizado para elaborar mapas conceituais que possuem maior grau de complexidade.

5.3 Análise dos Questionários

Os questionários de opinião aplicados no início e no término da unidade de ensino estabeleceram uma auto avaliação aos alunos com o intuito de obter sua opinião em relação aos seus interesses, aos seus sentimentos e aos julgamentos da unidade de ensino. Os dados foram submetidos a um tratamento estatístico, descrito no Apêndice F, e assim, foi possível verificar quais dessas variações são válidas e podem ser utilizadas para inferir o impacto da aplicação da unidade de ensino nos sujeitos do estudo. Nessa seção, vamos analisar apenas as variações validadas estatisticamente e os resultados estatísticos serão omitidos do corpo do texto para tornar a leitura mais dinâmica.

As questões dos questionários Q01 e Q02 variaram em seu enunciado, mantendo o mesmo sentido, com o objetivo de fornecer um pouco mais de informações. As perguntas relevantes de cada questionário foram:

- **Questionário 1**

- a) Eu gosto de Física;
- b) Eu gostaria de participar de um grupo para estudar experiências de Física;
- c) Eu me interesso por filmes que abordam Física;
- d) Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no *vestibular*.

- **Questionário 2**

- a) Atualmente eu estou gostando de Física;

- b) Eu gostei de participar de um grupo para estudar experiências de Física;
- c) Atualmente eu estou me interessando por filmes que abordam Física;
- d) Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no *vestibular*.

As respostas dos estudantes são mostradas no quadro 5.10, que apresenta a evolução da opinião dos estudantes em relação a algumas questões. Nele é possível verificar que o número de alunos que afirmam gostar de Física aumentou após a aplicação da unidade de ensino, sugerindo que a unidade de ensino pode ter alterado a visão de alguns alunos em relação à Física. Verifica-se, ainda, que apenas 38,1% dos alunos assinalaram querer participar de um grupo para o estudo de experiências de Física, mesmo que essa atividade pareça tê-los surpreendido, ao ponto de 61,1% assinalar sim na opção que perguntava se haviam gostado dessa atividade. Esse resultado indica que intervenções colaborativas que incluam atividades de pesquisa e prática têm potencial em despertar o interesse dos alunos, sendo portanto, apropriadas para formulação das UEPS.

Quadro 5.10: Evolução das respostas de 126 alunos nos questionários de opinião

Questões	Eu gosto de Física / Atualmente eu estou gostando de Física			
	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
QO1 – a)	44 (34,9%)	61 (48,4%)	21 (16,7%)	0 (0,0%)
QO2 – a)	64 (50,8%)	54 (42,9%)	8 (6,3%)	0 (0,0%)
Questões	Eu gostaria de participar de um grupo para estudar experiências de Física / Eu gostei de participar de um grupo para estudar experiências de Física			
	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
QO1 – b)	48 (38,1%)	35 (27,8%)	28 (22,2%)	15 (11,9%)
QO2 – b)	77 (61,1%)	34 (27,0%)	11 (8,7%)	4 (3,2%)
Questões	Eu me interesso por filmes que abordam Física / Atualmente eu estou me interessando por filmes que abordam Física			
	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
QO1 – c)	68 (54,0%)	28 (22,2%)	26 (20,6%)	4 (3,2%)
QO2 – c)	42 (33,3%)	47 (37,3%)	33 (26,2%)	4 (3,2%)
Questões	Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no <i>vestibular</i>			
	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
QO1 – d)	60 (47,6%)	41 (32,5%)	13 (10,3%)	11 (8,7%)
QO2 – d)	83 (65,9%)	32 (25,4%)	6 (4,8%)	5 (4,0%)

Em relação a gostar de filmes com conteúdo de Física, o interesse dos alunos parece ter diminuído. Essa informação pode indicar que a seleção de vídeos apresentados durante a unidade de ensino não foi adequada.

Havia também uma pergunta que solicitava ao alunos expressarem como se sentiram durante a unidade de ensino. Os resultados foram que:

- 95,2% dos estudantes assinalaram que *tiveram dúvidas* antes da unidade de ensino ser aplicada e, durante sua aplicação, esse percentual reduziu para 78,6%;
- 31,7% dos estudantes assinalaram que *sentiram raiva* antes da unidade de ensino ser aplicada e, durante sua aplicação, esse percentual reduziu para 19,0%;
- 71,4% dos estudantes assinalaram que *sentiram tédio* antes da unidade de ensino ser aplicada e, durante sua aplicação, esse percentual reduziu para 56,3%;
- 18,3% dos estudantes assinalaram que *sentiram tristeza* antes da unidade de ensino ser aplicada e, durante sua aplicação, esse percentual reduziu para 5,6
- 74,6% dos estudantes assinalaram que *sentiram satisfação* antes da unidade de ensino ser aplicada e, durante sua aplicação, esse percentual aumentou para 84,9%.

Esses dados apontam um aumento da quantidade de alunos que afirmam ter *sentido satisfação* ao longo da aulas propostas na unidade de ensino em comparação com as abordagens anteriores. Também pode-se verificar uma diminuição da quantidade de alunos que afirmam ter *apresentado dúvidas*, e *sentido raiva, tédio e tristeza* ao longo da aulas propostas na unidade de ensino em comparação com as abordagens anteriores.

Em questão aberta que questionou aos alunos se estavam gostando das aulas de Física, antes da intervenção 71 alunos (56,3%) responderam sim e foram coerentes em suas justificativas. No término da unidade de ensino, esse número aumentou para 99 alunos (78,6%), mostrando que as atividades da unidade de ensino despertaram o interesse pelas aulas de Física.

O índice Kappa referente a todos os dados apresentados nessa seção 5.3 revelaram uma **concordância razoável** exceto em relação às questões sobre gostar das aulas

de Física e sobre a vontade de participar de um grupo para estudar experimentos de Física, com concordância pobre, e em relação à questão sobre ter dúvidas durante as aulas de Física, com concordância moderada. A concordância razoável indica que na maioria dos resultados estatisticamente significativos, os alunos concordaram parcialmente ao responderem os questionários. É importante notar também que embora os alunos tenham apresentado melhorias significativas em relação à gostar de Física e querer estudar experimentos de Física, suas respostas não foram consensuais, ou seja, embora muitos tenham respondido afirmativamente para essas questões, outros responderam *mais ou menos* ou *não*, reduzindo o grau de concordância dos alunos. Por fim, O índice Kappa em relação à questão sobre ter dúvidas, revelou maior grau de concordância já que grande parte dos alunos tiveram opiniões comuns defrontados a essa questão. Esse resultado pode ser um reflexo que indica que ter dúvidas nas aulas de Física é compartilhado por grande parte dos alunos, resultando em maior grau de concordância.

Essas variações de opinião, na maioria das vezes tendendo para resultados mais otimistas, indicam o potencial da unidade de ensino em promover maior interesse dos estudantes pelas aulas de Física, podendo interferir na pré-disposição à interagir significativamente com os materiais estudados. Além disso, conscientizar os estudantes para os seus direitos em relação à lei que os assiste constitui um papel fundamental para a formação dos estudantes.

Em alguns casos, a falta de motivação pode ter sido um dos fatores responsáveis na redução da qualidade dos mapas conceituais, tal como ocorreu com os alunos BI16 e BI18. Esses alunos se comportavam com certo desinteresse em relação às atividades, não participavam dos debates de forma ativa, dispersavam facilmente das atividades propostas e frequentemente direcionavam suas atenções para conversas fora do tema proposto. O questionário QO1 revelou que a aluna BI18, gostava das aulas de Física, segundo ela, “[...] *as aulas são legais e conseguem descontraír a matéria com exemplos do dia-a-dia*”, porém, no questionário QO2, para a mesma questão sobre as aulas de Física, a aluna respondeu: “*Mais ou menos, porque não me identifico com a matéria*”, enquanto que o aluno BI16 afirmou: “*Em partes, porque tem algumas situações que fica difícil de entender*”. Essas respostas indicam que, mesmo que a unidade de ensino tenha sido facilitadora de uma

aprendizagem não arbitrária para grande parte dos estudantes, suas intervenções não foram apropriadas para todos os perfis verificados, podendo resultar na redução da pré-disposição de alguns alunos para interagirem significativamente com o material e conseqüentemente implicando no retrocesso em seus mapas conceituais. Esses resultados evidenciam que, além da potencialidade significativa lógica e psicológica da UEPS existe outra condição básica que é necessária: a atitude favorável do aluno para interagir adequadamente com o material apresentado.

5.4 Resultados Obtidos na Prova Final

A média de notas obtidas nas 149 provas realizadas foi de 5,5 pontos e a frequência em cada faixa de notas é apresentado na Figura 5.8.

Pode-se perceber que aproximadamente 18% dos alunos tiveram aproveitamento abaixo de 40%, aquém em relação aos resultados esperados na rede estadual, que estabelece como critério mínimo 60% de aproveitamento nas avaliações para obter aprovação. Em relação a esses alunos, a possibilidade dessa avaliação formal não ter sido eficiente para avaliar adequadamente a aprendizagem deles não pode ser descartada, pois uma aprendizagem discreta no campo conceitual, que pode ser ocorrido até mesmo para esses alunos, dificilmente pode ser mensurada por meio de uma avaliação formal. Além disso, os dados dessa investigação apontaram que a unidade de ensino não proporcionou a todos os estudantes estímulos adequados para que despertassem neles o interesse pelas aulas, o que significa que um dos fatores que podem ter contribuído para esse resultado negativo pode estar associado a falta de predisposição em interagir significativamente com os conteúdos abordados. A predisposição dos alunos poderiam ter sido investigadas por meio de entrevistas, porém, as escolhas metodológicas nessa investigação foram definidas pensando nas limitações impostas pela prática docente, inviabilizando a realização de entrevistas.

Por outro lado, mais de 45% dos alunos tiveram rendimento maior ou igual a 60%, que sugere que a unidade de ensino auxiliou na capacidade de explicar e de aplicar

o conhecimento para resolver situações-problemas (MOREIRA, 2011), indícios fundamentais para a verificação de aprendizagem significativa.

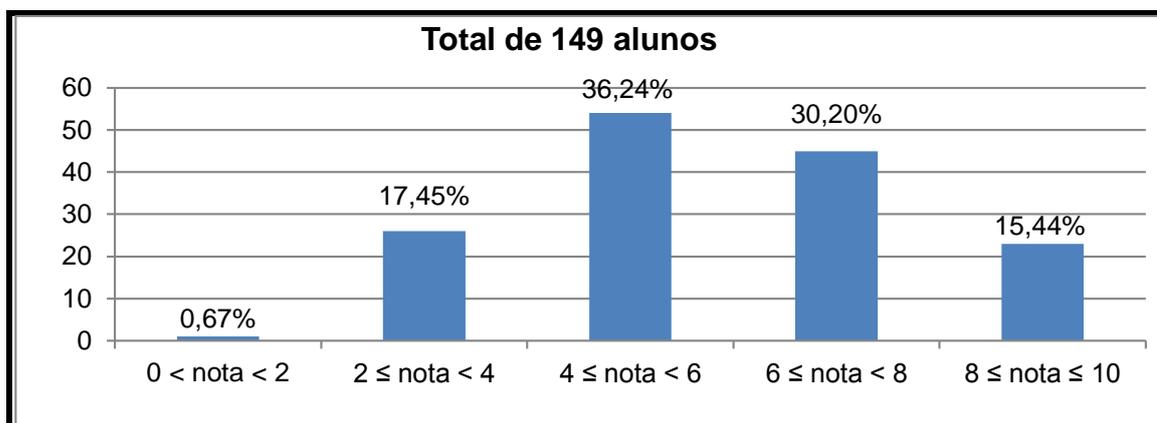


Figura 5.8: Distribuição de pontuações dos alunos na prova final

Capítulo VI

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre conceitos de *eletricidade e suas aplicações tecnológicas*.

Assim, foi elaborada uma unidade de ensino sobre o tema estabelecido, a qual foi aplicada no contexto do ensino médio e investigada sob a luz das fundamentações teóricas e metodológicas adotadas para validá-la como uma UEPS.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, aplicada no processo de ensino-aprendizagem escolar, pressupõe dois fatores fundamentais para a aquisição de significados que passem a fazer parte da estrutura cognitiva do ser que aprende: a unidade de ensino deve ser compatível com a estrutura cognitiva do estudante, facilitando a interação da nova informação a ser aprendida ao seu conhecimento prévio, e o aprendiz deve estar motivado, predisposto a interagir significativamente com o material apresentado. Portanto, para a promoção da aprendizagem significativa, é necessário que o material apresentado aos estudantes seja potencialmente significativo, ou seja, deve levar em consideração esses pressupostos, constituindo-se, dessa forma, uma UEPS.

A investigação prévia sobre o estado dos estudantes que participaram do estudo em relação ao interesse pela Física e em relação à sua estrutura cognitiva associada ao

tema, revelou um baixo interesse dos alunos pelo estudo da Física e uma estrutura cognitiva mais voltada para a aprendizagem mecânica. Assim, esse quadro motivou a elaboração de uma unidade de ensino que proporcionasse um aumento no interesse dos estudantes para que, a partir disso, eles pudessem interagir significativamente com os materiais apresentados.

De modo geral, foi possível verificar avanços no interesse dos estudantes, mostrando indícios de engajamento para estudo da Física ao longo da unidade de ensino. Pôde-se constatar que os alunos se mostraram receptivos às intervenções realizadas tendo em vista que a maioria deles interagiu amplamente com os materiais didáticos, socialmente entre eles e afetivamente com o professor. Isso pôde ser verificado pelo aumento da procura espontânea dos estudantes pelo professor, fora do horário de aula, para discutir sobre conceitos do tema estudado. Até mesmo alunos considerados desinteressados pelos professores destacaram-se na interação em certas atividades propostas pela unidade de ensino e a maioria dos alunos mostrou-se disposta a procurar respostas para os problemas vivenciados em suas experiências de vida, trazendo para as aulas o seu entendimento próprio desses eventos cotidianos, que foram fundamentais para a negociação de significados.

Em relação à aprendizagem, a investigação revelou que uma parcela significativa dos alunos passaram a compartilhar os significados apresentados na unidade de ensino, aumentaram sua capacidade de explicar os conceitos relacionados à eletricidade e de aplicar o conhecimento obtido para resolver situações-problema (MOREIRA, 2011). Esses indícios foram verificados por meio da análise comparativa descritiva dos mapas conceituais construídos e evidenciadas principalmente durante as apresentações dos experimentos construídos em grupo pelos alunos.

A evolução dos conceitos apresentados pelos alunos nos mapas conceituais e sua melhoria na capacidade de relacioná-los adequadamente permitiu inferir uma evolução no vocabulário do estudante, com incorporação de conhecimentos consensuais ao formalismo científico, indicando maior compreensão em relação ao tema estudado.

A análise qualitativa e quantitativa dos mapas conceituais aplicados nos dois

momentos da unidade de ensino permitiu verificar avanços significativos na estruturação dos mapas conceituais dos alunos, tendo em vista a apresentação de uma rede mais complexa e ampliada de significados. Com base no potencial dos mapas representarem a estrutura cognitiva dos estudantes, a evolução deles possibilitou verificar o compartilhamento de novos significados, confirmando a aprendizagem significativa subordinativa, demonstrada pela diferenciação progressiva, e a aprendizagem significativa superordenada, revelada pela reconciliação integrativa.

Fundamentado nos argumentos descritos anteriormente, as evidências corroboram com os pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e estão de acordo com os princípios propostos para as UEPS. Portanto, pode-se considerar que o objetivo de validar a unidade de ensino sobre o tema proposto como uma UEPS foi alcançado, especialmente pelo fato de os alunos terem compartilhado novos significados e uma conseqüente evolução em suas estruturas cognitivas atribuída à intervenção da unidade de ensino.

Apesar do sucesso da UEPS desenvolvida, não pode-se deixar de citar que, ela não foi bem sucedida em gerar interesse para uma parte dos estudantes e para proporcionar a construção de mapas conceituais com mais qualidade após a aplicação da unidade de ensino. Os motivos foram muitos, mas aqueles mais evidentes foram a falta de interesse pela própria disciplina de Física por alunos que preferem as disciplinas ligadas à ciências humanas ou biológicas e a falta de atividades que pudessem atrair estudantes com interesses além de vídeos, simulações computacionais ou experimentos. Outras opções que poderiam ser incluídas seria a visita a espaços não formais de educação, a laboratórios que realizam pesquisas nas áreas de física relacionadas ao tema em estudo.

Por fim, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel se mostra como uma opção promissora para auxiliar no diálogo entre ensino e aprendizagem no contexto de sala de aula. Neste sentido, a metodologia das UEPS fornece pressupostos básicos para construção de materiais instrucionais que auxiliem nessa relação dialógica. Sendo assim, a UEPS desenvolvida neste estudo tem o objetivo de compor um material de apoio ao professor de nível básico, contribuindo para uma

maior e mais efetiva integração de materiais potencialmente significativos no contexto escolar.

Espera-se com essa investigação divulgar e estimular novas produções relacionadas à aprendizagem significativa, sobretudo em relação à elaboração e ampliação do uso das UEPS sobre os diversos temas da Física para o nível básico de ensino.

Por outro lado, incorporar as UEPS na prática docente não consiste em uma tarefa simples. A investigação do conhecimento prévio dos alunos e a elaboração das atividades potencialmente significativas demandou um tempo de dedicação muito além daquele destinado ao planejamento docente da rede estadual de ensino, exigindo que o professor excedesse sua carga horária semanal para atender às especificidades da UEPS. Sua aplicação também demanda um número elevado de aulas para possibilitar a diversidade de intervenções facilitadoras de negociação de significados, além de eventualmente ser necessário o envolvimento de outros professores da instituição escolar. Portanto, a proposta de promover a aprendizagem significativa por meio das UEPS implica necessariamente em mudanças de paradigmas existentes no ensino básico, demandando políticas públicas que incentivem a elaboração dessas atividades no intuito de apoiar o corpo docente para colocar em prática materiais potencialmente significativos, facilitadores de uma aprendizagem que faça parte do ser que aprende, assimilada de modo significativo.

Capítulo VII

REFERÊNCIAS

A LÂMPADA DE HUMPHRY DAVY (1778-1829). Produzido e postado por Ricardo Lacerda, 3'02". Enviado em 29/05/2010. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=ILJvyVQPO48>>. Acesso em 02 ago. 2013.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva. 1.^a Edição. PARALELO EDITORA, LDA, Lisboa, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. (1^a ed. em português. NICK, E; H. B. C. RODRIGUES; L. PEOTTA, M. A. FONTES; M. G. R. MARON, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana Ltda, 1980. (Obra original publicada em 1978)

BOLSONI-SILVA, A. T. *et al.* Habilidades sociais no Brasil: Uma análise dos estudos publicados em periódicos. In BANDEIRA, M.; DEL PRETTE, Z. A. P.; DEL PRETTE, A. (orgs.). **Estudos sobre habilidades sociais e relacionamento interpessoal**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006. P. 1-45

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, art.36. Estabelece a criação de cursos técnicos no ensino médio para exercícios de profissões técnicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 23 dez. 1996. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em 15 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, 30 ago. 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12711.htm>. Acesso em: 15 nov. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Sistema de seleção unificada (SISU). Disponível em: <http://sisu.mec.gov.br/tire-suas-duvidas#nota_enem> . Acesso em: 03 jun. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira (INEP). Edital nº 12, de 8 de maio de 2014a, exame nacional do ensino médio – enem 2014. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2014/edital_enem_2014.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Programa nacional de acesso ao ensino técnico e emprego (Pronatec) 2014b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20544>. Acesso em: 19 jun. 2014. BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2014c.

BRASIL. Ministério da Educação. Prouni – programa Universidade para Todos. c2014. Disponível em: <<http://siteprouni.mec.gov.br/>>. Acesso em: 26 ago. 2014d.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, fundação do Ministério da Educação Ministério da Educação. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capespibid/pibid>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

CASTRO, C. M. *et al.* Cem mil bolsistas no exterior. **Interesse Nacional**, São Paulo, ano 5, n. 17, p. 25. Abr./jun. 2012.

CIÊNCIAS, 1., 2002, Burgos, Espanha. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/rab/_mapasconceptuaisprogress.artigoCompleto.pdf>. Acesso em 15 nov. 2013.

COMO FUNCIONA UN TELEVISOR 4 – EL TUB DE CÀMERA – 3ª PART. Postado por Daniel Bosch, 9'49". Enviado em 30/04/2009. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=23tHl0rtfpl>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

COMO FUNCIONA UN TELEVISOR 5 – EL TUB DE CÀMERA – 4ª PART. Postado por Daniel Bosch, 9'49". Enviado em 30/04/2009. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=kb3JQr-qGFM>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

CONCEIÇÃO, L.; VALADARES, J. **Mapas conceptuais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade – que resultados e que atitudes?** In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Burgos, Espanha, 16-21 set. 2002.

CORRENTE ELÉTRICA INDUZIDA E TRANSFORMADORES. Novo Telecurso – Ensino Médio – Física – Aula 46 (2 de 2). Postado por Telecursos, 6'23". Enviado em 16/04/2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_Lu7wP3QWOE>. Acesso em: 06 jun. 2014.

DUBSON, M. (developer/lead); ADAMS, W. (Interviewer); GRATNY, M. (Interviewer). Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos – Resistência em um Fio. Interactive Simulations PhET, University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/resistance-in-a-wirec>. Acesso em: 07 jun. 2014.

DUBSON, M. (developer/lead); GRATNY, M. (Interviewer). Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos – Lei de Ohm. Interactive Simulations PhET, University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ohms-law>. Acesso em: 07 jun. 2014.

DUBSON, M. *et al.* Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos –Gerador. Interactive Simulations PhTE, University of Colorado Boulder. Disponível em:<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/generator>. Acesso em: 07 jun. 2014a.

DUBSON, M. *et al.* Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos –Kit de Construção de Circuito (AC+DC). Interactive Simulations PhTE, University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac>. Acesso em: 07 jun. 2014b.

ELECTRONS FLOW \ ПОТОК ЭЛЕКТРОНОВ: Elétrons fluem (tradução própria). Produzido e postado por Valery Spiridonov,1'23".Enviado em 03/10/2010. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=KprFTxjQAoE>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ELETRODINÂMICA 1 – CORRENTE ELÉTRICA. Produzido e publicado pelo autores do site: descomplica.com.br, 6'04". Publicado em 04/05/2012. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=-x8ra7ZtxIU>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

ENERGIA ELÉTRICA. Vídeo elaborado e postado por Geovani, Rodrigo, Rodrigo Denis, Thiago Fernandes e Vitor Manhães para aula prática do curso de Engenharia do IESP, 14'12". Enviado em 01/03/2011. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=G0DTyLPiLs>>. Acesso em:06 jun. 2014.

FÍSICA – CIRCUITOS ELÉTRICOS. Produzido e postado por Didática Musical, 3'28".Enviado em 21/04/2011. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=K1M5QbLG2hE>> . Acesso em:06 jun. 2014.

FÍSICA – CARGA E CORRENTE ELÉTRICA – PARTE 1 – 2.Vídeo produzido pelo professor de Física Wanys Rocha. Postado por anônimo, 9'59".Enviado em 16/05/2009. Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=MKmvAjm3YJ4>>. Acesso em:06 jun. 2014.

FÍSICANET. Como construir um motor elétrico simples, 2013. Disponível em: <http://www.fisica.net/feirasdeciencias/motor_eletrico_simples.php>.Acesso em: 27 ago. 2013.

GONÇALVES, F. *et al.* 2014. Eletroímã de prego. Disponível em: <<http://hajanewton.blogspot.com.br/2012/03/eletroima-de-prego.html>>. Acesso em: 30 mai. 2014.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Fundação de amparo à pesquisa e inovação do Espírito Santo – Programa NOSSA BOLSA, 2014. Disponível em: <http://www.nossabolsa.es.gov.br/hotsite/nossa_bolsa.html>. Acesso 03 jun. 2014.

GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. **The Art of Educationg whith V Diagrams**. New York: Cambridge University Press, 2005, p. 215-216.

GUERRA DAS CORRENTES: O início da Energia Elétrica.Trecho do documentário produzido pela History Channel,7'49".Postado por Tassio Domingues .Enviado em

12/11/2010 Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=_ZL9Sa00oZg>. Acesso em: 06 jun. 2014.

IHMC. Software para construção de mapas conceituais. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

INEP, Questão 60 do Enem, 2011. 1º dia, caderno 1, azul, p. 19. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2011/01_AZUL_GAB.pdf>. Acesso em 15 nov. 2013.

INEP, Questão 73 do Enem, 2012. 1º dia, caderno 1, azul, p. 24. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/caderno_enem2012_sab_azul.pdf>. Acesso em 15 nov. 2013.

KARASINSKI, V. Tecmundo. Como fazer um pepino acender como se fosse uma lâmpada, 2012. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/area-42/30901-area-42-como-fazer-um-pepino-acender-como-se-fosse-uma-lampada.htm>>. Acesso em: 05 set. 2013.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem significativa em revista/meaningful learning review**, Rio Grande do Sul, v. 1, p. 16-24, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID2/v1_n1_a2011.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física, Vol. 3**. São Paulo: Scipione, 2012, p. 73-90.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia**. 2012. 348 f. Tese de doutorado (Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias) – Departamento de Didácticas Específicas, Universidade de Burgos.

MIYAZATO, I. Conceitos de eletricidade: tensão, corrente, resistência e potência. Revista Nova Escola, 2013. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/plano-de-aula-fisica-eletricidade-tensao-corrente-resistencia-potencia-712728.shtml>>. Acesso em: 20 out. 2013.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988. Disponível em: <<http://www.emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/671/598>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. Texto de Apoio N° 19 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha, em convênio com a UFRGS, 2003. Publicado em Actas del PIDEAC, 1:05-38, 1999. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaemensino.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: edição do autor, 2006.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Chile, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2013.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Revisado em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Paralelo editora Lda, 1984.

O FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES. Postado por Casa Grande Materiais Elétricos, 0'35". Fonte: www.osram.com.br. Enviado em 20/12/2010 Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=qmWpbykZBBQ>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

O FUTURO DO VIDRO (A DAY MADE OF GLASS CORNINGS). Produzido e postado pela Agência ID, 5'32". Enviado em 03/02/2012 Disponível em <<http://www.youtube.com/watch?v=WP6F74AnVQk>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. **Boletim de Educação Matemática**. São Paulo, v. 19, n. 25, 2006.

PROJETO UNIVERSIDADE PARA TODOS. Processo seletivo. Disponível em: <<http://www.pupt.pro.br/>>. Acesso em 10 out. 2013.

RAUPP, D.; EICHLER, M. Cientista didático – Mapas conceituais: uma poderosa ferramenta de aprendizagem. Disponível em: <<http://www.cientistadidatico.com.br/2012/04/mapas-conceituais-uma-poderosa.html>>. Acesso em: 17 jun. 2014.

REID, S. (Developer); WIEMAN, C. Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos – Tensão de Bateria. Interactive Simulations PhET, University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/battery-voltage>. Acesso em: 07 jun. 2014a.

REID, S (developer); WIEMAN, C. Simulações de Física: Eletricidade, Ímãs & Circuitos – Circuito Bateria-Resistor. Interactive Simulations PhET, University of Colorado Boulder. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/battery-resistor-circuit>. Acesso em: 07 jun. 2014b.

SANTANA, R. G.; VIANA-BARBOSA, C. J. Mapas conceituais utilizados como avaliação: um diagnóstico dos critérios de análise. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14. Maresias, 2012.

SANT'ANNA, B. *et al.* **Conexões com a Física, Vol. 3**. São Paulo: Moderna, 2010. P. 91.

SCHRAMM, F. R. A moralidade da prática de pesquisa nas ciências sociais: aspectos epistemológicos e bioéticos. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.9, n.3, p. 773-784, jul./set. 2004.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (SEDU). Currículo Básico Escola Estadual: Ensino médio; Ciências da natureza – Vol. 2, 2009. Disponível em: <http://www.educacao.es.gov.br/download/SEDU_Curriculo_Basico_Escola_Estadual.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2014.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Programa de avaliação da educação básica do Espírito Santo (PAEBES) – Resultados 2011. Disponível em: <http://www.paebes.caedufjf.net/wpcontent/uploads/2012/06/PAEBES_RESULTADOS_AVALIACAO_2011.pdf>. Acesso em: 13 nov 2013.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Programa de avaliação da educação básica do Espírito Santo (PAEBES) – Resultados 2012. Disponível em: <<http://www.paebes.caedufjf.net/paebes/resultadosescala>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

SHOW DE FÍSICA. Sistema de Agendamento de Visitas Show de Física. C2011. Disponível em: <<http://www.showdefisica.org/visitas/>>. Acesso em 22 jan. 2013.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Física Ciência e Tecnologia, Vol. 3**. São Paulo: Moderna. P. 51.

UNIVERSITY OF COLORADO. PhET interactive simulations. c2013. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 07 dez. 2013

VIEIRA, K. M.; DALMORO; M. **Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?** Trabalho apresentado no XXXII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 6-10 set. 2008. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/EPQ-A1615.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2014.

APÊNDICE A – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa Sobre Conceitos de Eletricidade

1. CONTEÚDOS DA UEPS

- a) Diferença de potencial;
- b) Corrente elétrica;
- c) Elementos do circuito elétrico: resistor, condutor, gerador, pilhas e baterias;
- d) Introdução à associação de resistores, circuitos elétricos e potência elétrica.

2. OBJETIVOS DA UEPS

2.1 Quanto às competências (objetivos gerais)

- a) Identificar a presença de tecnologias e aplicá-las em diferentes situações-problemas;
- b) Compreender o papel da Física nas tecnologias, nos processos de produção, no desenvolvimento econômico e na sociedade contemporânea;
- c) Compreender que o processo da motivação para a aprendizagem pode trazer mudanças comportamentais e atitudinais em relação aos estudos.

2.2 Quanto às habilidades (objetivos específicos)

- a) Relacionar informações para compreensão de manuais de instalação e utilização de aparelhos ou sistemas tecnológicos no cotidiano.
- b) Comparar diferentes instrumentos e processos tecnológicos para identificar e analisar seus impactos nas relações de trabalho e de consumo relacionando-os à qualidade de vida.
- c) Analisar diversas possibilidades de gerações e distribuições de energia elétrica identificando e comparando as diferentes opções em termos de seus impactos

- ambientais, sociais e econômicos.
- d) Interpretar e dimensionar circuitos elétricos em situações cotidianas, considerando as informações sobre corrente, tensão, resistência e potência elétrica.
 - e) Relacionar o processo de aprendizagem no ensino médio à busca de ingresso no ensino superior.
 - f) Conhecer os meios de ingresso em cursos de nível superior.

3. ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DA UEPS

A UEPS norteia-se segundo os princípios e as sequências propostas por Moreira (2011), de modo que sua estrutura seguiu as seguintes etapas:

Etapa 1: Obtenção de conhecimentos prévios através de questionários de opinião, de elaboração de mapas conceituais e de promoção de diálogos.

Etapa 2: Aplicação de atividades em grupo que consistem na construção de experimentos de Física e confecções de painéis que envolviam os temas da UEPS.

Etapa 3: Exibição de vídeos temáticos como organizadores prévios.

Etapa 4: Atividades em grupos voltadas para a leitura de textos, envolvendo discussões, debates e exposições de ideias em sala de aula.

Etapa 5: Gincana envolvendo apresentações de vídeos e simulações com avaliações sobre os temas abordados.

Etapa 6: Aula expositiva com utilização de experimentos de Física.

Etapa 7: Apresentação dos experimentos de Física e da exposição dos painéis elaborados pelos alunos.

Etapa 8: Apresentação de palestra esclarecendo as propostas do Exame Nacional do Ensino Médio, da lei de cotas para alunos de escola pública, dos programas de bolsas de estudo e dos programas de financiamento para ingressos no ensino superior.

Etapa 9: Avaliação da UEPS através dos questionários de opinião, da elaboração de mapas conceituais e das aplicações de testes.'

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na etapa inicial da aplicação da UEPS exige que os alunos tenham domínios na elaboração de mapas conceituais, portanto, sugere-se que o professor ensine o conceito e o uso desse instrumento como ferramenta avaliativa. Esse processo seria inicialmente a elaboração de um mapa conceitual na lousa pelo professor com a participação dos alunos; confecções de mapas conceituais feitos pelos alunos sobre um tema que eles possuam domínio e apresentações em sala de aula. As apresentações são úteis para identificação de acertos e de deficiências das proposições, auxiliando no aperfeiçoamento dessa ferramenta mediante a sua proposta.

1ª Aula: Aplicação de questionário prévio e orientações para o trabalho em grupo

Quadro A.1: Cronograma de atividades para os alunos realizarem a montagem dos experimentos, confecção dos painéis e apresentações dos trabalhos

Semana	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana	7ª semana
Período	de: hoje a:	de: a:	de: a:	de: a:	de: a:	de: a:	de: a:
Meta semanal dos grupos	Os grupos devem pesquisar por experimentos de Física que envolvam os conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica. Assim que o grupo escolher o experimento, seus detalhes devem ser enviados ao e-mail do professor	Os grupos devem obter os materiais necessários para a montagem do experimento	Os grupos devem pesquisar sobre seu experimento para entender com detalhes o envolvimento dos conceitos de diferença de potencial e corrente elétrica em seu funcionamento	Os grupos devem elaborar a 1ª versão do painel e enviá-lo ao e-mail do professor. Essa etapa do trabalho será fundamental para que os grupos recebam via e-mail as orientações para acerto de seus painéis*	O grupo deve construir o experimento em horário extra-classe. E corrigir o painel	O grupo deve apresentar o experimento de Física para a turma	

*Conforme Anexo C, o painel deve conter: I – Identificação geral do trabalho, II – Imagens ilustrativas, III – manual de montagem, VI – manual de uso, V – explicação do fenômeno físico e VI – aplicação dos princípios físicos. A descrição em detalhes de cada um desses itens é encontrada no *Painel de Referência para os Alunos* (ver Anexo C), material que deve ser disponibilizado aos alunos.

Aplicar o Questionário prévio de opinião (ver Anexo A): deve ser respondido individualmente por aproximadamente 30 minutos.

No tempo restante da aula, devem ser dadas as orientações para o trabalho em grupo para o máximo de cinco integrantes para melhor acompanhamento, que consiste na construções de experimentos, confecções de painéis e apresentações.

Os alunos devem ser orientados a seguir um roteiro de atividades que devem ser cumpridas semanalmente. Para auxiliar os alunos e dinamizar as orientações, o Quadro A.1 pode ser preenchido, impresso e entregue aos alunos.

2ª Aula: Investigação dos conhecimentos prévios por meio de um diálogo

Essa aula deve ser conduzida para que os alunos façam debates sendo o professor o mediador, procurando instigar as ideias apresentadas pelos estudantes e motivando-os a buscar explicações para as reflexões propostas. Os objetivos principais desse primeiro contato é a identificação dos conhecimentos prévios e os conceitos subsunçores presentes nas estruturas cognitivas dos alunos, para servir de ponto de partida para as aulas subsequentes. Portanto, o diário de bordo e a gravação em áudio dessa aula será de grande importância para a análise posterior.

As questões sugeridas para o debate são:

- a)** Já perceberam que em baterias, tais como a de celulares, há a descrição de sua voltagem? O que é a voltagem das baterias? Quais são as semelhanças e diferenças entre voltagem, tensão elétrica e diferença de potencial?
- b)** Alguém já tomou choque tocando em uma bateria de celular? Para tomar choque o que deve ocorrer? O que é o choque elétrico? E o que acontece no curto-circuito?
- c)** O que é corrente elétrica? Qual é a unidade de medida de corrente elétrica? O que é corrente contínua e corrente alternada? Qual é a diferença entre elas?
- d)** O ar conduz corrente elétrica? O que é o raio e por qual motivo ele passa pelo

ar?

- e) Já viram a descrição da potência elétrica em algum aparelho? Exemplifique. O que é potência elétrica e qual é sua unidade de medida?
- f) Ao alterar o cursor do chuveiro da posição verão para a posição inverno, a água esquenta mais? O que ocorre com sua potência elétrica? O que ocorre com a corrente elétrica que passa pelo chuveiro? O que ocorre com a voltagem aplicada ao chuveiro? O que tem dentro do chuveiro para a água possa ser aquecida? A resistência elétrica do chuveiro terá aumentado ou diminuído de valor com a mudança da posição da chave?
- g) Quais são as condições mínimas para que haja corrente elétrica em um circuito elétrico?
- h) Quais elementos de circuito elétrico vocês conhecem? Qual é o papel de cada um desses elementos?

3ª Aula: Construção individual dos mapas conceituais iniciais

Nessa aula, os alunos deverão construir individualmente mapas conceituais que abordem os temas: diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações tecnológicas, conforme Anexo D. Esses mapas conceituais também serão úteis para a investigação do conhecimentos prévios dos estudantes, além de servir como parâmetro para avaliar a evolução cognitiva ao término da aplicação da UEPS.

Antes da 4ª aula, o conhecimentos prévios apresentados pelos alunos já deverão estar analisados para que as aulas seguintes sejam reestruturadas de acordo.

4ª Aula: Vídeos como organizadores prévios

Exibição de vídeos: Os vídeos auxiliarão como organizadores prévios de modo que, sempre que necessário, o professor poderá intervir esclarecendo trechos que transcenderão a compreensão dos alunos. Os vídeos deverão ser exibidos na seguinte sequência:

- a) Vídeo 01: trata-se da histórica disputa entre fornecimento de corrente contínua ou alternada. O Vídeo 01 foi acessado em: <http://www.youtube.com/watch?v=_ZL9Sa00oZg> (GUERRA DAS CORRENTES, 2010). Deverá ser exibido até 7'37". Sempre que possível, o vídeo deve ser pausado para abordar as principais características da corrente contínua e da alternada.
- b) Vídeo 02: esse vídeo introduz através de um desenho animado os conceitos de diferença de potencial (voltagem), corrente contínua e potência elétrica. O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=G0DTyLP1bLs>> (ENERGIA ELÉTRICA, 2011). O vídeo deverá ser exibido no período compreendido entre 0'10" e 7'38". O narrador do vídeo utilizou em alguns momentos a expressão eletricidade para se referir à corrente elétrica, portanto, nesse momento o vídeo deve ser pausado para explicar com maior clareza os conceitos de corrente elétrica e eletricidade.
- c) Vídeo 03: nesse vídeo é feita a demonstração da corrente elétrica real e a da convencional em uma aula teórica com apresentação de animações. O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=MKmvAjm3YJ4>> (FÍSICA – CARGA E CORRENTE ELÉTRICA – PARTE 1, 2009). O vídeo deve ser exibido no período compreendido entre 4'20" e 6'43". Os alunos deverão receber orientações para compreenderem como os elétrons se movem no fio, pois na animação há um erro conceitual que mostra os elétrons se movendo em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). O professor deverá também fazer uma crítica em relação à definição que é dada para corrente elétrica como "movimento organizado de cargas elétricas" e corrigir a fala do narrador que diz "o polo positivo tem ausência de elétrons".
- d) Vídeo 04: faz-se a demonstração da movimentação de elétrons em um condutor a nível microscópico quando submetido a uma diferença de potencial (ddp). O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=KprFTxjQAoE>> (ELECTRONS FLOW \ ПОТОК ЭЛЕКТРОНОВ, 2010). Enquanto o vídeo transcorre, o professor deverá falar sobre o movimento caótico dos elétrons livres com ou sem aplicação de tensão elétrica.
- e) Vídeo 05: demonstra-se o funcionamento das lâmpadas incandescentes. O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=qmWpbykZBBQ>> (O FUNCIONAMENTO DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES, 2010).

- f)** Vídeo 06: trata-se matematicamente da corrente elétrica em uma aula teórica. O vídeo foi acessado em: <[link http://www.youtube.com/watch?v=-x8ra7ZtxIU](http://www.youtube.com/watch?v=-x8ra7ZtxIU)> (ELETRODINÂMICA 1 – CORRENTE ELÉTRICA, 2012). O vídeo deve ser exibido no período compreendido entre 0’49” e 3’42”.
- g)** Vídeo 07: mostra-se e explica-se o funcionamento do gerador elétrico de corrente alternada e do transformador. O vídeo foi acessado em: <https://www.youtube.com/watch?v=_Lu7wP3QWQE> (CORRENTE ELÉTRICA INDUZIDA E TRANSFORMADORES, 2010). O vídeo deve ser exibido no período compreendido entre 2’03” e 3’45”.
- h)** Vídeos 08 e 09: com áudio em espanhol, tratam-se de todo o processo de formação de imagem numa televisão de tubo de imagem. Esses vídeos deverão ser comentados pelo professor enquanto seguem as imagens. Os vídeos foram encontrados respectivamente através dos links: <<http://www.youtube.com/watch?v=23tHI0rtfpl>> (COMO FUNCIONA UN TELEVISOR 4 – EL TUB DE CÀMERA – 3ª PART, 2009) e <<http://www.youtube.com/watch?v=kb3JQr-qGFM>> (COMO FUNCIONA UN TELEVISOR 5 – EL TUB DE CÀMERA – 4ª PART, 2009). O Vídeo 08 deve ser exibido na íntegra enquanto que o Vídeo 09 deve ser exibido apenas até 6’37”.
- i)** Vídeo 10: é exibida uma paródia que aborda de modo geral circuitos elétricos, associação de resistores, multímetro, potência, entre outros conceitos. O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=K1M5QbLG2hE>> (FÍSICA – CIRCUITOS ELÉTRICOS, 2011). O vídeo deverá ser exibido apenas até 2’17”.
- j)** Vídeo 11: trata-se das evoluções tecnológicas que se esperam com a utilização da tecnologia em vidros. O propósito do vídeo é explicitar a dependência das tecnologias e a conseqüente dependência da energia elétrica. O vídeo foi acessado em: <<http://www.youtube.com/watch?v=WP6F74AnVQk>> (O FUTURO DO VIDRO, 2012).

Se as intervenções do professor resultar em discussões prolongados sobre os assuntos apresentados nos vídeos, estes deverão ser exibidos em mais de uma aula.

5ª aula: Textos e discussões

Discussões sobre textos: formação de grupos com máximo de 3 integrantes, a fim de acompanhamento mais eficiente, para leitura do Texto 1 (ver Anexo F), Texto 2 (Anexo G), Texto 3 (Anexo H) e Texto 4 (Anexo I). Para cada texto serão determinados 10 minutos para a leitura e discussão entre os integrantes do grupo e 5 minutos de debates com a turma. O professor deverá mediar as discussões e debates fazendo questionamentos em nível introdutório e em baixo grau de dificuldade, que levem os alunos a uma situação de conflito entre os conceitos prévios expostos pelos alunos na 2ª aula (questões relativas aos conhecimento prévios) com os argumentos especificados nos textos.

Cada um dos textos sugeridos aborda um tema específico da UEPS. Os alunos deverão ser incentivados durante a leitura a anotarem as informações que considerarem mais relevantes, pois na aula seguinte haverá atividade avaliativa.

Preparação para a gincana na 6ª, 7ª e 8ª aula:

As 6ª aula, 7ª aula e 8ª aula, consistirão na aplicação de vídeos, as simulações computacionais, seguidos de questões situações problemas. Os alunos serão incentivados a participarem dessas atividades através de um conjunto de tarefas com o objetivo de acertar todas as questões propostas em caráter de gincana.

Vídeos: durante cada etapa da gincana serão exibidos vídeos conforme descritos em cada uma delas.

Simulações computacionais interativas: será necessário baixar para o computador (download) ou acessar diretamente do site as simulações interativas de fenômenos físicos do projeto PhET™ da Universidade de Colorado. Os títulos das subseções de a) a g) correspondem aos nomes das simulações para facilitar sua utilização. Durante essas aulas, será necessária a utilização de projetor de imagens (Datashow) para exibição das simulações, dos vídeos e dos slides com o auxílio das questões Situações Problemas, descritos nos Anexo J dessa UEPS.

As orientações para a realização da gincana:

- i. Os grupos da aula anterior (5ª aula) deverão ser mantidos para a realização dessa atividade.
- ii. No momento em que antecede a situação problema, será exibido um vídeo ou realizada uma simulação com as devidas explicações para a contextualização do problema.
- iii. Assim que o professor expor a situação problema, os grupos devem refletir, discutir com os integrantes do grupo, consultar os textos e o livro didáticos e necessário para chegar a uma resposta por escrito. Após a escrita da resposta, o grupo deve levantar a mão e aguardar pela avaliação do professor.
- iv. Apenas o 1º grupo que resolver a situação problema com sucesso ganha a pontuação referente à gincana, mas mesmo assim todos os grupos devem continuar buscando solução para as situações problemas.
- v. Todos os grupos devem entregar a folha que contém as respostas, pois as atividades serão corrigidas pois serão também aproveitadas para atribuir pontuação para o trimestre.
- vi. Se algum grupo compartilhar sua resposta ou recebe-as fora das regras, perde toda a pontuação acumulada durante a gincana.
- vii. Os três grupos que obtiverem maior pontuação ganharão uma premiação simbólica.

6ª aula: Situações problemas e gincana (parte 1)

a) Usando a simulação *Tensão de Bateria (versão 1.04)* do Phet:

No primeiro momento da simulação, deve ser selecionada a opção “*Ver Bateria*” da barra inferior do simulador e em seguida, explicar aos alunos que as bolas azuis estão representando os elétrons livres presentes nos polos da pilha. Chamar a atenção quanto ao movimento aleatório dos elétrons livres.

Quadro A.2: Principais características da simulação *Tensão de Bateria (versão 1.04)*

Finalidade da simulação	Essa simulação mostra através de uma associação como é gerada a ddp em uma bateria.
Link de acesso	< http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/battery-voltage > acessado em 06/06/2014 às 14:55h (REID; WIEMAN, 2014a)
Limitações da simulação	Faltou a representação das cargas positivas nos polos da bateria, portanto, essa falha deve ser esclarecida aos alunos. Se o cursor de “Tensão Desejada” for arrastado para seus limites máximo ou mínimo, um dos polos da bateria ficará sem elétrons livres e pode sugerir erroneamente que a bateria totalmente carregada possui ausência de elétrons no polo positivo, portanto, o cursor não pode ser arrastado até seu limite máximo.

Em seguida, o levar o cursor “Tensão Desejada” lentamente para a direita até ficar posicionado a duas unidades da voltagem máxima. Enquanto a simulação demonstra as cargas elétricas sendo transferidas do polo positivo para o polo negativo, o professor deve elucidar aos alunos que a simulação utiliza uma comparação para explicar o acúmulo de cargas elétricas nos polos da pilha. Desse modo, o professor deve esclarecer que os “homenzinhos” da simulação que levam os elétrons de um polo ao outro estão representando a reação química que permite a transferência de elétrons do polo positivo para o polo negativo da bateria.

Problema 1 valendo 1,0 ponto: *As baterias possuem polos negativos e positivos. Em seu polo positivo haverá apenas partículas com carga positiva? E em seu polo negativo haverá apenas partículas com carga negativa? Explique sua resposta.*

**Figura A.1:** Interior de uma pilha elétrica

b) Exibição do Vídeo 12 e 13:

Quadro A.3: Principais características dos vídeos 12 e 13

Finalidade dos vídeos	Os vídeos demonstram um show que exhibe o lançamento de arcos voltaicos lançadas de um apresentador em contato com uma bobina de Tesla em direção a uma Gaiola de Faraday, onde se encontra uma expectadora.
Links de acesso	Vídeo12: < http://www.youtube.com/watch?v=ukJwGrExwLE >, acessado em 06/06/2014 às 11:44h. Deverá ser exibido à partir do momento 4'05"; Vídeo13: < https://www.youtube.com/watch?v=Fyko81WAvvQ&index=1&list=PLzLLdQPF5wZHJf5Q_BMEyVHciZi_HRN8D >, acessado em 06/06/2014 às 11:49h. Deve ser exibida à partir do momento 2'25".
Limitações dos vídeos	O áudio dos vídeos está em inglês, mas não compromete os objetivos de sua exibição, que é a discussão do poder das pontas para acúmulo de caras elétricas, da blindagem elétrica, da formação dos raios, do efeito que a diferença de potencial pode provocar em relação à ionização do ar e do efeito joule.

Problema 2 valendo 2,0 pontos: *O apresentador do vídeo 12 lança arcos-voltaicos da ponta de seus dedos em direção à expectadora e mesmo assim não tomam choque. O que ocorre com os elétrons na vestimenta metálica do apresentador e na gaiola onde a mulher se encontra para eles não tomarem choque?*



Figura A.2: Arco voltaico direcionado à Gaiola de Faraday

Problema 3 valendo 3,0 pontos: *No vídeo 13 pode-se verificar claramente os efeitos que a corrente elétrica pode provocar ao banco de madeira. Qual é o tipo de transformação de energia que está ocorrendo nesse processo e por qual motivo a vestimenta não aquece tanto ao ponto de machucar o apresentador?*

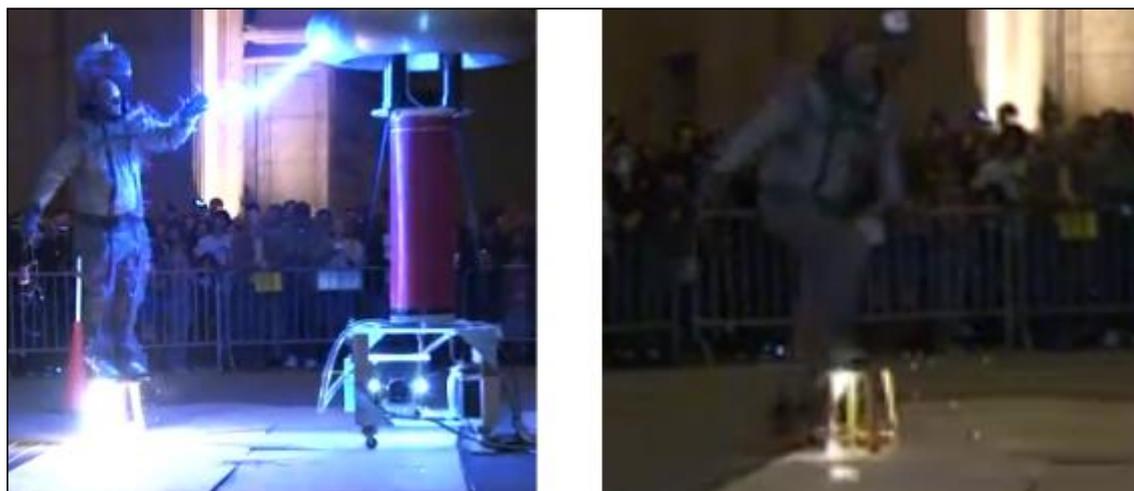


Figura A.3: Efeito da corrente elétrica sobre o banco de madeira

O professor deve explicar os motivos pelo qual as descargas elétricas tendem a sair das regiões mais pontudas do apresentador (“poder das pontas”) e explicar como os para-raios funcionam. Explicar que independente da trajetória do elétron da bobina até o solo, a energia obtida pelo elétron será a mesma e que sua tendência é seguir pela região de menor resistência, motivo pelo qual os raios costumam atingir árvores mais altas, pois a madeira, mesmo sendo um mau condutor de corrente elétrica, ainda assim, conduz melhor a corrente elétrica do que o ar.

7ª aula: Situações problemas e gincana (parte 2)

c) Usando a simulação *Lei de Ohm (versão 2.03)* do Phet:

Quadro A.4: Principais características da simulação *Lei de Ohm (versão 2.03)*

Finalidade da simulação	Essa simulação demonstra qualitativamente e quantitativamente as relações entre tensão, resistência e voltagem.
Link de acesso	O simulador pode ser acessado no link < http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pt_BR.html > (DUBSON; GRATNY, 2014).
Limitações da simulação	A simulação utiliza um conjunto de pilhas de 1,5V como fonte, porém, quando o cursor de <i>tensão</i> é arrastado, não aparecem apenas valores múltiplos de 1,5V. Quando o cursor de <i>resistência</i> é arrastado, o simulador indica um aumento na concentração de átomos no fio, porém, não é apenas esse fator que determina a resistência de um fio condutor.

No primeiro momento, o professor deve descrever os elementos presentes no simulador. Identificar o significado de V (tensão), I (corrente elétrica) e R (resistência

elétrica do circuito) e explicar que na simulação o tamanho dos símbolos representa os valores dessas grandezas, de modo que quanto maior o símbolo V , por exemplo, maior será o valor da voltagem. Mostrar que alterando os valores de “*tensão*” e “*resistência*”, os tamanhos de V , I e R alteram de tamanho representando suas alterações de valores.

Explicar que para aplicar uma tensão de 4,5V, é necessário juntar 3 pilhas de 1,5V em série, unindo consecutivamente polos positivos em polos negativos) conforme está representado no simulador.

Mostrar a proporcionalidade entre V e I arrastando o cursor *Tensão* até atingir 6 V, ou seja, adicionando uma pilha ao circuito, a corrente elétrica tende a aumentar seu valor. Repetir essa verificação para valores múltiplos de 1,5V.

Mostrar a proporcionalidade inversa entre R e I . Arrastar o cursor *resistência* para um valor maior e perguntar aos alunos o que está acontecendo com o valor de I . Explicar que se a resistência é caracterizada por oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica, quanto maior for o valor da resistência R , menor será o valor da corrente elétrica.

Provocar novamente um aumento no valor de R e pedir que eles observem o que ocorre com o cilindro da parte inferior do circuito. Perguntar aos alunos o que poderia ser as bolinhas pretas que surgem com o aumento da resistência. Explicar aos alunos que as bolinhas representam os átomos e a elevação da concentração de obstáculos no fio resultaria em maior oposição à movimentação dos elétrons. Explicar aos alunos que não é somente essa variável que influencia no valor da resistência. Por exemplo, fios de cobre aumentam sua resistência se sofrer aumento de temperatura, pois a agitação térmica de seus átomos dificultam a passagem dos elétrons, por outro lado, a concentração de elétrons livres de um fio condutor é um fator que minimiza o valor de sua resistência elétrica.

Resolver o exemplo (resposta do professor): Uma pessoa tocou nos dois polos de uma tomada de 110V e tomou um choque com corrente elétrica de 11mA. Pode-se considerar que a resistência do corpo da pessoa é igual a:

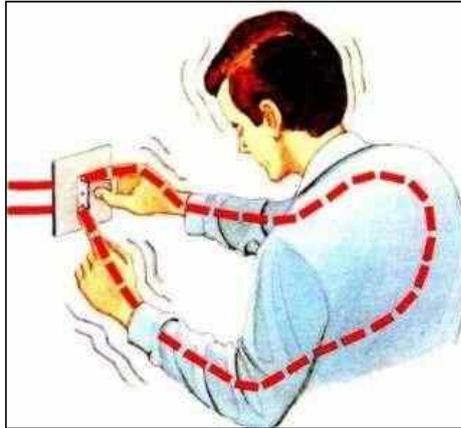


Figura A.4: Percurso da corrente elétrica no choque elétrico

Após resolver o problema, explicar aos alunos que o valor mínimo de corrente que uma pessoa pode perceber é 1 mA (1 miliampère = 0,001 A), com uma corrente compreendida entre 1 mA e 10 mA a pessoa iria apenas sentir certo formigamento, e à partir de 10 mA a pessoa começa a sentir sensações dolorosas.

Problema 4 valendo 4,0 pontos: *Choque elétrico pode ser definida como a passagem de uma corrente elétrica através do corpo de uma pessoa ou de um animal. Quando um pássaro pousa em um fio de alta tensão desencapado, por qual motivo ele aparenta não sentir choque algum? Explique com detalhes.*



Figura A.5: Pássaro ileso em contato com o fio desencapado

d) Usando a simulação *Resistência em um fio (versão 2.02)* do Phet:

Quadro A.4: Principais características da simulação *Resistência em um fio (versão 2.02)*

Finalidade da simulação	Essa simulação trata da resistência elétrica em fios condutores através da relação $R = \rho L/A$
Link de acesso	< http://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_pt_BR.html > (DUBSON; ADAMS; GRATNY, 2014)
Limitações da simulação	Quando a resistividade ρ é alterada no simulador, há aumento na concentração de átomos no fio, porém, não é apenas esse fator que determina a resistividade de um material condutor.

Deve ser feita a leitura dos símbolos R (Resistência dado em Ω), ρ (resistividade dado em Ωcm), L (comprimento dado em cm) e A (área de secção reta dado em cm^2), fazendo sempre uma comparação com o pedaço de fio que o simulador demonstra.

Através dos cursores de “ ρ ”, “ L ” e “ A ”, modificar cada uma dessas grandezas, fazendo uma comparação com a figura do fio e fazendo uma correspondência com as proporcionalidades que podem ser verificadas através da mudança nos tamanhos dos símbolos da equação.

Problema 5 valendo 5,0 pontos: *Se um morador da zona rural comprar um gerador elétrico para alimentar um aquecedor d’água, quais recomendações você poderia dar a ele em relação às instalações da fiação para que não desperdice energia? Justifique cada uma de suas sugestões.*

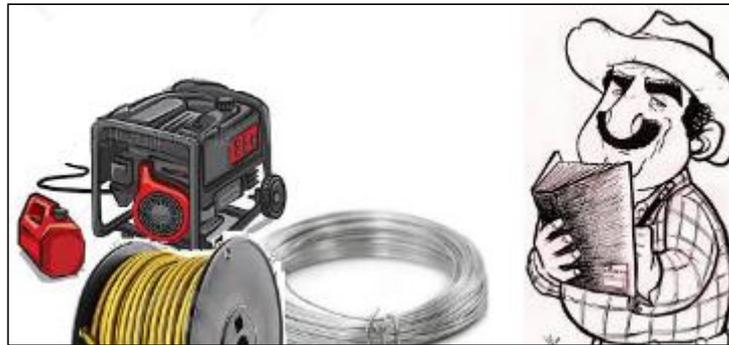


Figura A.6: Fiação que deve ser usada na instalação de um gerador para evitar desperdício de energia elétrica

e) Usando a simulação *Circuito Bateria-Resistor (Versão 1.04)* do Phet:

Quadro A.5: Principais características da simulação *Circuito Bateria-Resistor (Versão 1.04)*

Finalidade da simulação	Essa simulação demonstra de modo simplificado a movimentação dos elétrons por um circuito elétrico composto por uma fonte de corrente contínua, fios condutores e uma resistência elétrica.
Link de acesso	< http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/battery-resistor-circuit > (REID,S; WIEMAN, 2014b)
Limitações da simulação	<p>A item <i>Mostrar Cálculo de Voltagem</i> não calcula voltagem e o simulador considera apenas a concentração dos átomos na como fator que influencia na resistência.</p> <p>Sem tensão elétrica aplicada ao circuito do simulador, os elétrons cessam por completo sua movimentação, constituindo um erro conceitual.</p> <p>Quando a voltagem é aplicada ao circuito, os elétrons se movem enfileirados e em movimento retilíneo. O professor deve esclarecer esses erros conceituais.</p>

No primeiro momento, o professor deve descrever os elementos presentes no simulador. Identificar a fonte de tensão variável, o amperímetro, o indicador de temperatura, e a resistência, os átomos que compõem a resistência e os elétrons.

À partir da análise do movimento dos elétrons, explicar os processos de transformação de energia na resistência elétrica, fazendo um paralelo com o filamento de uma lâmpada submetido a uma tensão. Os elétrons são acelerados devido à tensão elétrica, transformando energia potencial elétrica em energia cinética. Os elétrons colidem com os átomos da resistência e transferem parte de sua energia, fazendo estes aumentar sua agitação térmica e, conseqüentemente, sua temperatura. Desse modo, a energia elétrica se transforma em energia térmica na resistência. O nome que é dado para esse processo é efeito joule.

Arrastar o cursor *Voltagem* para alterar seu valor com a finalidade de mostrar sua relação com a aceleração sofrida pelos elétrons e com o efeito de aquecimento da resistência. Construir a ideia que a potência dissipada no efeito joule é proporcional à voltagem e que a voltagem influencia diretamente no valor da corrente elétrica.

Manter o valor de *Voltagem* em 9,12 V e sugerir que os alunos imaginem o que ocorrerá com a temperatura e com a corrente elétrica na resistência caso a resistência elétrica seja reduzida pela metade. Após arrastar o cursor de *Resistência* para o valor mínimo (0,2 Ω), Trabalhar com os alunos o raciocínio de que para um chuveiro elétrico, uma lâmpada incandescente, um forno elétrico, uma cerâmica de alisamento capilar, um secador de cabelo, entre outros aparelhos, possuir maior potência, sua resistência elétrica terá que ser menor, ou seja, a potência é inversamente proporcional à resistência elétrica do aparelho, e conseqüentemente, a potência será proporcional à corrente elétrica.

Portanto, na resistência, Potência (P) = Voltagem (V) x Corrente elétrica (i)

Problema 6 valendo 6,0 pontos: *No estado da Bahia os chuveiros elétricos são compatíveis à 220 V de tensão elétrica. Se um chuveiro elétrico de 4400 W comprado na Bahia for instalado na rede elétrica de 110 V do Espírito Santo, o que acontecerá com seu funcionamento? Qual seria a nova potência desse chuveiro?*

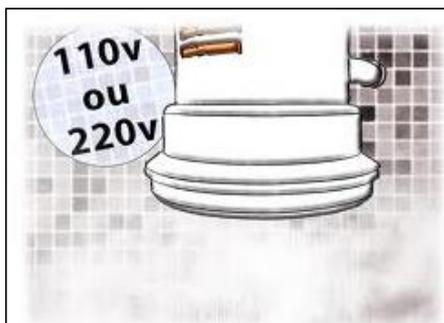


Figura A.7: Chuveiro feito para 220 V conectado em 110 V

8ª aula: Situações problemas e gincana (parte 3)

f) Usando a simulação *Gerador (Versão 2.07)* do Phet:

Quadro A.6: Principais características da simulação *Gerador (Versão 2.07)*

Finalidade da simulação	Através dessa simulação é possível analisar o campo magnético em torno de um ímã em barra, pode-se verificar a geração de corrente elétrica provocada pela movimentação de um ímã, pode-se verificar o campo magnético gerado por um eletroímã, é possível verificar o funcionamento dos transformadores e dos geradores elétricos.
Link de acesso	< http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/generator >. (DUBSON <i>et al.</i> , 2014a)

Clicando na aba superior *Ímã em Barra*, o professor deve explicar os elementos presentes na simulação. Mover a bússola e explicar como baseia-se seu funcionamento, explicar o significado dos losangos vermelho e cinza (que representam a direção do campo magnético naquela região). Após esclarecimentos, clicar na opção *Mostrar Medidor de Campo*. Pedir que os alunos tenham a atenção no valor de B (intensidade do campo magnético) enquanto aproximamos horizontalmente o medidor a um dos polos do ímã. Esse procedimento será útil para mostrar que quanto mais próximo do polo do ímã, maior será a intensidade do campo magnético.

Para demonstrar que corrente elétrica em uma espira ou bobina também produz campo magnético, deve ser acessado outro simulador clicando no ícone *Eletroímã* da aba superior.

Clicando na aba superior *Solenoide*, o professor terá acesso ao simulador que permite a demonstração a Lei de Lenz. Ao mover o ímã no interior da espira, é possível

verificar a indução de corrente elétrica enquanto o fluxo de campo magnético se altera no interior da bobina. É importante pedir que os alunos fiquem atentos à movimentação dos elétrons na aproximação e no afastamento, ora em um sentido, ora em outro.

Clicando na aba superior *Gerador*, o professor terá acesso ao simulador que permite a demonstração de produção de corrente alternada. Nesse momento o professor pode falar das transformações de energia nas usinas hidrelétricas, termoeletricas, entre outras. Mostrar como as variáveis número de voltas da bobina e frequência de rotação da turbina influenciam na tensão elétrica produzida.

Clicando na aba superior *Transformador*, o professor terá acesso ao simulador que permite a demonstração do funcionamento de transformadores. Aproximar o eletroímã da espira para demonstrar que a corrente contínua produz campo magnético constante, portanto, não haverá variação do fluxo de campo magnético no interior da bobina e conseqüentemente não haverá indução de corrente elétrica na bobina secundária. Em seguida, demonstrar as transformações de voltagem nas bobinas variando o número de espiras das bobinas primárias e secundárias. Alterando o número de espiras na bobina primária e secundária, demonstrar a dependência da voltagem de saída com o número de voltas nas duas bobinas.

Problema 7 valendo 7,0 pontos: *Os transformadores podem ser utilizados para amplificar (ou reduzir) a voltagem produzida por um gerador, mas isso não significa dizer que a potência também será amplificada. Para desperdiçar menor quantidade de energia, a distribuição de energia elétrica é feita por fios de alta tensão e são utilizados transformadores para baixar a tensão para o uso residencial. Por qual motivo a transmissão em alta tensão possibilita menor desperdício de energia elétrica?*

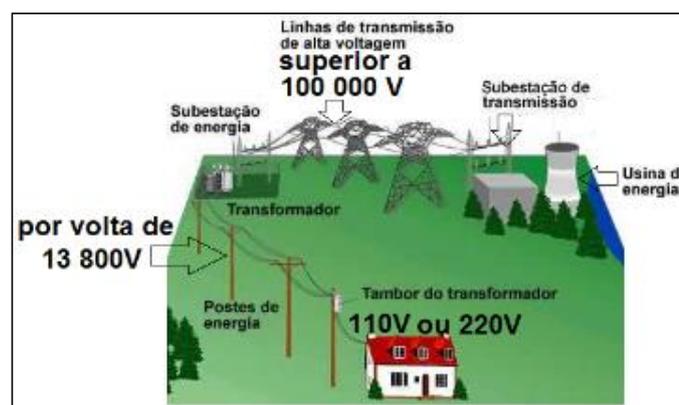


Figura A.8: Transmissão de energia elétrica da usina à residência

g) Usando a simulação *Kit de Construção de Circuito (AC+DC) (Versão 3.20)* do Phet:

Quadro A.7: Principais características da simulação *Kit de Construção de Circuito (AC+DC) (Versão 3.20)*

Finalidade da simulação	Através dessa simulação é possível elaborar circuitos elétricos com diversos dispositivos: fiação, resistor, bateria, lâmpada, interruptor, fonte de tensão alternada, capacitor e indutor. O simulador permite visualizar o circuito com ilustrações realistas ou através de representação esquemática, facilitando seu estudo. O simulador disponibiliza amperímetro e voltímetro, além de fornecer uma demonstração gráfica de corrente elétrica e tensão na região escolhida.
Link de acesso	< http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac > (DUBSON, M. <i>et al.</i> , 2014b)
Limitações da simulação	Os elétrons seguem com velocidade constante e em movimento retilíneo, não correspondendo ao modo como os elétrons se comportam na corrente elétrica. O fio possui resistência desprezível, portanto, essa característica deve ser dialogada com os alunos

O simulador permite salvar os circuitos elétricos, portanto, o professor deve montar previamente os circuitos descritos na Figura A.9 e salvá-los em arquivo separado para utilização durante a 8ª aula.



Figura A.9: Circuito 1, Circuito 2 e Circuito 3 usados respectivamente para demonstrar associação em série, em paralelo e misto de resistores em circuitos elétricos

Ao abrir o *Circuito 1*, deve ser descrito com detalhes todos os elementos presentes no circuito do simulador: a fonte, o amperímetro, a lâmpada, o interruptor, a fiação e os elétrons. Explicar como o amperímetro real deve ser instalado. Iniciar o debate perguntando por qual motivo não há corrente elétrica tendo em vista que há uma ddp aplicada ao circuito. Desse modo, discutir as definições de circuito aberto e fechado. Utilizar o voltímetro para medir a ddp oferecida pela pilha. Explicar como um voltímetro real deve ser utilizado para medição da tensão elétrica em cada um dos elementos do circuito. Com o voltímetro do simulador, fazer a medição da voltagem da fonte e à partir desse valor e da corrente elétrica que consta no amperímetro, calcular o valor

da resistência elétrica da lâmpada. A interseção de fios inferior deve ser desconectada, inserindo ali outra lâmpada. Com o novo circuito, conceituar associação de resistências em série e realizar novo cálculo de resistência elétrica do circuito. Esse procedimento deve ser repetido também para o cálculo da resistência do circuito com 3 lâmpadas para demonstrar que na associação de resistores em série, a resistência equivalente do circuito será dado pela soma das resistências. Demonstrar através da *Ferramenta Amperímetro sem contato* que a corrente elétrica em todo o circuito possui o mesmo valor. Substituir a fonte para corrente alternada para demonstrar o comportamento da corrente alternada. O circuito pode ser mostrado na forma esquemática clicando no ícone *Visual* para que os alunos tenham noções de representação dos componentes de circuitos elétricos.

Ao abrir o *Circuito 2*, fazer análises semelhantes às feitas no *Circuito 1*, porém, nesse momento é importante conceituar a associação paralela de resistências, demonstrar a independência do funcionamento em cada uma das lâmpadas, a relação entre a corrente elétrica e o número de aparelhos ligados, a conservação de corrente elétrica no circuito e os efeitos do curto circuito (basta fazer o curto com um fio ligando diretamente aos polos da fonte).

Ao abrir o *Circuito 3*, o professor deve tomar como certos o valor da resistência elétrica das lâmpadas para calcular a corrente elétrica e diferença de potencial em diferentes regiões do circuito elétrico. Em seguida, corroborar os dados de corrente elétrica encontrados utilizando a *Ferramenta Amperímetro sem contato*.

Problema 8 valendo 8,0 pontos: *Especialistas aconselham não ligar vários aparelhos em uma única tomada. Esse tipo de conexão liga os aparelhos em série ou em paralelo? Como esse tipo de conexões pode causar riscos? Explique com detalhes as variáveis Físicas envolvidas nessa situação.*



Figura A.10: Muitos aparelhos eletrônicos ligados em uma única tomada

9ª Aula: Aula expositiva com circuitos elétricos (Reconciliação integradora)

Essa aula consiste em uma aula expositiva onde serão exibidos e analisados dois experimentos para, à partir de exemplos específicos, descrever suas relações com conceitos mais gerais, possibilitando assim a realização de reconciliação integrativa. Com essas práticas, pretende-se investigar as propriedades dos circuitos elétricos mistos.

Para auxiliar na visualização do experimento, deve ser utilizada uma câmera digital conectada à TV multimídia para captura de imagens e transmissão em tempo real na televisão. O aparato possibilitará a visualização ampla das experiências em tempo real para todos os alunos. Quando necessário, o professor deve direcionar a câmera para enfatizar certa região do experimento para possibilitar aos alunos a visualização de detalhes da filmagem exibida na TV multimídia.

Experimento 1: descrito em detalhes nos Anexo K da UEPS e representado no esquema da Figura A.11, serão feitas investigações em um circuito elétrico misto com a finalidade de verificar a relação existentes entre corrente elétrica, ddp e a resistência elétrica ao longo do circuito elétrico. Também será útil para demonstrar o princípio de conservação de corrente elétrica e a relação entre corrente elétrica no filamento e seu brilho.

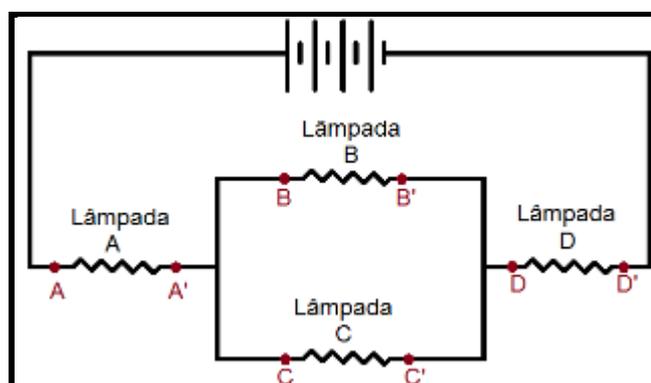


Figura A.11: Esquema do circuito elétrico investigado na 9ª aula

A aula deve seguir a sequência de eventos citados nos itens de **a** até **h** a seguir:

- a. Primeiramente, deve ser descrito a função de cada um dos elementos presentes no experimento, tal como das quatro pilhas, das quatro lâmpadas, das quatro seções de fios que serão utilizados para inserir o multímetro em série no circuito e do próprio multímetro.
- b. Chamar a atenção para os polos da pilha. Orientar os alunos em relação ao sentido da corrente elétrica ao longo do circuito elétrico.
- c. Chamar a atenção dos alunos para a intensidade do brilho de todas as lâmpadas. Comparar o brilho das lâmpadas de duas em duas e fazer questionamentos para tentar compreender por qual motivo há um contraste entre os brilhos das lâmpadas. Explicar que no funcionamento de lâmpadas incandescentes idênticas, quanto maior for a corrente elétrica que flui por ele, maior será sua potência elétrica, portanto, maior será seu brilho.
- d. Esclarecer aos alunos quais serão os procedimentos utilizados para medição da corrente elétrica e da diferença de potencial (ddp) nas lâmpadas A, B, C e D do circuito (ver Figura A.11), que devem ser anotadas na Tabela A.1 previamente escrita na lousa.
- e. Fazer a instalação do amperímetro em série no ponto A, medir a corrente elétrica e preencher a primeira linha da segunda coluna na Tabela A.1. Antes de realizar as medidas seguintes, perguntar aos alunos se é possível prever o valor da corrente elétrica nos outros pontos sem realizar nenhuma medição. A participação dos alunos nesse momento é importante para verificar sua capacidade de relacionar o exemplo dado à conceitos mais abrangentes. Após participação dos alunos, realizar as demais medições e preencher por completo a segunda coluna da Tabela A.1.

Tabela A.1: corrente elétrica e ddp medida nas quatro lâmpadas do circuito

Lâmpada do circuito	Corrente elétrica (A)	DDP (V)	Potência (W)
A			
B			
C			
D			

- f. Abordar a conservação de corrente elétrica e explicar o motivo para a corrente elétrica no ponto A ser igual ao ponto D. Fazer analogia ao o fluxo de um rio desviado que volta ao seu curso normal para explicar o fenômeno. Novamente utilizando a analogia do fluxo de um rio desviado, explicar por qual motivo a soma da corrente elétrica no ponto B com a do ponto C é aproximadamente igual à corrente elétrica nos pontos A e D. Abordar a questão da imprecisão do instrumento de medida, que mesmo a resistência elétrica sendo baixa, sua pequena resistência interfere na medida, resultando em certo erro que deve ser considerado na medida da corrente elétrica. Por último, explicar que a corrente elétrica em B é igual a corrente elétrica em C, porque são lâmpadas idênticas. Caso contrário, na lâmpada que oferecesse maior resistência haveria menor corrente elétrica ou vice-versa.
- g. Fazer a instalação do voltímetro em paralelo no ponto A, medir a ddp e preencher a primeira linha da terceira coluna na Tabela A.1. Antes de realizar as medidas seguintes, perguntar aos alunos se é possível prever o valor da ddp nas outras lâmpadas sem realizar nenhuma medição. A participação dos alunos nesse momento é importante para verificar sua capacidade de relacionar o exemplo dado à conceitos mais abrangentes. Após participação dos alunos, realizar as demais medições e preencher por completo a terceira coluna da Tabela A.1.
- h. Discutir sobre a importância de o voltímetro possuir grande valor de resistência e de sua interferência no valor real de ddp. Discutir com os alunos as ddp medidas, distinguindo situações das resistências em série e em paralelo.
- i. Fazer os cálculos para obtenção da potência teórica em cada uma das lâmpadas e fazer comparações com o valor descrito na lâmpada. Discutir com os alunos sobre as condições necessárias para esses dispositivos elétricos terem na prática as potências descritas, justificando os valores controversos encontrados teoricamente.

Experimento 2: Consiste em um globo de plasma e será utilizado para demonstrar os efeitos que a diferença de potencial podem provocar nos gases. Para essa aula será necessário utilizar uma lâmpada incandescente e uma lâmpada fluorescente.



Figura A.12: Globo de plasma utilizado na 9ª aula

No primeiro momento, é necessário explicar sobre o plasma como o 4º estado da matéria, quando o gás recebe uma quantidade de energia suficiente para ionizá-lo. Nessa situação, o gás se transforma e fica constituído por íons e os elétrons livres permitem possibilitam a condução da corrente elétrica. Também deve ser explicada a emissão de radiação do gás e em seguida, explicar as principais características do globo de plasma: a transformação de baixa voltagem em alta voltagem produzida por ele, da necessidade de um gás (argônio, por exemplo) rarefeito em seu interior e a pequena corrente elétrica que pode ser verificada através dos feixes luminosos do globo de plasma.

Fazer as demonstrações através do toque, concentrando toda a corrente elétrica num único ponto, assim como ilustra a Figura A.12, mostrando que o nosso corpo oferece menor resistência elétrica que o ar, e por isso, a corrente elétrica flui com maior intensidade por esse caminho.

Encostar o fundo da rosca de uma lâmpada incandescente no globo de plasma, mantendo seus dedos apenas em contato com a lateral da rosca de lâmpada, para mostrar que a corrente elétrica que passa pelo filamento da lâmpada é insuficiente para fazer o filamento emitir luz.

Fazer a demonstração com do acendimento da lâmpada fluorescente com sua aproximação ao globo de plasma, para demonstrar que nas regiões ao redor do globo de plasma há um campo elétrico capaz de produzir excitação no gás do interior da

lâmpada, tornando-a acesa. Colocar a mão região média da lâmpada, para mostrar que a trajetória dos elétrons flui por regiões de menor resistência elétrica.



Figura A.13: Acendimento da lâmpada fluorescente com o globo de plasma

Para finalizar a discussão, o professor pode explicar o funcionamento das TVs de tubo de imagem, que necessitam de alta voltagem para acelerar os elétrons que serão fundamentais na formação das imagens.

10ª e 11ª Aula: Apresentação das experiências dos alunos

Essa aula será destinada à apresentação das experiências de Física construída pelos alunos. Sempre que necessário, após as apresentações dos alunos, deverá ocorrer a intervenção do professor para questões mais profundas em relação aos trabalhos apresentados. Quando houver oportunidade, o professor deverá mediar os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa em relação aos conceitos abordados pelos alunos.

12ª aula: Café Enem

No horário regular ou em horário extraclasse os alunos do terceiro ano deverão ser direcionados ao auditório, ou espaço equivalente da escola, para que ocorra a palestra com apresentação de Slides do Café Enem, com conteúdo descrito no Anexo L. Essa palestra aborda e esclarece temas como o Enem, a Lei nº 12.711 (Lei das cotas para

alunos de escola públicas), os programas de bolsas e os programas de financiamentos do ensino superior privado.

O professor poderá convidar ex-alunos da escola que foram bem sucedidos em relação ao ingresso no ensino superior, para que no segundo momento do Café Enem, possam relatar as suas trajetórias até o ingresso nesse nível de ensino.

Previamente o professor poderá sugerir à equipe escolar um momento para lanche durante uma pausa oportuna nesse evento. Esse momento costuma ser colaborativo para integração entre os participantes.

13ª Aula: Questionários de Opinião pós-UEPS

Os primeiros 35 minutos de aula serão destinados à aplicação do Questionário de Opinião pós-UEPS (ver Anexo B) e nos 20 minutos restantes, os alunos deverão receber seus mapas conceituais prévios analisados. A correção dos mapas conceituais dos alunos deverá consistir apenas em marcar proposições que necessitem de alguma revisão por parte dos alunos. O professor deverá discutir os tópicos que não estão de acordo com a proposta dos mapas conceituais, procurando ter cautela nessa abordagem.

14ª Aula: Confecção dos mapas conceituais após-UEPS

Construção dos mapas conceituais, que consiste na reelaboração individual dos mapas conceituais sobre diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações tecnológicas (ver Anexo D). Essa avaliação terá duração de 40 minutos.

15ª Aula: Aplicação da Avaliação Final

Aplicação da Avaliação Final (ver Anexo E), com duração de 50 min.

APÊNDICE B – Processos de Intervenção dessa UEPS ao Longo do Estudo

Nesse presente apêndice, serão apresentadas as intervenções realizadas pelo professor-investigador nas orientações prévia para construção dos mapas conceituais ao longo da aplicação da UEPS desenvolvida neste estudo.

Intervenção preparatória da UEPS

Colocando-se em prática a proposta de formação inicial para a construção de mapas conceituais da seção 3.2 dessa dissertação, de modo geral, pôde-se verificar dedicação à elaboração dos mapas conceituais de modo satisfatório, tendo em vista os objetivos dessa intervenção. Os alunos foram orientados a utilizar o programa CmapTools (IHMC, 2014), porém, foi acordado a possibilidade de utilizar outros métodos para sua elaboração, desde que pudesse ser exibido com clareza em um projetor de imagens no momento da apresentação. Apesar do acordo feito com os alunos, nas turmas C e BI, apenas um grupo em cada turma elaborou seu mapa conceitual em uma mídia que pudesse ser exibida em projetor de imagens. Apesar dessa impossibilidade de exibir com clareza os mapas para os outros grupos, não ocorreu o cancelamento das apresentações nessas turmas e, para minimizar esses problemas, o professor descreveu no quadro algumas proposições que mereciam ser analisadas sob o ponto de vista estrutural para discussão com a turma, e solicitou aos alunos que fornecessem sugestões para tornar as proposições mais claras ou mais organizadas hierarquicamente.

Conforme descrição do Quadro B.1, foram apresentados o total de 36 mapas conceituais de diversos temas, sendo que 24 destes, foram projetadas em imagem para ampla discussão com os alunos. As discussões realizadas com os grupos foi amplas, no qual os grupos foram interrogados sobre os níveis hierárquicos, as palavras de ligação, a presença e localização dos conceitos-chaves, o sentido das conexões e sobre as possíveis melhorias que podiam ser realizadas nos mapas conceituais apresentados.

Quadro B.1: Temas de mapas conceituais apresentados nas respectivas turmas

	Turmas					
	A	B	C	AI	BI	CI
Temas dos mapas elaborados e apresentados em grupo	Seriado: Eu a patroa e as crianças	Escola	Futebol*	Computador	Reciclagem	Astrofísica
	Musculação	Ondas	Time de futebol*	Energias renováveis	Desenho animado: Panem*	Moda
	Desenho animado: One Piece	Futebol	Funk*	Seriado: The Big Bang Theory	Música*	Academia
	Autismo	Redes sociais	Veículos*		Escola*	Hospital
	Escola		Música	Seriado: Glee	Campeonato brasileiro de futebol*	Retorno às aulas
	Dança	Ciclo da água	Lixo*		Escola	Desenho animado: Point Blanck*	Novela*
	Coração			Minha Família*		

* Mapa apresentado sem projeção de imagem

O fato de o tema ser livre, permitiu que os alunos fizessem mapas conceituais e apresentações com maior entusiasmo, proporcionando discussões frutíferas para a aprendizagem da construção de mapas conceituais.

O mapa conceitual ilustrado na Figura B.1 apresenta a montagem de um mapa conceitual sobre o tema *Música* que foi apresentado sem a projeção de imagem por um grupo da turma BI. Pode-se verificar que esse grupo demonstrou domínio na elaboração de mapas conceituais, já que elaborou uma rede de conceitos bem estruturada, com ligações cruzadas, proposições claras e consistentes. Mesmo diante de um mapa conceitual bem estruturado, o papel do professor é incentivar reflexões em relação aos aspectos que podem ser aprimorados. Sendo assim, o grupo foi questionado quanto ao grau de generalidade entre os conceitos “*Música*” e “*Pessoas*”, interrogando sobre a hierarquia desses conceitos. O professor perguntou: “*Se não existissem pessoas na Terra, poderia existir música em nosso planeta?*”. À partir da discussão gerada, foi possível debater sobre a importância do nível hierárquico na elaboração dos mapas conceituais.

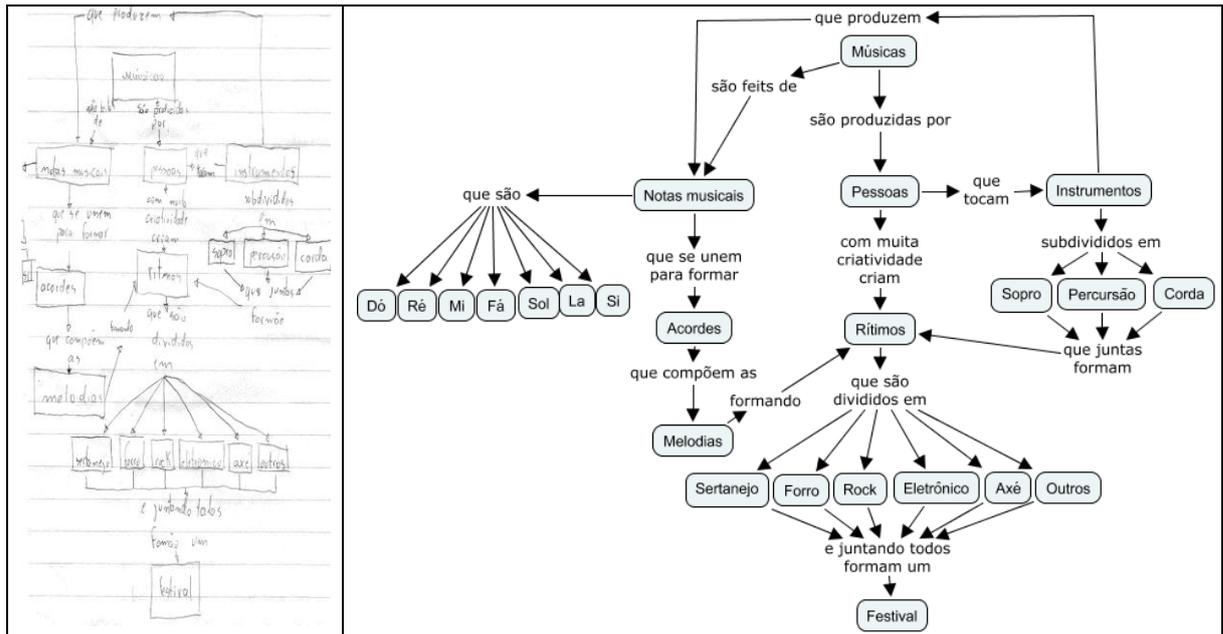


Figura B.1: Mapa conceitual elaborado em grupo pelos alunos BI5, BI12, BI14 BI15 e BI21 e sua representação elaborada pelo pesquisador através do programa CmapTools.

O mapa conceitual ilustrado na Figura B.2 apresenta a montagem de um mapa conceitual sobre o tema *Moda*, que foi apresentado por alunos da turma CI com projeção de imagem. Em função da exibição na íntegra desse MC para a turma, foi possível fazer uma discussão mais detalhada sobre a construção desse mapa. Por exemplo, à partir da proposição “*Modelos* → *Publicidade*”, foi possível exemplificar a importância da palavra de ligação para expressar significados. A ausência de ligações cruzadas no mapa foi uma característica que foi dialogada com os estudantes, pois o conceito “*consumismo*”, apresentado no mapa, possui relação direta com o conceito “*pessoas*”, portanto, entre esses dois conceitos poderia ser estabelecida uma proposição no mapa conceitual. Na proposição “*Necessidade* → *por* → *Vergonha*”, ficou claro que o grupo não utilizou a palavra de ligação adequada para expressar suas ideias, portanto, à partir dessa análise, o grupo pôde se justificar, redefinindo a palavra de ligação que seria mais adequada para expressar seus significados, servindo de exemplificação para toda a turma.

Nesse apêndice foram apresentados apenas algumas das diversas intervenções que foram realizadas ao longo das apresentações de todos os grupos das seis turmas participantes da investigação. Essas intervenções foram fundamentais para alicerçar o uso de mapas conceituais como ferramenta de promoção e avaliação da aprendizagem significativa.

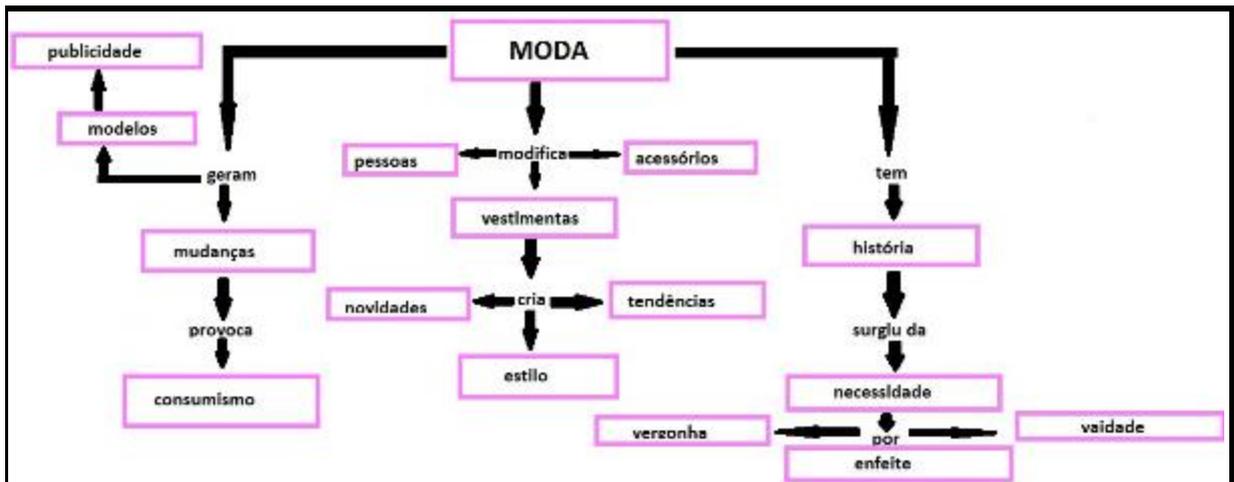


Figura B.2: Mapa conceitual elaborado e apresentado em grupo pelos alunos CI5, CI6, CI17 e CI18.

Intervenções na UEPS

Foi iniciada a **1ª aula** respondendo os questionários prévios de opinião, conforme Anexo A, que durou em média 30 minutos. Em seguida, ocorreram as orientações referentes à construção dos experimentos e confecção dos painéis, que foi recebida em todas as turmas com certo entusiasmo, pois enquanto a turma era orientada, alguns alunos não se continham e discutiam a formação dos grupos ou até mesmo qual experimento desejavam fazer, mesmo antes de o professor passar todas as especificidades da atividade. Quando o professor os interrompia dizendo para cessarem a conversa, pois o que estava explicando era fundamental para a realização do trabalho, eles respondiam que a conversa era pertinente, pois se tratava da montagem do grupo, ou de decisões sobre o experimento. Por fim, o professor argumentava que o trabalho possuía critérios específicos que deviam ser atendidos e que, ao tomar decisões antecipadas, os grupos poderiam cometer equívocos que comprometeriam a qualidade dos trabalhos a serem desenvolvidos. Assim, a atenção dos alunos era retomada para as orientações do trabalho.

Na **2ª aula**, ocorreu a intervenção com um diálogo prévio. Em turmas com maior participatividade o entusiasmo era tão grande que foi necessário organizar a fala dos alunos, pois eventualmente, muitos alunos queriam opinar falando simultaneamente. Esse entusiasmo foi corroborado com a opinião de alguns alunos que participaram

mais intensamente durante toda a discussão e, ao término da aula, elogiaram espontaneamente a metodologia utilizada na discussão. Por outro lado, pôde-se perceber em menor número, alguns alunos não estavam pré-dispostos a expor suas ideias nessa atividade. Para exemplificar os procedimentos adotados pelo professor-pesquisador nessa aula, serão feitos alguns recortes de certas situações que ocorreram no debate.

Quando os alunos da turma B foram indagados sobre a ddp o aluno B1 disse: *“É quando um ponto tem mais elétrons que outro”*. Depois de uma série de colocações dos alunos e algumas intervenções do professor, o mesmo aluno B1 complementou sua fala dizendo: *“Professor, tensão é medida em volts e é a força que age sobre a corrente”*. Indicando que esse aluno tem compreensão de como a ddp é gerada e tem noções sobre a relação existente entre ddp e corrente elétrica. Na turma C, o aluno C11 compartilha uma definição semelhante sobre ddp, pois ao ser questionado, ele respondeu: *“Diferença de potencial é a força que impulsiona o elétron no fio condutor”*.

Na turma A, quando o professor fez a pergunta: *“Quais são as semelhanças e diferenças entre voltagem, tensão elétrica e diferença de potencial?”* Grande maioria dos alunos não sabiam que todos esses conceitos tratavam da mesma grandeza física. Diante dessa pergunta, vários alunos falaram quase que simultaneamente. A3 respondeu: *“Tem a ver com energia”*, A5 disse: *“Todas geram energia”* e A4 reforçou logo em seguida dizendo: *“Tem relação com energia, só não sei qual é”*. Uma nova pergunta foi feita: *“Já repararam que a bateria do celular de vocês gera uma voltagem?”*. Os alunos permaneceram em silêncio por alguns segundos e o professor continuou: *“Quantos volts aquela bateria fornece?”*. Imediatamente a aluna A3 respondeu: *“3,7”*. O professor demonstrou surpresa na velocidade em que a aluna havia respondido e a parabenizou: *“Meus parabéns A3”*. A turma a exaltou com algumas palavras de admiração, como: *“nossa, olha ela...”*. Em seguida, o professor continuou o diálogo: *“Qual é a função exata dessa voltagem?”*. Na sequência, o aluno A13 respondeu: *“Para regular a quantidade de energia”*. Através desse diálogo, é possível perceber que os alunos demonstram certo conhecimento sobre ddp, alguns sabem sua unidade, conseguem exemplificar sua utilização e intuem que está relacionada com a energia elétrica, embora não tenha a capacidade de descrever e

explicar com detalhes sua propriedade. Ao questionar os alunos sobre corrente elétrica, o aluno A1 respondeu: *“No chuveiro tem um fiozinho e aí fornece corrente, né?”*. O professor continua: *“Alguém sabe o nome que se dá para esse fiozinho?”*. Vários alunos tentam responder ao mesmo tempo, mas a resposta do aluno A5 fica evidenciada: *“Resistência”*. A1 retoma a fala: *“Aquilo esquenta, logo, a corrente elétrica é isso aí”*. O professor continua: *“Então ela serve para o que?”*. Uma série de respostas sobrepostas, tal como: *“Para conduzir energia, para gerar calor, energia térmica...”*. Nessa desordem de falas, o professor pediu que a aluna A14 respondesse, então ela disse: *“Eu acho que a corrente elétrica serve para distribuir a energia que vai a vários pontos da casa, vários eletrodomésticos, vários aparelhos”*. O professor continua insistindo que expusessem suas ideias, perguntando: *“Mais alguém tem uma ideia diferente do que seja corrente elétrica?”*. A aluna A27 respondeu: *“Energia que contém carga elétrica positiva e negativa”*. A aluna A23 complementou dizendo: *“Tem que ter cargas positivas e negativas”*. Diante dessa situação, a aluna foi provocada: *“Me explique melhor como isso ocorre”*. Então, ela continuou: *“Um monte de carga negativa e positiva migrando”*. O professor continuou a estimulá-la: *“Mas quais são as cargas que migram?”*. Então ela concluiu: *“As positivas”*. Nesse momento, o aluno A13, que não havia se manifestado até o atual momento, afirmou: *“Professor, mas aí você precisa falar da corrente elétrica real e convencional”*. O professor encerra esse tema dizendo: *“Nós vamos falar sim, mas no momento certo”*. Esse diálogo foi muito proveitoso para verificar onde o conhecimento do aluno se apoiava, quais eram os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos, quais concepções espontâneas os alunos haviam construídos em suas experiências pessoais para que, no momento certo da unidade de ensino, o professor pudesse fazer uma intervenção potencialmente significativa para aquele grupo de estudantes.

Na turma CI, em relação à corrente elétrica, o aluno CI11 respondeu: *“É o fluxo ordenado de elétrons num condutor”*. Ao perguntar: *“E para que ela é útil?”*. O aluno CI1 respondeu: *“Para produzir energia”*. O aluno CI8 exemplificou: *“Para movimentar um motor. Quando ela passa pelos ímãs do motor eletromagnético, ela causa um campo que faz a rotação”*. O aluno CI21 disse: *“Quando ela passa pela resistência de um chuveiro ela esquenta”*. O aluno CI12 complementou dizendo: *“Quando passa pela resistência do chuveiro ela se transforma em energia calorífica, em energia*

térmica". Com essas falas dos alunos, fica evidenciado o preparo necessário do professor para proporcionar a mediação de significados em grupos com grande diversidade de ideias. Enquanto para uns alunos, poderá ser utilizado o subsunçor mais geral de "corrente elétrica" para promover a aprendizagem significativa de conceitos subordinados (diferenciação progressiva), para outros, deverão ser utilizados subsunçores mais subordinados, como o "chuveiro elétrico" ou o "motor elétrico", que estão disponíveis na estrutura cognitiva dos alunos para promover aprendizagem significativa dos conceitos mais amplos, como a corrente elétrica (reconciliação integrativa). Portanto, o material potencialmente significativo deve favorecer tanto a diferenciação progressiva, quando a reconciliação integrativa.

Já a turma B, quando questionada sobre a corrente elétrica, o aluno B1 demonstra compartilhar uma definição semelhante ao apresentado pelo aluno da turma C1: "*Corrente elétrica é um movimento ordenado dos elétrons*". Ao questionar aos alunos: "*E para que ela serve?*". A aluna B24 respondeu: "*Para levar a energia para a casa das pessoas*". Essa ideia de corrente elétrica como responsável por levar a energia foi amplamente defendida por alunos de várias turmas, sugerindo uma necessidade de intervenção na UEPS. Espontaneamente, a aluna B2 completou dizendo: "*Ela tem dois tipos: contínua e alternada*". A aluna B21, que estava distraída, perguntou: "*O que ela falou?*". A aluna B2 retomou sua fala: "*Contínua e alternada. Contínua através de[...]*" Ela realizou uma pausa para refletir, em seguida continuou: "*[...]alternada é através de pilhas, essas coisas assim, e contínua[...]*". Mais uma pausa para refletir no que havia dito, e decide voltar atrás em sua fala: "*[...]não professor! Pilha é contínua e em casas é alternada, porque ela é gerada por gerador*". Essa espontaneidade da aluna em tratar de um assunto sem que o professor fizesse menção, e sua capacidade de refletir para corrigir sua própria fala, sem que o professor fizesse intervenção, é um sinal que esses conceitos estão fazendo parte de sua estrutura cognitiva, podendo ser utilizada como ancoradouro de novos conhecimentos.

Quando os alunos da turma B foram questionados sobre potência elétrica, a aluna B5 respondeu: "*É uma quantidade de energia conduzida*". O aluno B1 interveio dizendo: "*Não B5. Potência é a capacidade de um aparelho realizar trabalho*". Essa convicção do aluno B1 indica que esse conceito de potência pode estar fortemente

enraizado na estrutura cognitiva do aluno, uma vez que ele tenha segurança de corrigir uma fala que seja diferente de suas ideias. Existe a possibilidade de o aluno ter aprendido significativamente um conceito errado, já que a definição apresentada pelo estudante não é totalmente compatível com a definição de potência compartilhada no meio científico.

Ao longo do processo de mediação, o aluno B27 indagou: *“Posso contar uma experiência professor?”*. O professor concordou dizendo: *“Claro B27”*. O aluno continua: *“A minha amiga foi para a Bahia e ela colocou o celular para carregar lá. Você sabe que lá é 220, né? Rapaz, deu uma explosão e queimou tudo”*. O professor aproveitou a oportunidade para discorrer sobre a finalidade e o funcionamento dos transformadores. O professor relatou: *“Comigo foi diferente, quanto eu pluguei o meu celular em 220V, além de não explodir, carregou muito mais rápido. Minha sorte é que o transformador que eu utilizo aceita tanto uma voltagem quanto a outra. Ele é bi volt”*. Antes que o professor fizesse algum questionamento sobre o funcionamento de transformadores, A aluna B5 se sentiu à vontade para relatar uma experiência e exclamou: *“Professor, eu queria falar sobre energia”*. Então foi dada a palavra à aluna, que relatou: *“Ontem, quando eu fui secar meu cabelo, eu coloquei o T na tomada assim e derreteu cara. E aí quando eu tirei a tomada do secador, o plástico estava todo derretido”*. A aluna B2 tentou explicar: *“Porque a maioria dos secadores tem o negocinho grosso”*. Ela estava se referindo aos conectores do plugue, enquanto B5 concordava: *“Bem grosso, o meu é super grosso”*. B2 continuou: *“Então, você tem que ter o T próprio pra ele. Meu colega colocou o T em uma extensão fina, aí no caso poderia queimar o aparelho”*. A aluna B5 completa: *“Por isso mesmo, lá em casa, das três tomadas, nenhuma cabia porque era muito grosso, entende, aí tem que ser naquele têsinho, aí ontem derreteu. Menino, aí eu passei um desespero, ta? Isso porque é muito forte”*. Se referindo à potência do secador. Nesse momento, todos os alunos da turma ficaram atentos ao diálogo, portanto, o professor deve se apropriar desses relatos, para nos momentos adequados da unidade de ensino, poder reavivar esses acontecimentos. À partir desses informações obtidas no diálogo prévio, foi possível ajustar a unidade de ensino para adequar-se às especificidades de uma UEPS.

No momento final da aula, demos início à elaboração dos mapas conceituais (Ver

Anexo D). Eles foram orientados que o intuito da atividade era avaliar o que eles já sabiam previamente sobre os conteúdos que seriam trabalhados nas próximas aulas, mesmo assim, nas turmas AI e CI os alunos não aceitaram a atividade sem resistência. Eles questionavam que não poderia fazer um mapa sobre o assunto que eles não tinham visto em sala de aula. Após justificar que a aprendizagem não ocorre apenas na sala de aula, que eles já possuem uma bagagem de conhecimentos adquiridos em suas vivências e que seria fundamental para as futuras intervenções pedagógicas que eles expressassem essas informações nos mapas conceituais, houve maior compreensão, e assim passaram a se dedicar inteiramente às atividades. Apenas os alunos B10, B21 e B24 não levaram a sério a elaboração dos mapas, pois insistiram em não se esforçar para sua elaboração, mas após intervenção do professor, que chamou sua atenção para a importância da atividade, eles decidiram participar. Embora a atividade tenha sido programada para ser realizada em 40 minutos, com 25 minutos transcorridos a maioria já havia concluído sua construção. Nas turmas em que o diálogo prévio se estendeu por mais de 15 minutos, os poucos alunos que não haviam terminado a elaboração dos seus mapas, que correspondia a no máximo três alunos por turma, acompanhavam o professor para que a atividade tivesse duração de 40 minutos.

Conforme Apêndice A, na **4ª aula**, foram exibidos os vídeos como organizadores prévios. Os vídeos selecionados para exibição, abordaram a tensão elétrica, a corrente elétrica real, a corrente elétrica convencional, o funcionamento de motores elétricos, o funcionamento de aparelhos de TV, entre outros temas, de acordo com o conhecimento prévio verificado.

De modo geral, exceto em algumas situações, os vídeos promoveram a atenção dos alunos e geraram algumas discussões, tendo em vista que nos intervalos entre os vídeos, os alunos realizavam questionamentos que favoreceram a conversa sobre o tema. Na turma C, por exemplo, após exibição do Vídeo 05, que aborda o funcionamento das lâmpadas incandescentes, alguns alunos perguntaram sobre o funcionamento das lâmpadas fluorescentes, por qual motivo elas continuavam brilhando após serem desligadas. À partir dessa questão, foi possível discutir sobre as principais propriedades desse tipo de lâmpada e sobre o modo de produção de luz nela. Após a exibição do Vídeo 07, que trata do funcionamento do gerador, um

dos alunos interrompeu a explanação sobre esse assunto, pediu que não explicasse com detalhes, pois o experimento que seu grupo havia escolhido era o gerador e eles mesmos queriam ser os responsáveis pela sua explicação. O professor justificou a necessidade de continuar a explanação, ressaltando que certamente o grupo traria uma nova abordagem daquilo que estava sendo discutido. Esse fato mostra que para alguns grupos, a construção dos experimentos está desencadeando maior interesse para o estudo da Física, ao ponto quererem ser os principais atores na transmissão das ideias construídas em grupo, colocando a exposição do professor em segundo plano. No Vídeo 11, que trata de avanços tecnológicos, à medida que as tecnologias eram apresentadas, os alunos exclamavam surpresos: *“Isso realmente existe?”*. Outros respondiam: *“O fogão já existe sim. Porque eu já vi na televisão”*. Na turma CI, também houve muita participação durante a exibição desse vídeo, os alunos exemplificavam o uso das tecnologias à medida que eram exibidas no vídeo. Por exemplo, assim que o vídeo mostra um celular transparente, o aluno CI8 diz: *“já existem monitores da grossura de uma folha de papel”*. Na sequência, assim que o vídeo exhibe um monitor com as características descritas por ele, o aluno completa: *“Não te disse? Olha aquele monitor ali”*. Nesse momento, o sinal de troca de horário já havia soado e o entusiasmo era tão grande que os alunos, não somente nessa turma como também na turma BI, pediram que esperasse terminar o vídeo antes de trocar de sala.

Por outro lado, em algumas turmas, também ocorreram indícios de desinteresse. O aluno A13, por exemplo, ficou de cabeça baixa ou disperso durante toda a aula, aparentando estar entediado. Os alunos da turma B que estavam sentados no fundo da sala de aula eventualmente conversavam e mexiam no celular enquanto os vídeos eram exibidos. Os Vídeos 08 e 09, que trata da formação de imagens na televisão, foram os vídeos que mais resultaram em situações controversas. De modo geral, no início do Vídeo 08, os alunos ficavam surpresos e atentos sobre o funcionamento da TV de tubo de imagem, porém, no decorrer desse vídeo, a atenção diminuía gradativamente, dando lugar à dispersão da turma. Entretanto, para alguns alunos, como o CI8 e CI11, a exibição desses vídeos mostrou-se eficaz em mantê-los atentos durante toda sua exibição. Além disso, estes alunos realizaram questionamentos sobre os processos de varredura nas TVs novas em às apresentadas nos vídeos, e à partir dessa indagação, foi possível discorrer sobre

essas novas tecnologias. Devido a essas questões controversas ocorridas especificamente nesses dois vídeos, sugere-se que o professor deixe de exibir os Vídeos 08 e 09 para disponibilizar mais tempo para discussões sobre os vídeos.

Na **5ª aula**, a turma foi dividida em grupos de três integrantes, salvo algumas exceções, e iniciamos a leitura e discussão de quatro textos. É importante ressaltar que os textos foram adaptados aos conhecimentos prévios dos alunos, para facilitar a promoção de diferenciação progressiva e/ou reconciliação integrativa. Os fios condutores que apareceram com grande frequência no MC1 dos alunos, é abordado no Texto 3 (ver Anexo H) com o intuito de utilizar o conceito subordinado “*fio condutor*” para promover a aprendizagem do conceito “*resistência elétrica*”, que é mais abrangente e de maior grau de generalidade, que foi identificado como um conceito-chave na elaboração do mapa conceitual de referência. O Texto 1 (ver Anexo F) e o Texto 2 (ver Anexo G), abordam respectivamente os temas “*diferença de potencial*” e “*corrente elétrica*”, que utiliza o conceito subordinado “*carga elétrica*”, presente na estrutura cognitiva do estudante, para procurar estabelecer relação com conceitos mais gerais, como diferença de potencial e corrente elétrica.

Em todos os textos, procuramos realizar a leitura, discussão interna do grupo e exposições de ideias ou dúvidas para os outros grupos. No momento de exposição de ideias do Texto 1, por exemplo, um dos alunos da turma B1 questionou sobre a existência de 220V em alguns países. O aluno demonstrou surpresa quando foi informado que em alguns estados brasileiros, como na Bahia, a rede elétrica fornece 220V. Na sequência, ele questionou sobre o motivo pelo qual chuveiros elétricos preparados para a rede de 220V aquecem a água com menor intensidade quando ligados em 110V. À partir dessas questões, pôde ser realizado um debate dialógico, onde os alunos expuseram seu ponto de vista e o professor interveio, ora questionando, ora trazendo novas informações que complementassem as colocações dos estudantes.

Em consequência da reforma da escola, havia ocorrido problemas na rede elétrica da escola no momento em que estava esta aula estava em andamento na turma C. Nessas circunstâncias, somente as tomadas da sala de aula estavam ligadas à rede de energia elétrica, impedindo que as lâmpadas fossem acesas, sendo assim, foi

necessário que os textos fossem projetados por meio de Datashow e sua leitura realizada em voz alta de modo colaborativo. Com essa adversidade, três grupos demonstraram certa indisposição em participar efetivamente do debate, as discussões resultante dos demais grupos foram produtivas. O aluno C8 interrompeu a leitura do Texto 2 e questionou se era possível transformar corrente contínua em alternada. Enquanto o professor respondia a primeira questão, A aluna C26 questiona: *“Professor, essa última figura (terceira figura do Texto 2) tem relação com a corrente alternativa?”*. Então o professor indaga: *“Corrente alternativa?”*. Com essa pergunta, outros dois alunos respondem: *“Corrente alternada”*. E a aluna C26 concordou. À partir dessas questões foi possível dialogar com os alunos sobre os transformadores e os motivos pelo qual utiliza-se a corrente alternada para transmissão de energia elétrica.

Na exposição de ideia sem relação ao Texto 3, alguns alunos das turmas A e AI questionaram se a primeira figura a) desse texto configurava curto-circuito. À partir dessa questão levantada foi possível realizar um debate com os alunos sobre o assunto, discorrendo sobre as condições necessárias para sua ocorrência e as consequências desse fenômeno. Já na turma CI, o aluno CI19 comentou que após a leitura do Texto 3 ele finalmente passou a entender o que ele havia aprendido na prática. Segundo palavras do aluno, que trabalha em uma oficina automotiva, ele via seu patrão utilizar um fio para conectar o polo negativo ao polo positivo, no qual resultava em um *“estalo”* quando havia carga na bateria. Outro aluno pediu para explicar o funcionamento dos transformadores, e após os esclarecimentos, ele ficou surpreso em saber que as cargas elétricas que fluírem pela rede elétrica não serem as mesmas responsáveis por manter o aparelho ligado.

De modo geral, a atividade foi muito desgastante, pois os grupos que são menos predispostos à participar de atividades de leitura fizeram as atividades somente após intervenção do professor, por outro lado, as discussões foram importantes para fundamentar a atividade que se seguiu. Em alguns casos, os debates no grande grupo se estenderam e alguns textos tiveram que ser discutidos na aula seguinte.

Para a atividade desenvolvida na **6ª aula**, **7ª aula** e **8ª aula**, foram utilizados vídeos, simulações e situações problemas, selecionadas e ajustadas para ter

relacionabilidade com o conhecimento prévio dos estudantes, no sentido de facilitar o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Conforme Apêndice A, no início da aula os grupos foram reestabelecidos, ao qual tiveram orientações para a atividade de gincana. De modo geral, no primeiro momento da aula ocorreu certo tumulto pelo fato de alguns grupos levarem certo tempo para assimilar e compreender toda a proposta da gincana. Porém, assim que demos início às atividades, havia uma atitude de concentração dos estudantes, de modo que o professor não precisava intervir para prender a atenção dos alunos durante a exibição dos vídeos, durante a demonstração das simulações computacionais ou durante a busca de resolução das situações problemas. Os alunos permaneciam centrados na leitura dos textos, na leitura do livro adotado pela escola, ou em discussões internas do grupo. O professor não precisou ficar preocupado com a troca de respostas prontas entre os grupos, uma vez que havia um clima de competição e todos os grupos tinham o interesse em ganhar. Os integrantes do grupo dialogavam, negociavam significados, pediam algum esclarecimento ao professor para a construção de um raciocínio que fosse coerente com o conhecimento científico e quando o grupo chegava ao raciocínio adequado sob o ponto de vista da proposta da atividade, normalmente o sucesso era seguido de uma euforia do grupo, às vezes até gritavam em comemoração por terem sido exitosos naquela situação problema.

A opinião dos alunos sobre essas aulas podem refletir o significado dessas atividades para os alunos. Por exemplo, o aluno A13 comentou: *“Essa aula tá legal professor”*, já os alunos A1 e A5 disseram que estão gostando muito das aulas de Física, A aluna C26 disse: *“Você é um dos poucos professores que dá a aula legal, dinâmica”*. Por outro lado, alguns alunos ainda preferem aulas teóricas, com “matéria” escrita no quadro. Por exemplo, a aluna A115 disse: *“Prefiro aula escrita”*. Logo em seguida, a aluna A131 complementou: *“É professor, dá algo pra gente escrever!”*. Em outro dia, outro aluno da turma A1 disse: *“Pelo amor de Deus, acaba com esse negócio aí professor”*. Em outro momento, essa ideia é reforçada pela aluna C11, que disse: *“Essa gincana não vai terminar não?”*. Em seguida o professor questionou: *“Por que? O que está te incomodando?”*. Então ela respondeu: *“As aulas estão legais, mas eu estou cansada da gincana”*. Esse último comentário pode

refletir os problemas que tivemos em relação às obras da escola. Os disjuntores das salas de aula provisórias desarmaram algumas vezes, e em função desses contratemplos, a gincana, que deveria durar 3 aulas, teve duração de 5 aulas em algumas turmas. Mas essa opinião não era compartilhada pela maioria dos alunos, já que as aulas fluíram com muita interatividade dos alunos e, salvo algumas exceções, muitos grupos estavam entusiasmados com a gincana.

Dessas aulas, foi possível verificar muito questionamento dos alunos, que possibilitaram a negociação de significados. Por exemplo, enquanto estava sendo discutida a situação problema 6, que trata de ligação de chuveiro elétrico em 110V ou 220V, um aluno da turma A1 questionou: *“Por que tem locais que usam 110 e locais que usam 220”*. O professor respondeu que ao utilizar uma tensão maior, haverá menor desperdício de energia elétrica e por isso, em algumas instalações industriais utiliza-se 220V e em alguns estados, como a Bahia, utiliza-se como padrão 220V de tensão elétrica residencial. Não satisfeito, o mesmo aluno questiona: *“Como chega lá na Bahia 220 e aqui 110?”*. O professor decidiu provocar os alunos, questionando: *“A tomada de sua residência fornece qual voltagem?”*. O aluno responde: *“É 110”*. O professor continua: *“Então quando você conecta o carregador do seu celular na tomada, na outra ponta do cabo continua sendo 110V?”*. O aluno fica em silêncio refletindo sobre a pergunta e o professor insiste: *“Se você encostar na outra ponta do carregador, você toma choque?”*. O aluno responde: *“Não”*. O professor continua: *“Então, a voltagem ali, naquela ponta, é menor ou maior que 110V?”*. Aluno responde: *“Menor. É menor porque tem aquela paradinha”*. Enquanto isso, outro aluno responde: *“É o transformador professor”*. Assim o professor encerra o diálogo dizendo *“Os transformadores servem para amplificar ou reduzir a tensão, sendo assim, para obter 110V aqui, ou 220V na Bahia, basta utilizar um transformador adequado”*. Nessa mesma turma, quando iniciamos o assunto curto-circuito, uma aluna relatou que sua prima havia desligado o chuveiro e ele continuava a “chiar” até explodir. Ela questionou se nessa situação havia configurado curto circuito. Antes de ser respondida, outra aluna relatou que sua tia havia instalado o chuveiro e, pelo fato de estar sem água, ele havia queimado. Essa curiosidade apresentada por esses alunos reflete a predisposição em buscar respostas para eventos de sua vivência. Esses conhecimentos obtidos em experiências de vida fazem parte também de sua estrutura cognitiva, portanto, o

professor deve estar preparado para utilizar esses eventos na negociação de significados.

Na **9ª aula**, ocorreu a aula expositiva com apresentação dos dois experimentos simples de Física. A aula foi iniciada com a exposição do circuito elétrico misto, cuja montagem é apresentada no Anexo K. Nessa aula, foi solicitado o auxílio de um aluno para a realização da filmagem de elementos específicos do experimento, ao qual o vídeo era transmitido instantaneamente à TV multimídia. Desse modo, o professor pôde dar ênfase e visibilidade aos elementos do circuito relevantes para o estudo do experimento. No início, esse procedimento provocou certas distrações devido ao fator novidade, entretanto, com cinco minutos de aula foi possível estabelecer a concentração necessária para a intervenção. Ao perceber que o presente circuito estudado era equivalente ao circuito apresentado na última simulação da gincana, a aluna C11 comentou: *“Esse circuito é parecido com aquele que a gente viu no laboratório”*. Quando foram questionados se a corrente elétrica seria igual ou diferente nas lâmpadas associadas em série, muitos ficaram inseguros em dar a resposta e quando foi medido e constatado valores iguais de corrente elétrica nas duas lâmpadas, muitos alunos ficaram surpresos, portanto, essa experiência também foi utilizada para confrontar as concepções espontâneas verificadas em seu conhecimento prévio e negociar novos conhecimentos condizentes com a concepção científica. À medida que a experimentação transcorria, surgiam dúvidas que eram discutidas de modo democrático, com questionamento dos alunos, exposição de ideias dos estudantes e intervenções do professor. Por exemplo, enquanto o professor falava da associação de resistências em série e em paralelo, a aluna C11 perguntou: *“Professor, como um só interruptor pode desligar duas lâmpadas?”*. À partir dessa questão, foi possível discorrer sobre as instalações elétricas residenciais. Em algumas turmas, devido ao extenso diálogo, a exposição desse experimento tomou todo o tempo de aula, sendo necessário abordar o segundo experimento na aula seguinte. A turma A foi exceção, pois aproximadamente metade da turma ficou desatenta na exposição do 1º experimento, sendo necessário a intervenção do professor, que trocou a posição de alguns alunos na turma para melhorar o desenvolvimento da atividade. Nem todas as questões levantadas pelo professor tiveram as primeiras respostas de acordo com o conhecimento científico, por exemplo, na turma B, quando os alunos foram

indagados: “Qual grandeza medimos em volts?”. Alguns alunos responderam: “Energia, eletricidade,...”. Somente após o professor pegar o multímetro e, fazer gestos que representavam uma medição genérica no experimento, e questionar: “Se eu realizar uma medição com esse multímetro que resulte em 1,5V, eu terei medido...?”. Foi possível obter a resposta da aluna B5: “Tensão”, que corresponde à concepção científica.

Na exposição do globo de plasma, assim que foi exibido, foi possível perceber nos alunos de todas as turmas uma atitude de entusiasmo. Diante do experimento, foi possível notar falas de diversos alunos, que diziam: “*Eu já vi um desses, é muito maneiro. Essas aulas estão maneiras. Só você mesmo pra trazer essas coisas maneiras pra gente...*”). Boa parte dos alunos mostrou predisposição em participar da aula, especialmente àqueles alunos que costumavam ficar apáticos às intervenções. Alguns alunos, espontaneamente decidiram sentar-se mais perto da mesa do professor e participaram intensamente com questionamentos e exposição de ideias.

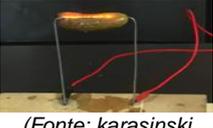
Para exemplificar a intervenção, serão descritos os eventos ocorridos na turma C: inicialmente o professor discorreu sobre o funcionamento do globo de plasma, ao pedir que um dos alunos tocasse com a ponta do dedo no topo do globo, o professor questionou: “*Você percebe que onde você encosta está esquentando?*”. Após o aluno dar a resposta positiva, o professor continuou: “*Por que isso ocorre?*”. A aluna C27 respondeu: “*Todos os elétrons se direcionam em um lugar só, por isso esquenta*”. O aluno C18 responde: “*Assim como em uma lupa que se concentra em um só ponto*”. Assim, o professor sugere a reflexão sobre esse efeito: “*Essa luminosidade somente existe porque a energia elétrica é transformada em energia luminosa, certo?*” A emissão de luz no experimento já havia sido explicada na explicação inicial do globo de plasma, então o professor dirigiu-se à aluna C4 que havia tocado no globo: “*Qual transformação de energia ocorreu na ponta do seu dedo?*”. Enquanto a aluna interrogada refletia sobre essa questão, C8 se antecipou respondendo: “*Energia elétrica em energia térmica*”. O professor questionou: “*E qual é o nome que se dá para esse processo?*”. O aluno C8 respondeu: “*Efeito Joule*”, demonstrando segurança em sua resposta. Diversas outras questões surgiram ao longo da aula: “*Por que a corrente elétrica fica direcionada para o dedo quando*

encostamos do globo? Por que não tomamos choque ao encostar no globo? Como eles fazem globos de plasma de cores diferentes?...”. Normalmente, quando uma resposta era discutida, surgiam outras que eram discutidas com interação social fundamental para negociação de significados.

Na **10^a** e **11^a** aula, os grupos apresentaram suas experiências de Física para o grande grupo. Essa atividade foi proposta na 1^a aula da UEPS, e sua apresentação foi fundamental para que os alunos colocassem em prática e expusessem o conhecimento adquirido ao longo da unidade de ensino. O Quadro B.2 demonstra todos os experimentos apresentados pelos grupos das diferentes turmas nessa atividade.

Quadro B.2: Experiências, descrição do fenômeno físico estudado e em quais turmas foram apresentados

(Continua)

Nome do experimento*	Imagem	Descrição do experimento e do fenômeno físico estudado na(as) apresentação(ões)	Turmas
Condução da água		Experimento composto por uma lâmpada ligada à rede elétrica, porém, com a utilização de um meio líquido para fechar o circuito. Essa experiência foi usada para estudar a condutividade da água com sal	A, AI
Curto-circuito na esponja de aço		Experimento em que realiza-se curto-circuito em uma palha de aço para aquecê-la até o ponto seu ponto de fulgor. Com isso, os grupos trabalharam o Efeito Joule	A, B, AI
Interruptor em paralelo		O grupo utilizou o interruptor Three Way Paralelo para demonstrar os conceitos de circuito elétrico aberto e fechado, além de descrever e explicar sobre circuitos elétricos em série e em paralelo	B
Pepino elétrico	 <i>(Fonte: karasinski, 2013)</i>	Pepino em conserva que emite luz quando submetido à 110V. Esse experimento foi utilizado para demonstrar o funcionamento das lâmpadas incandescentes e da solução ácida com íons dissociados como boa condutora de corrente elétrica	B, C
Labirinto Elétrico		Desafio que consiste em passar uma argola pelo fio sem encostá-los. Quando ocorre o toque, um alarme soa indicando fracasso. Ele foi utilizado para abordar circuitos elétricos abertos e fechados	A, C, AI, BI,
Baratinha elétrica		Cerdas de escova de dentes presas a um vibrador de celular, que se move como uma barata. O experimento foi utilizado para explicar o funcionamento de motor elétrico e do vibrador.	B, BI

Quadro B.2: Experiências, descrição do fenômeno físico estudado e em quais turmas foram apresentados

(conclusão)

Nome do experimento*	Imagem	Descrição do experimento e do fenômeno físico estudado na(as) apresentação(ões)	Turmas
Eletroímã	 (Fonte: Gonçalves et al., 2014)	Eletroímã caseiro que foi utilizado para explicar a relação existente entre corrente elétrica e campo magnético.	A, BI
V.U. Meter		É um dispositivo caseiro capaz de exibir o nível de sinal de áudio de um aparelho de som. O experimento foi utilizado para abordar circuitos elétricos complexos	AI
Gerador elétrico		Gerador de energia elétrica caseiro usado para acendimento de LEDs e rotação de coolers. Esse experimento foi utilizado para explicar o funcionamento dos geradores elétricos	BI, CI
Motor elétrico	 (Fonte: Fisicanet, 2013)	Motor elétrico de corrente contínua caseiro. O experimento foi utilizado para explicar o funcionamento de motores elétricos	C
Ventilador USB		Ventilador artesanal que é acionado quando conectado à entrada USB de um computador. O experimento foi utilizado para abordar o funcionamento de motores elétricos	B, C
Bateria de Limão		Experimento que utiliza as reações químicas entre a solução ácida dos limões e com alguns objetos metálicos para acendimento de um LED. Foi utilizado para explicar o funcionamento das pilhas	CI
Bola de Plasma		Lâmpada incandescente acoplado ao acendedor de fogão que produz feixes de plasma no bulbo da lâmpada. Experimento utilizado para explicar a formação de arco-voltaico, raios e plasma	CI
Lâmpada de grafite	 (Fonte: A lâmpada de humphry davy, 2010)	Trata-se da lâmpada de Humphry Davy, que utiliza um arco voltaico entre os contatos feitos de grafite para emitir luz. Utilizado para abordar o efeito joule.	A, AI

* Nomes que os alunos escolheram para definir seus experimentos

Antes das apresentações, os alunos tiveram que se preparar, e com o intuito de conduzi-los nessa construção de significados, eles foram orientados a pesquisar para a elaboração de painéis que foram aprimoradas seguindo as orientações do professor. Os alunos enviavam os painéis ao professor via e-mail e, após análise, eram devolvidos com sugestões de aprimoramento, até que chegassem a uma versão bem elaborada. A Figura B.3 representa a versão final do painel de um grupo da turma A.

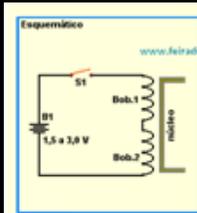
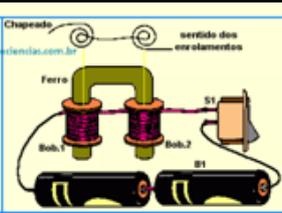
 <p>Esquemático</p>	 <p>Chapado</p> <p>www.fisicadecolinas.com.br</p> <p>servido dos em elementos</p> <p>Ferro</p> <p>Bob.1</p> <p>Bob.2</p> <p>S1</p> <p>B1</p>	<p>3. Explicação Física do Experimento: Sempre que existe corrente elétrica passando em um fio vai existir um campo magnético, que é criado em volta desse fio, fazendo com que o prego comporte-se como um ímã.</p> <p>4. Aplicações na Engenharia e Tecnologia:</p>  <p>Todo motor elétrico é feito de eletroímã e os geradores usam os mesmos princípios físicos.</p>
<p>1. Manual de Montagem: O primeiro passo é enrolar o fio de cobre em volta do prego. O ideal é enrolar até duas camadas de fio, deixando 20cm de fio sobrando. Raspar as duas pontas do fio pois ele é envernizado, deixando-o exposto. Enrolar duas pilhas D com fita isolante para não soltarem, prender as duas pontas do fio de cobre em cada lado da pilha. Conectar o interruptor.</p> <p>2. Manual de Uso: Após a montagem, para que o eletroímã funcione, é preciso ligar o interruptor, aproximar a ponta do prego (eletroímã) a alguns materiais que possam ser atraídos por um campo magnético.</p>		

Figura B.3: Versão final do painel elaborado pelo grupo de alunos A10, A13, A17 e A19

Esse processo de montagem de experimentos e elaboração de painéis foi importante para estreitar a relação aluno-professor, aluno-material didático e aluno-aluno. Por exemplo, o aluno A1 25 e seus colegas de grupo, procuraram pelo professor em horário extraclasse por diversas vezes para discutir sobre as pesquisas realizadas, sobre as decisões tomadas pelo grupo e para buscar entendimento de seu experimento selecionado. O grupo demonstrou enorme satisfação em um desses encontros com o professor quando conseguiram fazer o primeiro teste do experimento da *lâmpada de grafite* e viram o funcionamento prático daquilo que tanto trabalharam em grupo para desenvolver. Para o professor, foi visível sua evolução ao longo do processo, uma vez que a cada novo problema encontrado pelo grupo, eles procuravam resolver com discussões internas do grupo, demonstrando predisposição a negociar significados não somente com o professor, mas também com os demais indivíduos do grupo.

Como exemplo de intervenção que ocorreu no momento das apresentações, vamos analisar a apresentação de um dos grupos da turma B. O grupo que apresentou o experimento *pepino elétrico*, realizou a apresentação atendendo todos os requisitos

propostos pela atividade, ou seja, eles apresentaram os procedimentos para a montagem do experimento, fizeram a demonstração enfatizando o fenômeno físico envolvido na experimentação, explicaram com clareza esse fenômeno e citaram exemplos de aplicabilidade desses princípios em aplicações tecnológicas. Porém, não houve uma participação ativa de todos os integrantes do grupo, sugerindo que nem todos tinham predisposição de interagir com o trabalho para buscar novos entendimentos, novos significados em relação ao material construído pelo grupo. Nessa apresentação, a aluna B24 havia faltado, os alunos B10 e B15 ficaram contidos a falar exclusivamente o que estava descrito no painel e apenas as alunas B5 e B17 atenderam inteiramente à proposta da apresentação, trazendo ideias próprias e respondendo a questionamentos que surgiram no momento da apresentação, demonstrando a capacidade de articular o que havia aprendido para resolver novos problemas. Por exemplo, durante a apresentação, o aluno B13 perguntou: “*E se ao invés desse pepino em conserva, agente colocasse uma banana, iria acontecer a mesma coisa?*”. Diante dessa pergunta, o grupo explicou a importância da solução do sal e do vinagre para a condução de corrente elétrica e que, pelo fato da banana não possuir essas substâncias em sua composição, o mesmo efeito não aconteceria. No término da apresentação, o grupo explicou que o efeito luminoso no pepino com a passagem de corrente elétrica deveria ser mais intenso, pois os contatos (dois garfos ligados à rede elétrica) deveriam ficar mais próximos. O professor então questionou o que poderia ter ocorrido se encostasse um garfo no outro e, à partir desse questionamento, foi feita uma discussão sobre o curto circuito. Em seguida, o professor solicitou ao grupo que explicassem por qual motivo o efeito seria melhor se os garfos estivessem mais próximos, e à partir dessa questão, foi possível estabelecer uma discussão sobre os conceitos de resistência, corrente e potência elétrica e sua relação. Já o grupo que apresentou o *interruptor em paralelo* composto por B1, B2, B13, B19, B20 e B27, com exceção do aluno B13 que havia faltado, todos os integrantes participaram e demonstraram entendimento sobre o experimento apresentado. O grupo conseguiu explicar o funcionamento do interruptor three way paralelo com detalhes e clareza de ideias, além de exemplificar aplicabilidades desse aparelho em situações práticas. Na articulação de ideias, o grupo foi além daquilo que havia sido solicitado, pois além de trazer e resolver uma questão do Enem sobre o tema (ver Figura B.4), também demonstrou uma possibilidade de usar seu experimento para aprimorar o circuito elétrico estudado na

9ª aula. Indícios que mostram a capacidade desses alunos de articularem de modo não arbitrário o conhecimento adquirido para solucionar problemas reais em circuitos elétricos, reforçando a obtenção de novos significados úteis não somente para o ambiente escolar.

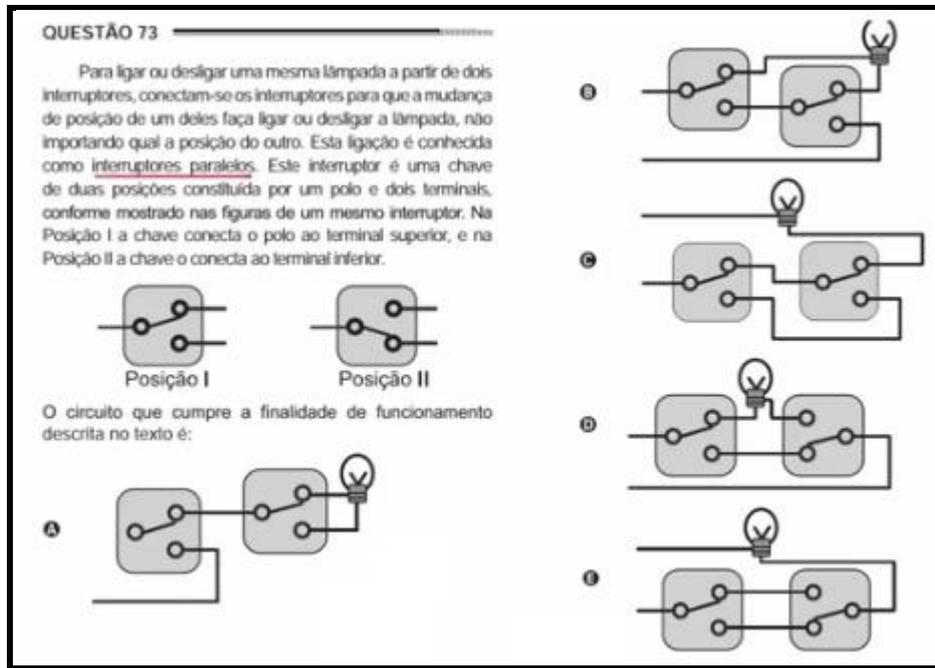


Figura B.4: Questão de Enem levada pelos alunos B1, B2, B19, B20 e B27 para a turma durante a apresentação do experimento interruptor em paralelo

Na **12ª aula**, pelo fato da escola não possuir um auditório, todos os alunos envolvidos na investigação foram conduzidos ao refeitório, onde foi iniciada a palestra que durou cerca de 1h. Foram dois palestrantes, um convidado, que abordou em 15 minutos o tema sobre as áreas de atuação e as modalidades do ensino superior, além do próprio professor-investigador, que abordou em 45 minutos os temas ENEM, SISU (BRASIL, 2013), lei 12.711/2012 (BRASIL, 2012), ProUni (BRASIL, 2014d), FIES (MEC, 2014), NOSSA BOLSA (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2014), e Pupt (PROJETO UNIVERSIDADE PARA TODOS, 2013). Por cerca de 20 minutos, cinco ex-alunos da escola que foram exitosos no ingresso ao ensino superior deram seu depoimento. Após esclarecimentos das dúvidas dos alunos, ocorreu um lanche de confraternização para que houvesse uma interação social de troca de experiências. Esse evento foi realizado em duas aulas, tanto no turno matutino quanto no turno vespertino, e foi necessário combinar previamente com os professores responsáveis pelas turmas para que eles acompanhassem os alunos

até o refeitório. Esse evento, de algum modo, interferiu positivamente na atitude, não somente dos alunos como também dos professores que estiveram envolvidos no evento, pois ao me deparar com dois alunos nos corredores da escola, C26 espontaneamente exclamou: *“Professor, essa aula foi show!”*, se referindo ao café Enem. C22 complementou: *“Você subiu no meu conceito, heim professor!”*. Além disso, três professores que presenciaram o café Enem, representados pelas letras L, F e S, iniciais de seus nomes, também se manifestaram espontaneamente no momento oportuno. L perguntou: *“Você sempre faz isso?”*. Sem ser informados que essa atividade se tratava de uma das aulas propostas pela unidade de ensino, foi respondido que: *“É a primeira vez sim”*. Ela solicitou: *“Você pode me passar o material? Porque eu queria fazer o mesmo lá na minha outra escola. Lá são cinco turmas e eu acho que seria muito bom pra aumentar o ânimo deles”*. O professor F participou do diálogo dizendo: *“Acho que devia ter feito isso no início da ano, talvez assim eles tivessem uma postura diferente desde o início”*. A professora S também disse: *“Eles estão tão entusiasmados que os alunos da turma C me pediram uns minutos da aula para montar um grupo de estudos”*. No dia 04 de outubro de 2010, houve a aplicação do segundo simulado do Enem aplicado na rede estadual de ensino. Durante a aplicação da prova, a aluna C27 relatou que a prova estava sendo fácil e, ao ser questionada, ela respondeu que dessa vez estava lendo atentamente todas as questões e que no simulado anterior havia chutado a maioria das questões. Essa mudança de atitude é um indício de possível aumento do interesse pelo Enem.

Na **13ª aula**, ocorreu a aplicação dos questionários de opinião que teve em média 35 minutos de duração. No tempo restante das aulas, o professor entregou os mapas conceituais prévios aos alunos e rediscutiu algumas de suas propriedades, como a necessidade de palavras de ligação, hierarquia e orientações das ligações.

Na **14ª aula**, foi realizada a construção dos mapas MC2. Na turma A, antes de ser iniciada a aplicação dos mapas, a aluna A10 comentou: *“É hoje que vamos fazer o mapa conceitual?”*. Ao ser questionada ela respondeu: *“Prefiro mapa conceitual que prova”*. Quando o professor questionou por qual motivo de sua preferência, o aluno A19, que estava próximo, respondeu: *“Quando eu comecei a fazer eu achei muito tenso. Mas depois eu fui pensando eu consegui fazer as paradas numa boa”*. Essa

ideia também foi compartilhada por C18, que disse: *“Por que ao invés de dar prova, você dá só mapa conceitual? Eu acho melhor”*. Mas essa opinião não é compartilhada por todos, já que o aluno B132 afirmou: *“Deus que me livre desse mapa conceitual”*. Ao ser questionado ele se justificou: *“Porque isso aqui é mais tenso. Mais difícil de fazer”*. Talvez sua resposta esteja relacionada com o potencial do mapa conceitual em promover o pensamento reflexivo, fundamental para a estruturação do mapa conceitual, causando desconforto aos alunos que preferem interagir com o material de modo mecânico, através da simples memorização. De modo geral, todos os alunos se dedicaram na realização da atividade, mas foi possível observar situações de exceção. Os alunos B7, B10, B21, B24, por exemplo, disseram no início da aula que não iriam fazer por preguiça ou por afirmar não saber nada sobre o tema. Depois de uma intervenção do professor, que reafirmou a importância de seus esforços para a aprendizagem, a maioria deles fizeram a atividade.

Na **15ª aula** foi aplicada a avaliação final do conteúdo, apresentada no Anexo E. Durante a aplicação da prova, as equações que relacionam potência, resistência, corrente e tensão elétrica foram escritas no quadro negro e, como muitos alunos estavam questionando sobre o significado de *razão entre dois valores*, discorremos sobre seu significado, pois seu entendimento era fundamental para a resolução da questão 4.

APÊNDICE C – Quadro de Qualidade dos Mapas MC1

(Continua)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
A1	7	7	8	2	1	0	1	Não	B	N	MD	3	1	1	0	0	0	0	0	3
A2	15	14	15	6	2	0	4	Não	M	N	MD	1	3	1	0	1	0	0	0	10
A3	15	9	13	0	0	0	0	Não	N	N	MN	4	3	1	0	0	0	0	0	0
A4	8	7	7	3	0	0	2	Sim	B	N	MD	3	0	1	0	0	0	0	0	10
A5	7	7	5	5	0	0	3	Sim	M	N	MD	0	1	1	0	0	0	0	0	13
A7	3	3	2	1	0	0	0	Não	B	N	MD	2	0	0	0	0	0	0	0	1
A8	12	10	11	4	0	0	3	Sim	B	N	MD	4	0	0	1	0	1	0	0	12
A10	10	9	7	3	0	0	2	Não	B	N	MD	1	1	1	0	0	0	0	0	5
A12	10	8	9	5	0	0	3	Sim	M	N	MD	2	0	2	0	0	0	0	0	13
A13	9	9	5	4	0	0	1	Sim	B	N	MD	0	1	1	0	0	0	0	0	10
A14	10	8	6	4	0	0	0	Não	B	N	MD	4	1	0	0	0	0	0	0	4
A16	8	6	9	1	0	0	1	Sim	B	N	MD	2	0	1	1	0	0	0	0	7
A17	7	7	6	4	0	0	3	Sim	B	N	MD	0	0	2	0	0	0	0	0	12
A18	15	12	14	10	0	0	3	Sim	M	N	MD	0	2	2	1	0	0	0	0	18
A19	17	10	13	1	0	0	0	Não	B	N	MD	4	3	1	0	0	0	0	0	1
A20	11	7	10	4	0	0	2	Não	B	N	MD	1	0	1	0	0	1	0	0	6
A21	10	8	13	6	3	2	3	Não	M	M	MD	2	0	1	2	0	0	0	0	27
A23	10	9	8	7	0	0	5	Sim	B	N	MD	4	0	0	1	0	0	0	0	17
A25	12	9	12	0	0	0	0	Não	N	N	MN	7	1	1	0	0	0	0	0	0
A27	14	10	13	2	0	0	0	Não	B	N	MD	9	2	0	0	0	0	0	0	2
B1	11	10	10	8	0	0	2	Não	M	N	MD	3	0	0	0	0	0	1	0	10
B2	16	14	10	4	0	0	1	Não	B	N	MD	2	0	0	0	0	0	0	1	5
B3	13	11	11	5	0	0	2	Não	M	N	MD	8	0	1	0	0	0	0	0	7
B5	6	5	8	3	1	1	0	Não	B	B	MD	3	0	1	0	0	0	0	0	12
B6	5	5	4	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	0	1	0	0	0	0	0
B7	10	5	11	3	1	0	1	Não	B	N	MD	4	2	1	0	0	0	0	0	4
B8	14	10	12	3	1	0	1	Não	B	N	MD	8	0	0	1	0	0	0	0	4
B9	6	6	5	2	0	0	2	Sim	B	N	MD	0	1	1	0	0	0	0	0	9
B10	7	7	0	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B13	8	6	7	7	2	0	2	Sim	M	N	MD	2	0	0	0	1	0	0	0	14
B15	13	9	16	7	6	0	6	Sim	B	N	MD	1	1	0	0	0	1	1	0	18
B17	17	14	14	10	0	0	5	Não	M	N	MD	4	0	0	1	0	1	0	0	15
B19	9	5	8	7	0	0	2	Não	B	N	MD	1	0	0	0	0	0	1	0	9
B20	10	6	10	2	1	0	1	Sim	B	N	MD	2	0	0	0	0	0	0	1	8
B21	6	5	5	1	0	0	1	Não	B	N	MD	2	0	1	0	0	0	0	0	2
B24	8	6	7	5	0	0	2	Sim	M	N	MD	1	1	0	1	0	0	0	0	12
B27	12	11	8	3	0	0	1	Não	B	N	MD	2	0	0	0	0	1	0	0	4
C1	13	8	10	6	0	0	1	Não	M	N	MD	3	0	1	1	0	0	0	0	7
C3	10	8	9	0	1	0	0	Não	N	N	MN	4	1	1	0	0	0	0	0	0
C4	6	6	6	3	1	1	1	Sim	B	B	MD	3	0	1	0	0	0	0	0	18
C5	8	6	7	1	0	0	1	Não	B	N	MD	2	1	1	0	0	0	0	0	2
C6	10	8	10	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	0	0	0	0	0	1	0
C8	25	21	21	11	0	0	0	Não	B	N	MD	0	0	0	0	0	0	0	1	11
C9	9	7	10	10	2	2	3	Não	M	M	MB	5	1	1	0	0	0	0	0	31
C10	16	13	17	9	0	0	6	Não	M	N	MD	5	4	0	1	0	0	0	0	15
C11	9	8	7	6	0	0	2	Não	M	N	MD	1	3	0	0	0	0	0	0	8

(Continuação)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
C12	22	16	29	21	7	2	15	Não	M	M	MR	6	0	3	1	2	0	0	0	54
C13	8	8	7	0	0	0	0	Não	N	N	MN	5	1	0	0	0	0	0	0	0
C17	12	10	12	3	0	0	3	Não	B	N	MD	4	0	1	0	1	0	0	0	6
C18	12	9	8	0	0	0	0	Não	N	N	MN	2	1	0	1	0	0	0	0	0
C21	12	10	12	1	0	0	0	Não	B	N	MD	8	2	0	0	0	0	0	0	1
C22	12	10	11	5	1	0	2	Não	M	N	MD	5	3	0	0	0	0	0	0	7
C23	15	12	15	2	0	0	1	Não	B	N	MD	4	4	1	0	0	0	0	0	3
C25	14	6	16	3	0	0	3	Não	B	N	MD	2	0	3	0	1	0	0	0	6
C26	18	14	14	1	0	0	0	Não	B	N	MD	1	1	0	0	0	0	0	1	1
C27	19	13	27	14	11	4	5	Não	M	A	MR	7	1	1	0	3	0	0	0	55
C28	10	6	9	2	0	0	2	Não	B	N	MD	5	2	0	0	0	0	0	0	4
C30	7	7	8	3	1	1	3	Não	B	B	MD	5	0	1	0	0	0	0	0	15
AI1	11	7	10	0	1	0	0	Sim	N	N	MN	5	1	1	0	0	0	0	0	5
AI2	10	10	9	6	0	0	4	Sim	M	N	MD	3	1	0	1	0	0	0	0	15
AI3	2	2	0	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI4	9	9	8	6	0	0	2	Sim	M	N	MD	5	0	1	0	0	0	0	0	13
AI5	3	2	2	0	0	0	0	Não	N	N	MN	2	0	0	0	0	0	0	0	0
AI6	13	13	11	11	0	0	8	Sim	M	N	MD	1	0	1	0	0	0	1	0	24
AI7	8	7	6	0	0	0	0	Não	N	N	MN	6	0	0	0	0	0	0	0	0
AI10	13	13	8	2	2	1	3	Não	B	B	MD	4	2	0	0	0	0	0	0	14
AI11	12	10	5	0	0	0	0	Sim	N	N	MN	3	1	0	0	0	0	0	0	5
AI13	15	7	13	0	4	0	0	Não	N	N	MN	5	4	0	0	0	0	0	0	0
AI14	11	10	10	0	3	0	0	Não	N	N	MN	4	3	0	0	0	0	0	0	0
AI15	9	5	8	1	0	0	0	Não	B	N	MD	3	1	1	0	0	0	0	0	1
AI17	12	10	15	4	4	0	3	Sim	B	N	MD	3	1	2	1	0	0	0	0	12
AI19	7	7	7	4	1	0	1	Sim	B	N	MD	5	1	0	0	0	0	0	0	10
AI20	12	12	10	9	0	0	3	Sim	M	N	MD	3	0	1	1	0	0	0	0	17
AI21	8	6	6	1	0	0	0	Não	B	N	MD	4	1	0	0	0	0	0	0	1
AI22	11	10	6	3	0	0	3	Sim	B	N	MD	0	0	0	0	0	1	0	0	11
AI23	6	6	6	4	0	0	1	Sim	B	N	MR	2	2	0	0	0	0	0	0	10
AI24	15	15	14	9	1	1	2	Não	M	B	MR	8	3	0	0	0	0	0	0	20
AI25	20	18	22	22	0	0	9	Sim	M	N	MD	8	1	2	0	0	1	0	0	36
AI28	9	6	15	8	5	2	2	Não	M	M	MR	2	5	1	0	0	0	0	0	28
AI29	8	5	6	2	0	0	0	Não	B	N	MD	1	1	1	0	0	0	0	0	2
AI31	17	13	21	0	3	0	0	Sim	N	N	MN	11	2	2	0	0	0	0	0	5
AI32	10	10	11	9	1	1	1	Sim	M	B	MR	5	1	0	1	0	0	0	0	24
AI33	10	6	6	2	0	0	4	Não	B	N	MD	4	1	0	0	0	0	0	0	6
AI35	10	8	9	2	2	0	0	Não	B	N	MD	5	2	0	0	0	0	0	0	2
AI36	17	13	20	7	4	1	0	Não	B	B	MD	6	2	2	1	0	0	0	0	16
BI1	15	14	15	12	3	0	3	Não	A	B	MB	5	2	2	0	0	0	0	0	15
BI2	10	9	11	3	2	0	0	Não	B	N	MD	3	4	0	0	0	0	0	0	3
BI3	12	8	11	3	1	1	0	Não	B	B	MD	1	2	2	0	0	0	0	0	12
BI4	10	9	7	2	0	0	0	Sim	B	N	MD	1	1	0	1	0	0	0	0	7
BI5	14	8	15	7	2	0	2	Sim	M	N	MD	4	2	1	1	0	0	0	0	14
BI6	17	13	18	7	2	0	0	Sim	B	N	MD	4	4	2	0	0	0	0	0	12
BI7	13	13	14	7	2	0	1	Sim	M	N	MD	9	1	1	0	0	0	0	0	13
BI8	9	9	7	1	0	0	0	Sim	B	N	MD	1	0	2	0	0	0	0	0	6
BI9	13	13	10	8	1	1	5	Sim	M	B	MR	1	3	1	0	0	0	0	0	27

(Continuação)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
BI11	15	15	7	2	0	0	0	Não	B	N	MD	7	0	0	0	0	0	0	0	2
BI12	13	9	16	6	2	1	0	Não	B	B	MD	6	3	0	1	0	0	0	0	15
BI13	12	10	12	2	2	0	0	Não	B	N	MD	3	1	0	0	0	0	1	0	2
BI14	22	16	22	15	0	0	4	Sim	M	N	MD	7	0	2	0	0	0	0	1	24
BI15	10	10	11	0	1	0	0	Não	N	N	MN	5	3	0	0	0	0	0	0	0
BI16	9	8	9	5	1	0	2	Sim	M	N	MR	3	1	0	1	0	0	0	0	12
BI17	13	12	12	0	0	0	0	Sim	N	N	MN	2	0	2	1	0	0	0	0	5
BI18	9	8	9	6	1	1	3	Sim	M	B	MR	0	1	1	1	0	0	0	0	23
BI19	13	8	12	8	0	0	3	Sim	M	N	MD	5	2	1	0	0	0	0	0	16
BI20	10	7	11	1	2	0	0	Sim	B	N	MD	6	1	1	0	0	0	0	0	6
BI21	12	8	19	3	1	0	3	Sim	B	N	MD	4	0	2	1	1	0	0	0	11
BI23	17	10	15	1	0	0	0	Sim	B	N	MD	5	2	2	0	0	0	0	0	6
BI24	20	13	18	4	0	0	3	Sim	B	N	MD	5	4	2	0	0	0	0	0	12
BI25	13	7	12	0	1	0	0	Não	N	N	MN	8	2	0	0	0	0	0	0	0
BI26	15	12	16	5	2	0	1	Não	M	N	MD	7	2	0	0	1	0	0	0	6
BI27	7	6	14	1	2	0	0	Não	B	N	MD	6	4	0	0	0	0	0	0	1
BI28	13	13	19	9	3	0	0	Não	B	N	MD	6	3	1	1	0	0	0	0	9
BI29	7	4	6	2	0	0	0	Não	B	N	MD	0	1	0	1	0	0	0	0	2
BI30	8	5	15	4	3	0	0	Não	B	N	MD	2	1	2	0	1	0	0	0	4
BI32	20	13	21	8	0	0	5	Sim	M	N	MD	4	3	2	0	1	0	0	0	18
BI33	14	8	15	0	0	0	0	Não	N	N	MN	6	0	3	0	0	0	0	0	0
BI35	6	6	7	3	1	1	0	Não	B	B	MD	3	2	0	0	0	0	0	0	12
BI36	9	6	9	0	0	0	0	Não	N	N	MN	1	2	0	1	0	0	0	0	0
BI37	14	4	16	2	3	0	2	Sim	B	N	MD	6	3	0	1	0	0	0	0	9
BI38	7	7	8	0	0	0	0	Não	N	N	MN	2	3	0	0	0	0	0	0	0
CI1	15	9	28	14	2	0	1	Não	M	N	MD	6	4	2	2	0	0	0	0	15
CI3	8	7	7	4	0	0	3	Sim	B	N	MD	2	1	1	0	0	0	0	0	12
CI4	25	11	21	8	0	0	2	Não	B	N	MD	5	4	0	2	0	0	0	0	10
CI5	8	5	7	3	0	0	2	Não	B	N	MD	3	2	0	0	0	0	0	0	5
CI6	13	8	10	2	0	0	0	Não	B	N	MD	7	0	1	0	0	0	0	0	2
CI7	4	3	3	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CI8	22	12	21	21	0	0	5	Sim	A	N	MR	2	2	2	1	1	0	0	0	31
CI9	9	5	9	3	0	0	1	Não	B	N	MD	1	0	1	0	1	0	0	0	4
CI10	6	4	5	3	0	0	1	Não	B	N	MD	3	1	0	0	0	0	0	0	4
CI11	7	7	7	4	0	0	1	Não	B	N	MD	2	1	1	0	0	0	0	0	5
CI12	18	12	16	14	0	0	2	Não	M	N	MD	3	0	2	0	0	0	1	0	16
CI13	9	8	12	5	2	2	2	Não	M	M	MD	2	5	0	0	0	0	0	0	25
CI14	8	6	11	8	0	0	2	Não	M	N	MD	3	4	0	0	0	0	0	0	10
CI15	10	9	9	9	2	2	3	Não	M	M	MB	4	1	1	0	0	0	0	0	30
CI16	12	5	11	4	0	0	1	Não	B	N	MD	3	1	2	0	0	0	0	0	5
CI17	8	7	9	5	1	1	2	Não	M	B	MR	3	3	0	0	0	0	0	0	16
CI18	8	7	10	8	0	0	3	Não	M	N	MD	2	0	1	0	1	0	0	0	11
CI19	12	10	10	6	0	0	3	Não	M	N	MD	4	0	2	0	0	0	0	0	9
CI20	10	8	9	3	1	0	1	Sim	B	N	MD	5	2	0	0	0	0	0	0	9
CI21	13	6	15	8	0	0	2	Não	B	N	MD	3	1	0	0	0	0	0	1	10
CI24	10	7	9	1	0	0	1	Não	B	N	MD	1	4	0	0	0	0	0	0	2

(Término)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
T	1592	1227	1539	625	119	29	234	Sim 48	A 2	A 1	MB 3	483	184	102	35	16	7	6	7	1359
									M 42	M 6	MR 11									
								Não 92	B 73	B 14	MD 103									
									N 23	N 119	MN 23									
MA	11,4	8,8	11,0	4,5	0,9	0,2	1,7	.	.	.	.	3,5	1,3	0,7	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	9,7

Nota: **H** = Hierarquia; **TC** = Total de Conceitos; **CV** = Conceitos Válidos; **TP** = Total de Proposições; **PV** = Proposições Válidas; **RCZ** = Relações Cruzadas; **RCV** (Relações Cruzadas válidas); **EX** = Exemplo; **DP** = Diferenciação Progressiva; **RI** = Reconciliação Integrativa; **A** = Alta; **M** = Média; **B** = Baixa; **N** = Nula; **QM** = Qualidade do Mapa; **MB** = Mapa Bom; **MR** = Mapa Regular; **MD** = Mapa Deficiente; **MN** = Mapa Nulo; **T** = Total; **MA** = Média Aritmética.

APÊNDICE D – Quadro de Qualidade dos Mapas MC2

(Continua)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)	
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...									
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais		
A1	18	10	9	3	0	0	1	Sim	B	N	MD	4	1	1	0	0	0	0	0	0	9
A2	15	15	15	12	0	0	6	Sim	M	N	MD	3	1	1	0	0	0	0	1	0	23
A3	22	19	20	5	3	0	3	Sim	M	N	MD	10	2	2	0	0	0	0	0	0	13
A4	13	13	9	9	2	2	2	Sim	M	M	MB	3	3	0	0	0	0	0	0	0	34
A5	8	8	6	5	1	1	1	Não	M	B	MR	2	2	0	0	0	0	0	0	0	15
A7	13	11	15	3	0	0	3	Não	B	N	MD	2	2	3	0	0	0	0	0	0	6
A8	22	20	25	15	3	0	6	Sim	A	N	MR	5	6	1	0	1	0	0	0	0	26
A10	17	17	11	5	0	0	1	Não	M	N	MD	7	2	0	0	0	0	0	0	0	6
A12	6	6	5	3	0	0	1	Não	B	N	MD	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
A13	24	21	27	20	2	2	8	Sim	A	M	MR	7	3	2	2	0	0	0	0	0	51
A14	20	20	22	16	0	0	7	Sim	A	N	MR	9	4	0	0	1	0	0	0	0	28
A16	8	6	9	4	0	0	1	Não	B	N	MD	1	1	2	0	0	0	0	0	0	5
A17	23	22	28	24	3	2	7	Sim	A	M	MB	13	1	1	0	2	0	0	0	0	54
A18	17	14	19	9	3	3	3	Sim	M	A	MD	6	2	3	0	0	0	0	0	0	44
A19	21	19	18	10	2	2	1	Não	M	M	MR	8	2	2	0	0	0	0	0	0	29
A20	13	12	11	3	0	0	1	Não	B	N	MD	6	1	1	0	0	0	0	0	0	4
A21	17	16	18	14	1	0	6	Sim	M	N	MD	5	5	1	0	0	0	0	0	0	25
A23	11	11	17	8	0	0	8	Não	B	N	MD	0	0	0	1	1	0	0	1	0	16
A25	19	19	18	12	1	0	7	Não	M	N	MD	4	1	0	0	0	2	0	0	0	19
A27	19	19	14	3	0	0	0	Sim	B	N	MD	3	1	3	0	0	0	0	0	0	8
B1	20	20	26	23	2	2	6	Não	A	M	MB	6	1	1	0	0	0	1	1	0	47
B2	16	16	16	10	0	0	5	Sim	A	N	MR	3	1	2	0	1	0	0	0	0	20
B3	18	17	13	7	1	1	1	Não	M	B	MR	9	2	0	0	0	0	0	0	0	17
B5	13	13	14	11	1	1	3	Sim	A	B	MB	4	2	2	0	0	0	0	0	0	28
B6	13	13	25	6	0	0	5	Não	M	N	MD	4	3	5	0	0	0	0	0	0	11
B7	0	0	0	0	0	0	0	Não	N	N	MN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B8	11	8	12	5	1	0	3	Sim	M	N	MD	4	1	0	0	0	1	0	0	0	13
B9	18	17	15	8	0	0	5	Não	M	N	MD	1	2	0	1	0	1	0	0	0	13
B10	12	11	17	13	3	0	4	Não	M	N	MD	3	3	1	0	1	0	0	0	0	17
B13	16	14	15	10	1	1	3	Não	A	B	MR	3	1	1	0	0	1	0	0	0	22
B15	15	14	22	9	1	0	6	Não	M	N	MD	4	2	1	0	1	1	0	0	0	15
B17	25	21	26	20	3	2	7	Não	A	M	MB	7	2	0	1	1	1	0	0	0	45
B19	23	20	17	15	0	0	7	Não	A	N	MR	4	0	2	0	0	0	1	0	0	22
B20	16	15	12	7	1	0	4	Sim	M	N	MD	2	1	0	0	0	0	0	0	1	16
B21	18	17	17	8	0	0	9	Sim	M	N	MD	11	0	2	0	0	0	0	0	0	22
B24	12	12	15	8	0	0	5	Não	M	N	MD	1	0	3	0	1	0	0	0	0	13
B27	14	12	17	6	0	0	3	Não	M	N	MD	2	1	1	0	0	0	0	1	0	9
C1	18	16	15	4	1	0	4	Não	B	N	MD	5	3	0	1	0	0	0	0	0	8
C3	20	18	21	5	1	1	2	Não	M	B	MD	6	1	0	2	0	0	0	0	0	16
C4	17	16	22	11	1	0	4	Sim	A	N	MR	8	1	0	3	0	0	0	0	0	20
C5	20	18	18	1	0	0	0	Não	B	N	MD	13	1	1	0	0	0	0	0	0	1
C6	17	16	16	5	1	0	4	Não	M	N	MD	4	0	1	1	1	0	0	0	0	9
C8	35	32	39	26	1	1	8	Não	A	B	MR	3	3	3	1	1	0	0	1	0	43
C9	15	13	20	14	3	2	5	Sim	M	M	MR	12	4	0	0	0	0	0	0	0	42
C10	24	24	27	20	4	3	7	Não	A	A	MR	9	5	1	0	1	0	0	0	0	54
C11	23	22	23	22	3	3	6	Não	A	A	MB	3	5	1	0	0	0	1	0	0	55

(Continuação)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
C12	37	31	49	34	3	3	7	Não	A	A	MR	14	6	3	1	2	0	0	0	68
C13	19	19	22	1	0	0	0	Não	B	N	MD	4	2	1	0	1	1	0	0	1
C17	20	18	25	18	0	0	7	Não	A	N	MR	5	2	2	0	2	0	0	0	25
C18	27	25	27	13	1	1	3	Não	A	B	MD	7	1	1	2	0	0	1	0	25
C21	20	19	11	3	0	0	2	Não	B	N	MD	7	2	0	0	0	0	0	0	5
C22	25	24	31	24	4	2	7	Sim	A	M	MB	10	5	1	2	0	0	0	0	54
C23	20	15	22	11	1	1	3	Sim	A	B	MR	6	2	4	0	0	0	0	0	28
C25	26	24	30	11	0	0	4	Sim	A	N	MD	3	2	2	3	1	0	0	0	20
C26	20	17	16	5	0	0	2	Sim	M	N	MD	8	2	0	1	0	0	0	0	12
C27	26	24	39	25	3	1	7	Não	A	B	MR	11	4	4	2	0	0	0	0	41
C28	22	22	37	14	1	1	4	Sim	A	B	MD	6	3	0	1	3	1	0	0	32
C30	13	12	15	9	1	1	3	Sim	M	B	MR	7	1	2	0	0	0	0	0	26
AI1	14	8	15	7	0	0	2	Não	B	N	MD	9	3	0	0	0	0	0	0	9
AI2	13	13	14	9	0	0	5	Sim	M	N	MD	1	0	1	1	0	1	0	0	19
AI3	12	12	15	8	0	0	2	Sim	M	N	MN	4	1	0	1	1	0	0	0	15
AI4	20	16	27	19	3	1	5	Sim	A	B	MR	8	3	0	2	1	0	0	0	38
AI5	22	19	24	16	2	2	5	Não	A	M	MR	8	4	0	2	0	0	0	0	39
AI6	20	20	22	13	0	0	8	Sim	M	N	MD	2	1	3	1	1	0	0	0	26
AI7	20	17	18	6	1	0	3	Sim	M	N	MD	3	2	1	2	0	0	0	0	14
AI10	33	29	48	18	2	1	6	Não	A	B	MD	14	5	2	2	2	0	0	0	33
AI11	14	14	11	6	0	0	2	Não	M	N	MD	7	2	0	0	0	0	0	0	8
AI13	21	18	24	10	0	0	4	Sim	A	N	MD	6	5	1	0	1	0	0	0	19
AI14	10	9	13	8	0	0	5	Não	B	N	MD	2	1	3	0	0	0	0	0	13
AI15	29	24	28	6	1	0	2	Não	M	N	MD	6	3	1	0	0	1	1	0	8
AI17	33	24	34	24	0	0	10	Sim	A	N	MR	10	1	3	3	0	0	0	0	39
AI19	30	25	46	36	2	0	18	Sim	A	N	MR	13	2	3	2	1	0	1	0	59
AI20	32	30	32	26	3	3	7	Sim	A	A	MB	13	5	1	0	0	1	0	0	65
AI21	19	18	19	14	1	1	5	Sim	A	B	MR	4	1	1	0	2	0	0	0	33
AI22	20	18	24	15	1	1	8	Não	A	B	MR	5	1	1	2	0	1	0	0	32
AI23	18	18	18	14	1	1	4	Sim	A	B	MB	6	3	2	0	0	0	0	0	32
AI24	9	9	9	6	0	0	0	Não	B	N	MD	0	2	0	0	1	0	0	0	6
AI25	32	29	42	28	6	3	7	Não	A	A	MR	12	3	1	0	3	1	0	0	62
AI28	31	27	39	27	3	3	8	Não	A	A	MR	17	3	2	1	0	1	0	0	62
AI29	14	10	23	6	0	0	4	Não	M	N	MD	8	0	0	1	1	1	0	0	10
AI31	20	20	22	19	3	3	5	Não	A	A	MB	9	3	1	1	0	0	0	0	51
AI32	23	23	25	18	2	0	7	Sim	A	N	MR	7	4	2	1	0	0	0	0	30
AI33	16	16	16	8	0	0	0	Sim	B	N	MD	4	3	2	0	0	0	0	0	13
AI35	26	25	35	24	3	3	7	Sim	A	A	MR	4	7	1	1	2	0	0	0	63
AI36	20	18	22	6	1	1	1	Não	M	B	MD	5	0	0	1	0	1	1	0	16
BI1	26	23	32	24	3	2	5	Não	A	M	MB	12	3	0	1	2	0	0	0	47
BI2	15	12	15	5	2	0	4	Não	M	N	MD	5	2	2	0	0	0	0	0	9
BI3	22	21	29	22	4	3	4	Não	A	A	MB	7	5	0	0	1	0	1	0	53
BI4	15	14	20	7	3	1	5	Não	M	B	MD	4	1	2	2	0	0	0	0	21
BI5	19	14	34	16	0	0	4	Não	A	N	MD	8	2	3	2	1	0	0	0	20
BI6	34	28	38	29	0	0	9	Sim	A	N	MR	15	2	0	3	0	0	1	0	43
BI7	16	15	18	10	3	3	1	Não	M	A	MR	10	2	0	1	0	0	0	0	38
BI8	14	13	19	4	0	0	3	Não	B	N	MD	9	2	2	0	0	0	0	0	7

(Continuação)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
BI9	19	17	23	14	1	1	5	Sim	M	B	MR	5	3	2	0	0	1	0	0	33
BI11	35	23	39	15	0	0	5	Não	A	N	MD	11	8	2	0	0	1	0	0	20
BI12	31	24	37	19	2	2	3	Não	A	M	MR	11	6	3	0	1	0	0	0	40
BI13	15	14	22	12	2	0	5	Não	A	N	MR	1	4	2	0	0	0	1	0	17
BI14	36	28	48	35	3	3	11	Não	A	A	MR	14	7	2	1	2	0	0	0	73
BI15	24	21	24	12	1	1	3	Sim	A	B	MR	10	4	2	0	0	0	0	0	29
BI16	14	13	13	3	0	0	1	Sim	B	N	MD	7	1	0	1	0	0	0	0	9
BI17	20	20	28	13	0	0	5	Não	A	N	MD	5	9	0	0	1	0	0	0	18
BI18	23	16	24	8	0	0	4	Não	M	N	MD	6	6	2	0	0	0	0	0	12
BI19	19	17	22	17	2	2	4	Sim	M	M	MB	8	1	4	0	0	0	0	0	44
BI20	21	20	23	18	1	1	7	Sim	A	B	MB	12	1	0	1	1	0	0	0	39
BI21	24	20	23	11	0	0	3	Não	A	N	MD	7	4	1	0	1	0	0	0	14
BI23	21	14	34	8	0	0	3	Não	M	N	MD	4	10	2	1	0	0	0	0	11
BI24	19	14	20	14	0	0	11	Não	M	N	MD	3	2	3	1	0	0	0	0	25
BI25	21	21	19	9	0	0	5	Sim	M	N	MD	7	4	0	1	0	0	0	0	19
BI26	21	20	22	14	0	0	8	Sim	A	N	MR	8	1	4	0	0	0	0	0	27
BI27	13	13	19	9	1	1	6	Não	M	B	MD	5	4	2	0	0	0	0	0	24
BI28	19	16	21	13	0	0	2	Não	M	N	MD	16	1	1	0	0	0	0	0	15
BI29	10	7	11	0	0	0	0	Não	N	N	MN	2	1	1	1	0	0	0	0	0
BI30	16	15	20	12	2	1	5	Sim	M	B	MR	10	0	2	1	0	0	0	0	31
BI32	34	21	44	21	0	0	11	Sim	A	N	MD	9	5	2	2	1	1	0	0	37
BI33	17	16	26	5	0	0	3	Não	M	N	MD	13	2	3	0	0	0	0	0	8
BI35	19	15	17	8	0	0	2	Sim	M	N	MD	6	4	1	0	0	0	0	0	15
BI36	17	14	18	6	0	0	2	Não	M	N	MD	5	5	1	0	0	0	0	0	8
BI37	16	16	15	10	1	1	3	Não	A	B	MR	4	4	1	0	0	0	0	0	22
BI38	19	13	24	7	0	0	2	Não	M	N	MD	5	3	3	1	0	0	0	0	9
CI1	20	16	28	21	2	2	4	Não	A	M	MB	5	5	1	1	0	1	0	0	43
CI3	18	18	20	10	1	0	5	Sim	A	N	MR	0	4	0	3	0	0	0	0	20
CI4	21	17	25	16	4	2	6	Não	M	M	MR	14	2	1	1	0	0	0	0	40
CI5	16	16	12	2	0	0	1	Não	B	N	MD	7	1	1	0	0	0	0	0	3
CI6	16	16	23	13	1	1	6	Sim	A	B	MR	2	1	0	3	0	0	1	0	33
CI7	10	10	11	3	0	0	0	Não	B	N	MD	4	1	0	0	1	0	0	0	3
CI8	37	34	41	33	5	4	7	Não	A	A	MB	10	6	2	2	1	0	0	0	76
CI9	7	7	6	3	0	0	3	Não	B	N	MD	3	0	1	0	0	0	0	0	6
CI10	9	9	11	10	2	2	5	Não	B	M	MR	3	0	0	2	0	0	0	0	33
CI11	42	38	51	39	4	2	9	Sim	A	M	MB	15	4	3	0	1	1	0	1	71
CI12	31	23	38	32	5	4	4	Sim	A	A	MB	11	2	5	2	0	0	0	0	77
CI13	21	19	21	6	2	0	3	Não	M	N	MD	6	2	1	2	0	0	0	0	9
CI14	22	20	15	6	1	1	4	Não	M	B	MD	5	2	2	0	0	0	0	0	19
CI15	20	16	20	12	2	2	2	Sim	M	M	MR	10	2	2	0	0	0	0	0	37
CI16	13	10	13	6	0	0	4	Não	B	N	MD	3	0	2	1	0	0	0	0	10
CI17	18	16	18	8	1	0	4	Não	M	N	MD	5	1	1	2	0	0	0	0	12
CI18	16	11	27	18	1	1	4	Não	M	B	MR	6	4	1	1	0	1	0	0	31
CI19	24	23	20	14	2	1	4	Não	A	B	MR	3	3	1	2	0	0	0	0	27
CI20	20	17	17	12	0	0	4	Sim	M	N	MD	6	1	0	1	0	0	0	0	21
CI21	43	35	46	37	4	4	13	Não	A	A	MB	12	7	1	1	1	0	0	1	86
CI24	10	7	7	4	0	0	1	Não	B	N	MD	5	1	0	0	0	0	0	0	5

(Término)

Aluno	Critérios											Relação entre conceitos								Nota (Novak, 1984)
	TC	CV	TP	PV	RCZ	RCV	EX	H	DP	RI	QM	Um conceito ligado a...								
												1	2	3	4	5	6	7	8 ou mais	
MA	19,7	17,4	22,1	12,6	1,2	0,8	4,5	.	.	.	.	6,5	2,5	1,3	0,7	0,4	0,2	0,1	0,0	26,1
T	2759	2438	3096	1757	167	110	625	Sim 55	A 60	A 15	MB 19	906	354	183	93	53	23	12	7	3647
							Não 85	M 55	M 17	MR 45										
								B 23	B 28	MD 73										
								N 2	N 80	MN 3										

Nota: **H** = Hierarquia; **TC** = Total de Conceitos; **CV** = Conceitos Válidos; **TP** = Total de Proposições; **PV** = Proposições Válidas; **RCZ** = Relações Cruzadas; **RCV** (Relações Cruzadas válidas); **EX** = Exemplo; **DP** = Diferenciação Progressiva; **RI** = Reconciliação Integrativa; **A** = Alta; **M** = Média; **B** = Baixa; **N** = Nula; **QM** = Qualidade do Mapa; **MB** = Mapa Bom; **MR** = Mapa Regular; **MD** = Mapa Deficiente; **MN** = Mapa Nulo; **T** = Total; **MA** = Média Aritmética.

APÊNDICE E – Conceitos Gerais que apareceram no MC1 e MC2

(Continua)

Categorias	Conceitos	Número de citações	
		MC1	MC2
Outros conceitos gerais	Alumínio	3	4
	Bobina	0	9
	Borracha	3	4
	Campo Elétrico	4	5
	Carga Elétrica Negativa	29	31
	Carga Elétrica Positiva	28	28
	Cargas Iguais	1	0
	Cargas Opostas	2	0
	Cobre	3	13
	Condutor Elétrico	14	19
	Coulomb	1	1
	Eletricidade	39	18
	Eletricista	2	2
	Eletrônica	0	1
	Energia Cinética	2	1
	Energia Luminosa	0	1
	Energia Mecânica	0	2
	Energia Térmica	2	18
	Engenheiro	1	0
	Engenheiro em Mecânica	1	0
	Filamento da Lâmpada	0	5
	Física	9	0
	Força de Atração	0	1
	Força de Repulsão	1	1
	Isolado	1	0
	Isolante Elétrico	4	3
	Joule	0	2
	KWh	0	1
	Lei de Coulomb	3	0
	Newton	1	0
	Núcleo Atômico	1	0
	Nuvem	1	0
	Outros Aparelhos Eletrônicos (exceto eletroímã, televisão, transformador, ferro elétrico, lâmpada, motor elétrico e chuveiro elétrico)	216	238
Outros Metais (exceto cobre e alumínio)	4	19	
Partículas	0	9	
Pólo Negativo	11	25	
Pólo Positivo	9	26	
Prótons	4	20	
Terra/Aterramento	4	0	
W	1	1	
Somatória dos conceitos relacionados à conceitos gerais		405	508

Categorias	Conceitos	(Conclusão)	
		Número de citações	
		MC1	MC2
Conceitos ausentes no mapa conceitual de referência mas que possuem relação com o tema	Automóvel	10	10
	Conceito Relacionado a Aquecer a Água	1	12
	Efeito Fotoelétrico	1	0
	Eletrização	2	0
	Energia Eólica	6	5
	Energia Humana	1	0
	Energia Solar	2	1
	Escelsa	1	1
	Farol	1	1
	Nêutrons	1	4
	Nula	3	1
	Postes	13	7
	Potencial de Corte	2	0
	Raios X	1	0
	Torres	1	0
Vidro Elétrico	1	0	
Outros Conceitos que não possuem relação com o MC de referência		318	279

APÊNDICE F– Relatório da Análise Estatística



CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
LABORATÓRIO DE ESTATÍSTICA
Av. Fernando Ferrari, S/N - Goiabeiras
29060-900 - Vitória - ES - Brasil
E-mail: lestat.est@gmail.com
Fone: (27) 4009-7667



Este relatório foi realizado no Laboratório de Estatística LESTAT, sob a responsabilidade de Paula Daher Ximenes.

Para a análise dos dados foi realizado o teste de McNemar e o índice Kappa e tabela de frequência. Utilizou-se o pacote estatístico SPSS, versão 20.0 e o nível de significância adotado foi de 5%.

Tabela F.1: Tabela de comparação do questionário de opinião entre antes e depois da aplicação da unidade de ensino

(Continua)

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		sim	mais ou menos	não	não sei				
Eu gosto de Física	Antes	sim	31	11	2	0,225	0,001	0,005	
		mais ou menos	25	33	3				
		não	8	10	3				
Eu gosto de estudar Física	Antes	sim	20	9	0	0,291	0,0001	Não foi possível realizar o teste	
		mais ou menos	24	41	4				0
		não	6	11	10				0
		não sei	0	1	0				0
Geralmente eu gosto das aulas de Física	Antes	sim	51	17	0	0,170	0,024	0,179	
		mais ou menos	27	20	1				1
		não	4	0	1				0
		não sei	2	1	0				0

(Continuação)

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		sim	mais ou menos	não	não sei				
Geralmente eu gosto dos professores de Física						0,140	0,046	Não foi possível realizar o teste	
		sim	78	12	0				0
	Antes	mais ou menos	16	6	0				2
		não	3	3	0				0
		não sei	5	1	0				0
Eu me interessou por experiências de Física						0,182	0,019	Não foi possível realizar o teste	
		sim	79	16	3				0
	Antes	mais ou menos	15	8	1				0
		não	1	1	1				0
		não sei	1	0	0				0
Eu gostaria de participar de um grupo para construir experiências de Física						0,061	0,286	0,003	
		sim	47	9	3				3
	Antes	mais ou menos	23	9	2				0
		não	13	3	1				1
		não sei	7	5	0				0
Eu gostaria de participar de um grupo para estudar experiências de Física						0,039	0,465	0,0001	
		sim	36	7	3				2
	Antes	mais ou menos	25	6	2				2
		não	11	14	3				0
		não sei	5	7	3				0
Eu me interessou por informações que abordam Física						0,338	0,0001	0,523	
		sim	25	9	1				1
	Antes	mais ou menos	15	37	6				1
		não	2	12	8				1
		não sei	2	3	1				2

(Continuação)

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		sim	mais ou menos	não	não sei				
Eu me interessop por filmes que abordam Física	Antes		sim	mais ou menos	não	não sei	0,232	0,0001	0,004
		sim	34	25	7	2			
		mais ou menos	4	13	10	1			
		não	4	8	13	1			
		não sei	0	1	3	0			
Eu me interessop por documentários que abordam Física	Antes		sim	mais ou menos	não	não sei	0,220	0,0001	0,611
		sim	15	11	6	1			
		mais ou menos	6	16	11	1			
		não	3	17	24	4			
		não sei	1	2	6	2			
Eu me interessop por textos que abordam Física	Antes		sim	mais ou menos	não	não sei	0,175	0,006	0,628
		sim	4	5	2	0			
		mais ou menos	8	27	14	1			
		não	4	22	28	4			
		não sei	0	2	4	1			
Eu gosto de todas as disciplinas (matérias) da escola	Antes		sim	mais ou menos	não	não sei	0,145	0,034	0,135
		sim	1	4	1	0			
		mais ou menos	3	32	15	1			
		não	7	27	29	2			
		não sei	0	2	2	0			
Eu odeio todas as disciplinas (matérias) da escola	Antes		sim	mais ou menos	não	não sei	0,249	0,0001	0,129
		sim	1	1	1	0			
		mais ou menos	1	14	12	1			
		não	2	18	67	7			
		não sei	0	1	0	0			

(Continuação)

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		sim	mais ou menos	não	não sei				
Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um (ou outro) curso técnico	Antes	sim	53	7	7	8	0,268	0,0001	0,074
		mais ou menos	1	0	2	2			
		não	5	1	7	1			
		não sei	10	4	8	10			
O aluno tem interesse em fazer algum curso técnico na área de exatas que tenha relação à Física ou à tecnologia?	Antes	Não	sim			0,571	0,0001	1,000	
		não	106	5					
Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um curso superior	Antes	sim	80	4	2	9	0,436	0,0001	0,068
		mais ou menos	1	1	1	0			
		não	3	0	2	2			
		não sei	2	3	5	11			
O aluno tem interesse em fazer algum curso de engenharia?	Antes	Não	sim			0,681	0,0001	0,774	
		não	97	7					
O aluno tem interesse em fazer algum curso superior na área de exatas que tenha relação à Física ou à tecnologia?	Antes	Não	sim			0,671	0,0001	0,267	
		não	95	9					
Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Universidade Pública	Antes	sim	27	11	0	4	0,258	0,0001	0,395
		mais ou menos	21	35	2	6			
		não	2	1	1	1			
		não sei	6	4	1	4			

(Continuação)

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		sim	mais ou menos	não	não sei				
Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Faculdade particular	Antes	sim	29	8	1	0,356	0,0001	0,737	
		mais ou menos	13	30	3				7
		não	1	1	4				1
		não sei	5	10	2				8
Eu (ou minha família) tenho condições de pagar uma faculdade particular para mim	Antes	sim	14	4	1	0,517	0,0001	0,677	
		mais ou menos	3	17	9				2
		não	0	4	54				4
		não sei	2	3	6				2
Eu serei beneficiado pela Lei das cotas (nº 12.711/2012) nesse “vestibular”	Antes	sim	38	3	1	0,265	0,0001	0,006	
		mais ou menos	9	6	1				2
		não	6	1	3				2
		não sei	17	7	8				16
Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no “vestibular”	Antes	sim	49	8	2	0,226	0,0001	0,019	
		mais ou menos	22	16	1				2
		não	5	5	2				1
		não sei	7	3	1				1
Eu gostaria de fazer um curso superior de engenharia	Antes	sim	28	5	5	0,441	0,0001	0,021	
		mais ou menos	1	0	2				1
		não	5	7	51				0
		não sei	4	2	9				3
Entre todas as disciplinas da escola, quais você está mais gostando nesse ano? (Considerou Física)	Antes	não	53	25	0,353	0,0001	0,154		
		sim	15	33					

(Continuação)

		Depois					Kappa	p-valor	McNemar p-valor		
		0	1	2	3	4				5	
Diante da palavra "Física" escreva 5 palavras que lhe vem à mente. O aluno escreveu quantos conceitos-chaves do mapa conceitual de referência?	Antes	0	13	13	6	4	3	0	0,065	0,142	0,019
		1	8	9	8	9	1	1			
		2	3	5	4	7	4	1			
		3	3	1	1	4	6	2			
		4	0	1	3	0	2	1			
		5	0	0	1	0	0	0			
O aluno sentiu Dúvida?	Antes	Não	sim					0,047	0,466	0,0001	
		não	2	4							
		sim	25	95							
		Não	sim					0,262	0,002	0,011	
O aluno sentiu raiva?	Antes	não	76	10							
		sim	26	14							
O aluno sentiu Tédio?	Antes	Não	sim					0,278	0,001	0,005	
		não	24	12							
		sim	31	59							
		Não	sim					0,271	0,0001	0,0001	
O aluno sentiu Tristeza?	Antes	não	101	2							
		sim	18	5							
O aluno sentiu Alegria?	Antes	Não	sim					0,374	0,0001	0,728	
		não	21	18							
		sim	15	72							
		Não	sim					0,250	0,003	0,029	
O aluno sentiu Satisfação?	Antes	não	10	22							
		sim	9	85							
O aluno sentiu Curiosidade?	Antes	Não	sim					0,398	0,0001	0,289	
		não	3	6							
		sim	2	115							
		Não	sim					0,178	0,022	0,0001	
O aluno está gostando das aulas de Física e demonstrou segurança ao dar sua opinião?	Antes	não	17	38							
		sim	10	61							

						Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
		Depois							
		0	1	2	3				
O aluno citou afinidade com algum curso de engenharia quantas vezes?	Antes	0	57	11	4	0,486	0,0001	0,235	
		1	8	14	1				0
		2	0	3	4				1
		3	0	1	2				4
O aluno citou afinidade com algum curso superior na área de exatas que tenha relação à Física ou à tecnologia quantas vezes?	Antes	0	54	11	0	0,526	0,0001	0,678	
		1	8	16	2				0
		2	1	2	6				2
		3	0	1	4				4
Diante da palavra “Engenharia”, escreva 5 palavras que lhe vem à mente (questão aberta). O aluno escreveu quantos conceitos relacionados às aulas de Física?	Antes	0	51	21	0	0,248	0,002	0,220	
		1	16	21	0				2
		2	3	2	1				0
		3	1	1	0				0
O aluno indicou com segurança que gostaria de ser engenheiro e, em sua justificativa, sugeriu não ter apenas interesses financeiros, de mercado ou de status em relação à profissão.	Antes		Não	sim					
		não	88	9	0,541	0,0001	0,824		
		sim	11	18					

Tabela F.2: Tabela de comparação entre antes e depois da aplicação da UEPS

		Depois				Kappa	p-valor	McNemar p-valor	
Diferenciação progressiva	Antes	nula	nula	baixa	média	alta	0,0480	0,1820	0,0001
		nula	0	4	13	6			
		baixa	2	15	24	32			
		média	0	4	18	20			
		alta	0	0	0	2			
Reconciliação Integrativa	Antes	nula	nula	baixa	média	alta	0,1080	0,0240	0,0001
		nula	72	22	13	12			
		baixa	6	5	2	1			
		média	2	0	2	2			
		alta	0	1	0	0			
Qualidade do Mapa	Antes	nula	nula	deficiente	regular	boa	-0,0140	0,7530	0,0001
		nula	1	19	2	1			
		deficiente	2	50	36	15			
		regular	0	4	5	2			
		boa	0	0	2	1			
Possui nível hierárquico apreciável?	Antes	Não	Não	sim			0,1230	0,1440	0,4270
		não	59	32					
		sim	25	23					

ANEXO A – Questionário prévio de opinião



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
“EEEFM BENÍCIO GONÇALVES”
VALE ENCANTADO – VILA VELHA – ES

ALUNO (A):		
TURMA:	DATA:	PROFESSOR:

Gostaríamos de saber sua opinião.

1. Solicitamos que responda as questões abaixo, marcando com um X na sua opinião.

Questões	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
a) Eu gosto de Física .	()	()	()	()
b) Eu gosto de estudar Física .	()	()	()	()
c) Geralmente eu gosto das aulas de Física .	()	()	()	()
d) Geralmente eu gosto dos professores de Física .	()	()	()	()
e) Eu me interesso por experiências de Física .	()	()	()	()
f) Eu gostaria de participar de um grupo para construir experiências de Física .	()	()	()	()
g) Eu gostaria de participar de um grupo para estudar experiências de Física .	()	()	()	()
h) Eu me interesso por informações que abordam Física .	()	()	()	()
i) Eu me interesso por filmes que abordam Física .	()	()	()	()
j) Eu me interesso por documentários que abordam Física .	()	()	()	()
k) Eu me interesso por textos que abordam Física .	()	()	()	()
l) Eu gosto de todas as disciplinas (matérias) da escola.	()	()	()	()
m) Eu odeio todas as disciplinas (matérias) da escola.	()	()	()	()
n) Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um (ou outro) curso técnico.	()	()	()	()
Qual curso? _____				
o) Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um curso superior.	()	()	()	()
Qual curso? _____				
p) Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Universidade Pública.	()	()	()	()
q) Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Faculdade particular.	()	()	()	()
r) Eu (ou minha família) tenho condições de pagar uma faculdade particular para mim.	()	()	()	()
s) Eu serei atendido pela Lei das cotas (nº 12.711/2012) nesse “vestibular”.	()	()	()	()
t) Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no “vestibular”.	()	()	()	()
u) Eu gostaria de fazer um curso superior de engenharia.	()	()	()	()
Qual engenharia? _____				

2. Entre todas as disciplinas da escola, quais você está mais gostando nesse ano?

- a) 1ª disciplina (matéria): _____
- b) 2ª disciplina (matéria): _____
- c) 3ª disciplina (matéria): _____

3. Diante da palavra “Física” escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

- a) 1ª palavra: _____
- b) 2ª palavra: _____
- c) 3ª palavra: _____
- d) 4ª palavra: _____
- e) 5ª palavra: _____

4. Durante as aulas de Física nesse ano, em algum momento você sentiu:

Surpresa?	Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Tédio?	Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Satisfação?	Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Dúvida?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Tristeza?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Curiosidade?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>
Raiva?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Alegria?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>	Outros?	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> Quais? _____

5. De modo geral, você está gostando das aulas de **Física desse ano**? Justifique sua resposta:

6. Quais são os três cursos superiores que você tem mais afinidade?

a) 1º curso superior: _____

b) 2º curso superior: _____

c) 3º curso superior: _____

7. Diante da palavra “Engenharia”, escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

a) 1ª palavra: _____

b) 2ª palavra: _____

c) 3ª palavra: _____

d) 4ª palavra: _____

e) 5ª palavra: _____

8. Você gostaria de ser engenheiro(a)? Justifique:

Obrigado pela sua colaboração

ANEXO B – Questionário de opinião pós-UEPS



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
“EEEFM BENÍCIO GONÇALVES “
VALE ENCANTADO – VILA VELHA - ES

ALUNO (A):		
TURMA:	DATA:	PROFESSOR:

Gostaríamos de saber sua opinião.

1. Solicitamos que responda as questões abaixo, marcando com um **X** na sua opinião.

Questões	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
a) Atualmente eu estou gostando de Física .	()	()	()	()
b) Atualmente eu estou gostando de estudar Física .	()	()	()	()
c) Atualmente eu estou gostando das aulas de Física .	()	()	()	()
d) Atualmente eu estou gostando do professor de Física .	()	()	()	()
e) Eu me interessei pela experiência(as) de Física feita(as) pelo meu grupo.	()	()	()	()
f) Eu gostei de participar de um grupo para construir experiência(as) de Física .	()	()	()	()
g) Eu gostei de participar de um grupo para estudar experiência(as) de Física .	()	()	()	()
h) Atualmente eu estou me interessando por informações que abordam Física	()	()	()	()
i) Atualmente eu estou me interessando por filmes que abordam Física.	()	()	()	()
j) Atualmente estou me interessando por documentários que abordam Física.	()	()	()	()
k) Atualmente eu estou me interessando por textos que abordam Física .	()	()	()	()
l) Atualmente eu estou gostando de todas as disciplinas (matérias) da escola.	()	()	()	()
m) Atualmente eu estou odiando todas as disciplinas (matérias) da escola.	()	()	()	()
n) Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um (ou outro) curso técnico.	()	()	()	()
Qual curso? _____				
o) Terminando o Ensino Médio, eu quero fazer um curso superior.	()	()	()	()
Qual curso? _____				
p) Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Universidade Pública.	()	()	()	()
q) Eu me sinto capaz de passar no “vestibular” para uma Faculdade particular.	()	()	()	()
r) Eu (ou minha família) tenho condições de pagar uma faculdade particular para mim.	()	()	()	()
s) Eu serei atendido pela Lei das cotas (nº 12.711/2012) nesse “vestibular”.	()	()	()	()
t) Eu conheço os direitos que o aluno da escola pública tem no “vestibular”.	()	()	()	()
u) Eu gostaria de fazer um curso superior de engenharia.	()	()	()	()
Qual engenharia? _____				

2. Levando em consideração as aulas de todas as disciplinas da escola **após as férias de Julho**, quais são as três disciplinas que você mais está gostando?

- a) 1ª disciplina (matéria): _____
- b) 2ª disciplina (matéria): _____
- c) 3ª disciplina (matéria): _____

3. Diante da palavra “Física” escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

- a) 1ª palavra: _____
- b) 2ª palavra: _____
- c) 3ª palavra: _____
- d) 4ª palavra: _____
- e) 5ª palavra: _____

4. Durante as aulas de Física, **após as férias de Julho**, em algum momento você sentiu:

Surpresa?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Tédio?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Satisfação?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	
Dúvida?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Tristeza?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Curiosidade?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	
Raiva?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Alegria?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Outros?	sim <input type="checkbox"/>	não <input type="checkbox"/>	Quais? _____

5. Você tem gostado das aulas de **Física após as férias de Julho**? Justifique sua resposta:

6. Atualmente quais são os três cursos superiores que você tem mais afinidade?

a) 1º curso superior: _____

b) 2º curso superior: _____

c) 3º curso superior: _____

7. Diante da palavra “Engenharia”, escreva 5 palavras que lhe vem à mente.

a) 1ª palavra: _____

b) 2ª palavra: _____

c) 3ª palavra: _____

d) 4ª palavra: _____

e) 5ª palavra: _____

8. Você gostaria de ser engenheiro(a)? Justifique:

9. De quais atividades **de Física, após as férias de Julho**, você mais gostou? Justifique sua resposta

10. Que sugestões você teria para melhorar as aulas **de Física que ocorreram após as férias de Julho**?

Obrigado pela sua colaboração

ANEXO C– Painel de Referência para os Alunos



EEEFM Nome da Escola – ES – Ano letivo

NESSE CAMPO, DEVE SER ESCRITO O TÍTULO DO EXPERIMENTO

Nome completo do aluno 1(turma);

Nome completo do aluno 2(turma);

Nome completo do aluno...(turma);

Professor orientador: Nome do professor

Disciplina: Nome da disciplina

Imagem ilustrativa: figura que auxilie na compreensão do fenômeno ou que torne o painel mais autoexplicativo

4. Aplicação dos princípios físicos:

Imagem da tecnologia, do equipamento ou do fenômeno que ocorre na natureza que vai utilizar como exemplo.

1. Manual de Montagem:

Orientações gerais que dê condições ao leitor, à partir da leitura do painel, saber como construir o experimento.

2. Manual de Uso

Orientação para que o expectador saiba o que fazer para pôr o experimento em funcionamento.

3. Explicação do fenômeno físico:

explicações de que modo ocorre o fenômeno que se pretende observar com o experimento.

Um texto que aborde a aplicação do conceito físico na Engenharia, em aparelhos elétricos, eletrônicos, tecnológicos que estejam relacionados com o experimento do grupo. Deve ser feito comparativos de modo a evidenciaras semelhanças e diferenças entre o experimento construído e o exemplo utilizado. Se possível, o grupo deve também fazer associações do fenômeno verificado no experimento com os fenômenos que ocorrem na natureza.

ANEXO D – Atividade de Elaboração de Mapa Conceitual



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
“EEEFM BENÍCIO GONÇALVES “
VALE ENCANTADO – VILA VELHA - ES

ATIVIDADE PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM ANO LETIVO: TRIMESTRE: 1º () 2º () 3º ()		
ALUNO (A):		
ANO: 1º() 2º() 3º()	TURMA:	PROFESSOR:
DISCIPLINA: Física	DATA:	VALOR ATRIBUÍDO:

Fazer um mapa conceitual completo que aborde o tema:

“Diferença de potencial, corrente elétrica e suas aplicações tecnológicas”

ANEXO E – Avaliação Final



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
“EEEFM BENÍCIO GONÇALVES “
VALE ENCANTADO – VILA VELHA - ES

ATIVIDADE PARA VERIFICAÇÃO DA APRENDIZAGEM			
ANO LETIVO: TRIMESTRE: 1º () 2º () 3º ()			
ALUNO (A): _____		TURMA: _____	
DISCIPLINA: Física	DATA:	VALOR ATRIBUÍDO:	ALCANÇOU:

1. Assinale **V** para alternativas verdadeiras e **F** para alternativas falsas e marque seu grau de segurança:

OBS: Marque **Muito Seguro** apenas se não houver nenhuma dúvida e assinale **Muito Inseguro** se não tiver nenhuma confiança em sua resposta. Utilize os outros graus de confiança em situações intermediárias.

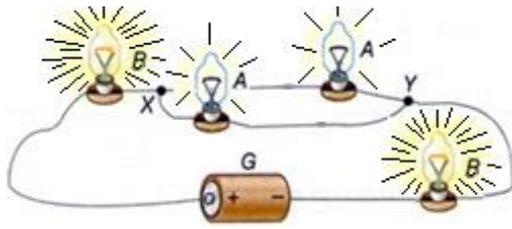
		V (verdade) ou F(falsa)	Muito Inseguro	Inseguro	Neutro	Seguro	Muito Seguro
a)	Quando ocorre curto circuito, os fios podem acabar derretendo porque as cargas positivas se chocam com as cargas negativas.	()					
b)	No funcionamento de um chuveiro elétrico, os elétrons são acelerados por uma diferença de potencial chocando-se com os átomos da resistência, aumentando sua agitação térmica.	()					
c)	Aumentando-se a resistência elétrica de um chuveiro, a corrente elétrica tende a ser maior.	()					
d)	No funcionamento de uma lâmpada incandescente os elétrons se transformam em luz quando passam pelo filamento.	()					
e)	A voltagem de uma bateria é a grandeza física que determina quanta energia a carga elétrica receberá ao se mover entre os polos.	()					

2. Observe as figuras abaixo e explique com detalhes o fenômeno observado:

a) Um pássaro não é eletrocutado quando pousa em um único fio mas toma choque se encostar em dois fios.



b) Quatro lâmpadas idênticas estão todas conectadas a uma única fonte de tensão, mas as lâmpadas “B” acendem mais intensamente que as lâmpadas “A”.



3. Escolha uma tecnologia que funcione com diferença de potencial e/ou corrente elétrica, e explique com detalhes o seu funcionamento:

4. (ENEM 2011) Em um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área de seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo		A		B
Tensão (V~)		127		220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)		50		30
Seção dos condutores (mm ²)		10		4

(Fonte: Inep, 2011)

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 ampères. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4 400W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- a) 0,3. b) 0,6. c) 0,8. d) 1,7. e) 3,0

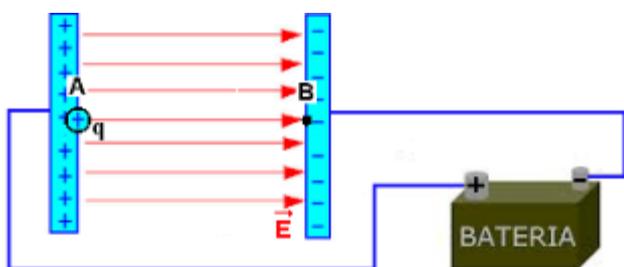
ANEXO F – Texto 1: Diferença de Potencial

A diferença de potencial (ddp) costuma também receber nome de voltagem (V) ou tensão elétrica e pode ser definida da seguinte maneira:

Quando um campo elétrico realiza trabalho T_{ab} sobre uma carga de prova positiva que se desloca do ponto “a” para o ponto “b”, a *voltagem* V_{ab} entre esses pontos é obtida [...] (MÁXIMO; ALVARENGA, 2012) pela expressão:

$V_{ab} = \frac{T_{ab}}{q}$	No SI:	$1V = \frac{1J}{1C}$
	V_{AB} é a voltagem ; tem como unidade o Volt (V) T_{AB} é o trabalho ; tem como unidade o Joule (J) q é a carga elétrica ; tem como unidade o Coulomb (C)	Ou seja, 1C de carga elétrica obtém 1J de energia cinética ao se deslocar livremente na Tensão de 1V

Em alguns trabalhos de pesquisa no campo da Física Moderna torna-se necessário a utilização de voltagens muito elevadas, cujos valores chegam a atingir alguns milhões de volts. As altas voltagens podem ser usadas para acelerar partículas subatômicas ou atômicas eletrizadas (prótons, elétrons, íons etc.), fazendo com que elas adquiram grandes velocidades. Estas partículas são, então, lançadas contra os núcleos atômicos de diversos elementos, provocando reações nucleares que são estudadas pelos físicos. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2012)



A figura ao lado mostra de modo simplificado como partículas carregadas podem ser aceleradas. Vamos supor que a carga elétrica q positiva saia do repouso da placa A, e acelere devido ao campo elétrico sem nenhuma colisão até chegar à placa B. Nesse movimento, independentemente de sua trajetória, a partícula irá adquirir uma energia cinética igual a $q \cdot V_{AB}$.

Podemos dizer que nessa situação, o trabalho realizado pelo campo elétrico sobre a partícula carregada foi inteiramente transformado em energia cinética (energia relacionada ao movimento).

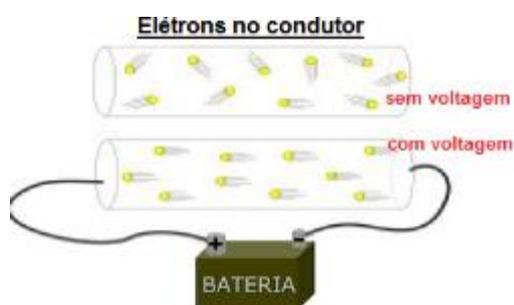
A voltagem ou tensão elétrica criada entre as placas A e B só existe porque cada polo da bateria está conectado a uma das placas. O polo negativo da bateria tem como uma de suas características o acúmulo (excesso) de elétrons que, em situação de equilíbrio eletrostático, ficam inteiramente espalhados pelo fio condutor e pela placa B, conferindo a essa região uma carga elétrica negativa. Já o polo positivo da bateria tem como principal característica a concentração reduzida de elétrons que, em situação de equilíbrio eletrostático, confere carga elétrica positiva ao fio condutor e à placa A.

No condutor elétrico há uma grande concentração de elétrons livres e, por repulsão elétrica, eles tendem a ocupar regiões de maior distância possível umas das outras, ou seja, ocupam sua superfície externa. De modo que, quando há uma diferença de potencial aplicada, por exemplo, sobre um automóvel, a corrente elétrica tende a fluir na parte mais externa do condutor, deixando o interior seguro das descargas elétricas, por exemplo, de um raio. Esse efeito chama-se blindagem eletrostática.



ANEXO G – Texto 2: Corrente Elétrica

Os elétrons livres são elétrons que não estão fortemente ligados aos átomos e por isso podem migrar facilmente de um átomo para outro e, nos condutores metálicos, existe uma nuvem deles que se movem desordenadamente (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010). Se as extremidades desse material forem conectadas aos polos de uma bateria, todos os elétrons livres passarão a desenvolver um movimento acelerado no sentido do polo negativo para o polo positivo. Nessas condições, dizemos que uma corrente elétrica percorre o condutor como consequência da voltagem aplicada sobre ele.



Corrente elétrica é o nome que se dá para o fluxo ordenado de elétrons livres em um condutor, quando entre as extremidades desse condutor é estabelecido um campo elétrico (uma voltagem) (SANT'ANNA et al, 2010).

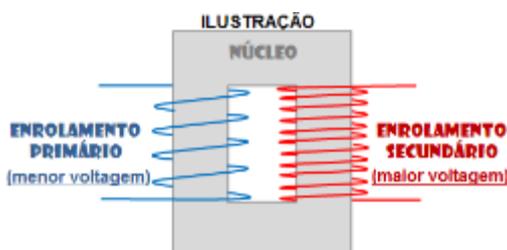
Para entender o conceito de corrente elétrica, imagine um fio metálico que não esteja sendo utilizado. Os elétrons livres encontram-se em movimentos aleatórios, pois não há nenhum fator externo que modifique tal estado. Ao se depararem com uma diferença de potencial, por exemplo, gerada por uma bateria, os elétrons seguem todos em um sentido preferencial denominado por fluxo ordenado de elétrons ou corrente elétrica. A corrente elétrica pode ser definida matematicamente através da seguinte expressão:

$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	Onde no SI:	1 ampère = 1A = $\frac{1C}{1s}$
	<p>i é a corrente elétrica; tem como unidade o Ampère (A)</p> <p>ΔQ é a quantidade de carga; tem como unidade o Coulomb (C)</p> <p>Δt é o intervalo de tempo; tem como unidade o segundo (s)</p>	<p>Portanto, se em uma seção de um fio tivermos uma corrente elétrica de 1 A, estará passando 1C de carga elétrica a cada 1s decorrido.</p>

As pilhas e baterias oferecem uma voltagem fixa ao fio condutor e o sentido do campo elétrico permanece sempre o mesmo, portanto, o sentido da corrente permanecerá sempre inalterado, isto é, as cargas se deslocarão sempre em um mesmo sentido ao longo do fio. Uma corrente como essa recebe o nome de **corrente contínua** (MÁXIMO; ALVARENGA, 2012). Entretanto, as correntes elétricas distribuídas pelas grandes companhias elétricas normalmente fornecem **corrente alternada**, produzidas



pela rotação de geradores de energia elétrica. Quando você liga um aparelho na tomada de sua casa, o campo elétrico e a corrente elétrica no fio condutor mudam periodicamente de sentido. Consequentemente, as cargas elétricas oscilarão, ora em um sentido, ora no sentido contrário, por isso recebe o nome de corrente alternada. Ao contrário da corrente elétrica contínua, a tensão que produz corrente alternada pode ser facilmente amplificada ou reduzida por intermédio de transformadores. O transformador ilustrado logo abaixo tem a capacidade de receber uma voltagem de entrada (no enrolamento primário) e amplificar a voltagem de saída (no enrolamento secundário). De modo semelhante pode-se reduzir a voltagem, para isso, bastaria a voltagem de entrada ser conectada no enrolamento com o maior número de voltas. A voltagem de saída do transformador dependerá do número de voltas de cada enrolamento, mas os detalhes serão detalhados posteriormente.

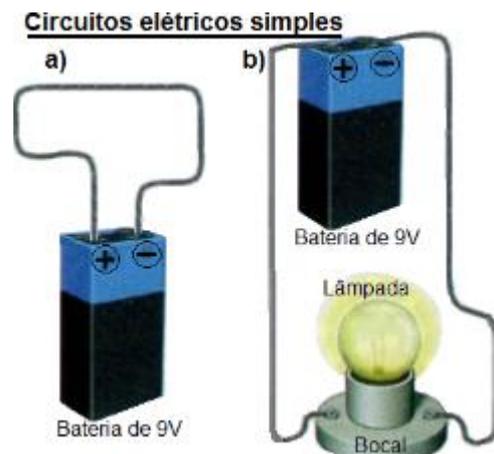


(<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/plano-de-aula-fisica-eletricidade-tensao-corrente-resistencia-potencia-712728.shtml>).

ANEXO H – Texto 3: Resistência Elétrica

Resistência elétrica pode ser definida como a oposição que um material oferece à passagem de corrente elétrica (MÁXIMO; ALVARENGA, 2012). Para compreender melhor essa definição, faremos algumas análises dos circuitos elétricos simples da figura ao lado.

Na *figura a*, um fio condutor conecta os polos da bateria e a voltagem estabelecida pela bateria de 9V produzirá uma corrente elétrica. Os elétrons serão acelerados do polo negativo ao positivo e em seu percurso sofrerão diversas colisões com os átomos ou moléculas que compõem o fio condutor. Essas colisões podem ser entendidas como uma oposição à passagem de corrente elétrica, o que nos leva a entender que até os fios condutores possuem resistência elétrica e quanto maior for a resistência, menor será a corrente elétrica no circuito.



Com a atuação da ddp da bateria, as colisões que ocorrem fazem com que os elétrons transfiram parte de sua energia para os átomos ou moléculas, resultando no aquecimento do material condutor, ou seja, a energia elétrica é convertida em energia térmica. Esse princípio de transformação de energia recebe o nome de **efeito joule**, que é amplamente utilizada no funcionamento de diversos aparelhos elétricos, como em ferro elétrico, em prancha de alisamento de cabelo, em forno elétrico, em chuveiro elétrico, em lâmpadas incandescentes, etc. Na *figura b*, por exemplo, o filamento da lâmpada oferece uma resistência ao fluxo de elétrons e, por efeito joule, transforma a energia elétrica em energia térmica, aquecendo o filamento e gerando brilho.

A resistência elétrica em fios condutores poderá ser maior ou menor dependendo de suas características, que são:

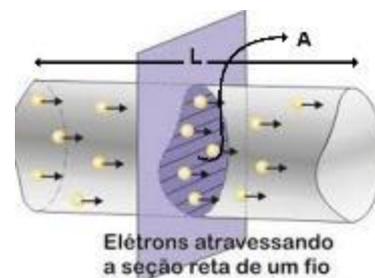
Resistividade (ρ) - A resistividade é uma propriedade do material que constitui o fio, isto é, cada substância possui um valor diferente de resistividade ρ . Quanto menor for sua resistividade, menor será a oposição que este material oferecerá à passagem de corrente elétrica através dele. (MÁXIMO; ALVARENGA, 2012)

Comprimento (L) - a resistência varia de acordo com o comprimento do condutor. Quanto maior o fio, maior será sua resistência.

Área de Secção reta (A) - quanto maior a área de secção reta, ou seja, quanto maior a bitola do fio condutor, menor será a oposição que o condutor oferecerá à passagem de corrente elétrica. É por esse motivo que aqueles aparelhos que precisam de maior corrente elétrica em seu funcionamento, como os chuveiros elétricos, precisam de fios mais grossos para terem menor resistência elétrica.

A Resistência R de um condutor é definida da seguinte maneira:

$R = \frac{V}{i}$	$R = \frac{\rho L}{A}$	<p>Onde no SI:</p> <p>R é a resistência elétrica; tem como unidade o Ohm (Ω)</p> <p>V é a voltagem; tem como unidade o Volt (V)</p> <p>i é a corrente elétrica; tem como unidade o Ampère (A)</p>
-------------------	------------------------	---



ANEXO I – Texto 4: Introdução a Circuitos Elétricos

Qualquer conjunto de aparelhos nos quais é possível estabelecer uma corrente elétrica constitui um **circuito elétrico**.

Amperímetro: é um aparelho destinado a fazer a medição de intensidade de corrente elétrica em certo trecho do circuito elétrico, para isso, basta instalá-lo no caminho por onde passa a corrente. A *Figura 1* está ilustrando a instalação do amperímetro no circuito e sua representação.



Figura 1: representação esquemática de um circuito com amperímetro (Torres, Ferrero e Soares)

Voltímetro: é um aparelho destinado a fazer a medição de voltagem (ddp, ou tensão elétrica) entre dois pontos do circuito elétrico. A *Figura 2* ilustra a medição da voltagem aplicada entre os pontos X e Y do circuito.

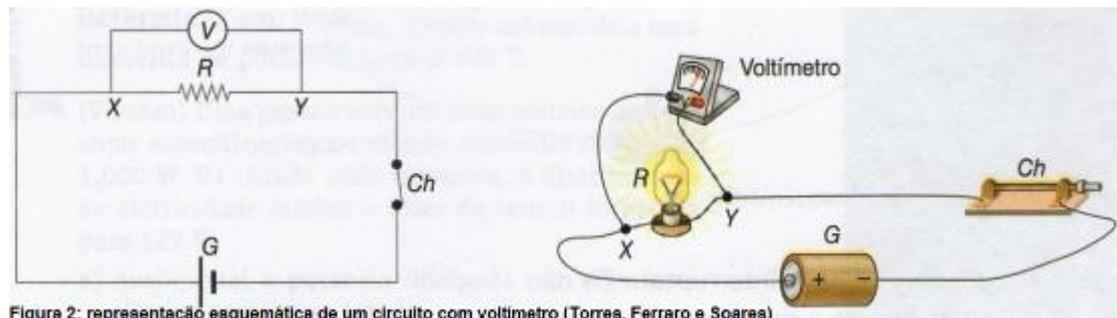


Figura 2: representação esquemática de um circuito com voltmetro (Torres, Ferrero e Soares)

Quando um aparelho elétrico tem seus terminais ligados por um fio condutor cuja resistência é praticamente nula, dizemos que ele está em **curto-circuito** (Torres, Ferrero e Soares, 2010). A *Figura 3* ilustra uma situação de curto-circuito e sua representação.



Figura 3: a lâmpada A está em curto-circuito e, portanto, não existe ddp entre seus terminais X e Y.

Associação de resistências	
Resistores associados em série	Resistores associados em paralelo
Estão associados em série quando são ligadas de maneira a oferecerem apenas um caminho para a corrente elétrica. Nesses resistores, a corrente elétrica temo mesmo valor em qualquer uma das resistências.	Estão associados em paralelo quando são ligadas de maneira a oferecerem, cada resistor, um caminho diferente para a corrente elétrica. Em qualquer um desses resistores, a ddp terá o mesmo valor.
Na <i>Figura 4</i> , os resistores R1 e R4 estão associados em série, pois estão submetidos à mesma corrente elétrica.	Na <i>Figura 4</i> , R2 e R3 estão associados em paralelo, pois oferecem caminhos diferentes para a corrente elétrica.

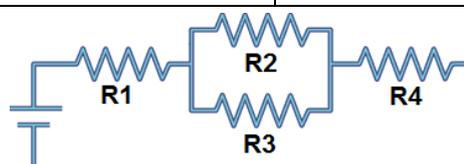


Figura 4: associação de resistores

ANEXO J – Situações Problemas em Caráter Gincana

Problema 1 valendo 1,0 ponto:

As baterias possuem polos negativos e positivos. Em seu polo positivo haverá apenas partículas com carga positiva? E em seu polo negativo haverá apenas partículas com carga negativa? Explique sua resposta.



Figura 01: Interior de uma pilha elétrica

Problema 2 valendo 2,0 pontos:

O apresentador do 1º vídeo lança arcos-voltaicos da ponta de seus dedos em direção à expectadora e mesmo assim não tomam choque. O que ocorre com os elétrons na vestimenta metálica do apresentador e na gaiola onde a mulher se encontra para eles não tomarem choque?



Figura 02: Arco voltaico direcionado à Gaiola de Faraday

Problema 3 valendo 3,0 pontos:

No 2º vídeo pode-se verificar claramente os efeitos que a corrente elétrica pode provocar ao banco de madeira. Qual é o tipo de transformação de energia que está ocorrendo nesse processo e por qual motivo a vestimenta não aquece tanto ao ponto de machucar o apresentador?

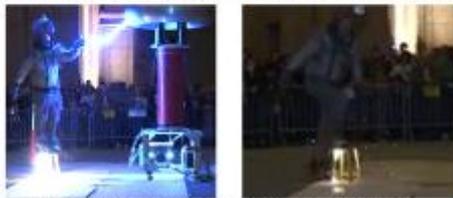


Figura 03: Efeito da corrente elétrica sobre o banco de madeira

Exemplo:

Uma pessoa tocou nos dois polos de uma tomada de 110V e tomou um choque com corrente elétrica de 11mA. Pode-se considerar que a resistência do corpo da pessoa é igual a:

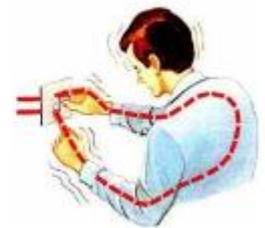


Figura 04: Percurso da corrente elétrica no choque elétrico

Problema 4 valendo 4,0 pontos:

Choque elétrico pode ser definida como a passagem de uma corrente elétrica através do corpo de uma pessoa ou de um animal. Quando um pássaro pousa em um fio de alta tensão desencapado, por qual motivo ele aparenta não sentir choque algum? Explique com detalhes.



Figura 05: Pássaro liso em contato com o fio desencapado

Problema 5 valendo 5,0 pontos:

Se um morador da zona rural comprar um gerador elétrico para alimentar um aquecedor d'água, quais recomendações você poderia dar a ele em relação às instalações da fiação para que não desperdice energia? Justifique cada uma de suas sugestões.



Figura 06: Fiação que deve ser usada na instalação de um gerador para evitar desperdício de energia elétrica

Problema 6 valendo 6,0 pontos:

No estado da Bahia os chuveiros elétricos são compatíveis à 220 V de tensão elétrica. Se um chuveiro elétrico de 4400 W comprado na Bahia for instalado na rede elétrica de 110 V do Espírito Santo, o que acontecerá com seu funcionamento? Qual seria a nova potência desse chuveiro?



Figura 07: Chuveiro feito para 220 V conectado em 110 V

Problema 7 valendo 7,0 pontos:

Os transformadores podem ser utilizados para amplificar (ou reduzir) a voltagem produzida por um gerador, mas isso não significa dizer que a potência também será amplificada. Para desperdiçar menor quantidade de energia, a distribuição de energia elétrica é feita por fios de alta tensão e são utilizados transformadores para baixar a tensão para o uso residencial.

Por qual motivo a transmissão em alta tensão possibilita menor desperdício de energia elétrica?

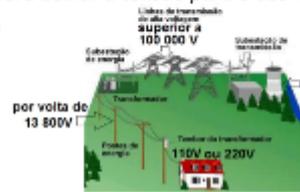


Figura 08: Transmissão de energia elétrica do usino à residência

Problema 8 valendo 8,0 pontos:

Especialistas aconselham não ligar vários aparelhos em uma única tomada. Esse tipo de conexão liga os aparelhos em série ou em paralelo? Como esse tipo de conexões pode causar riscos? Explique com detalhes as variáveis físicas envolvidas nessa situação.

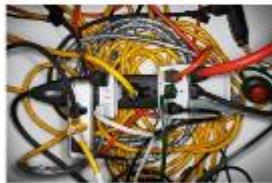


Figura 10: Muitos aparelhos eletrônicos ligados em uma única tomada

ANEXO K – Experimento 1: Circuito Elétrico

Os materiais necessários para a montagem desse experimento e para sua demonstração em sala de aula estão descritos na Tabela K.1. A Figura K.1 mostra o esquema de sua montagem experimental.

Tabela K.1: Lista de materiais necessários para a confecção e realização do *Experimento 1*

Item	Materiais	Especificações
1	4 lâmpadas	incandescentes de para 3V
2	4 pilhas	tipo D de 1,5V
3	3 m de fio	de cobre flexível
4	Fita isolante	para fixar/isolar as conexões
5	Multímetro	para conectar às regiões A, A', B, B', C, C', De D'
6	Tábua	por volta de 50cm X 50cm X 1cm

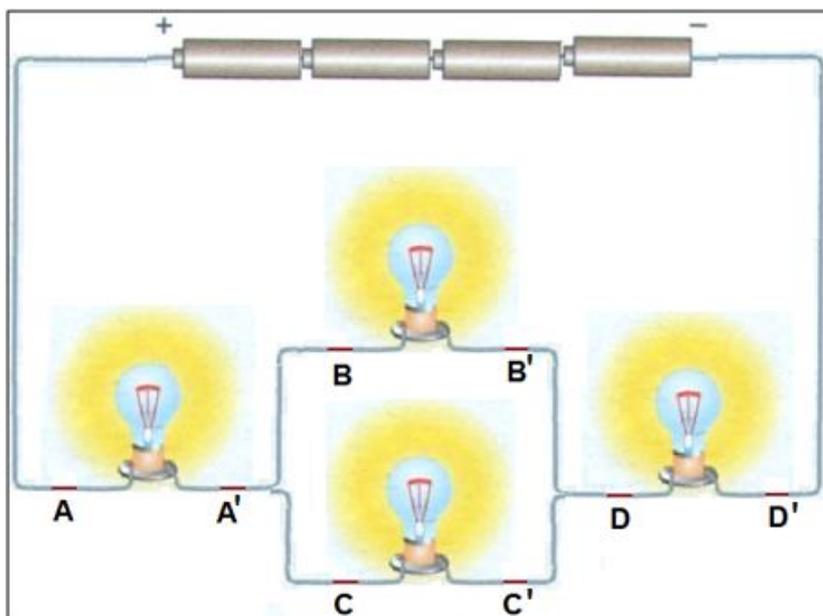


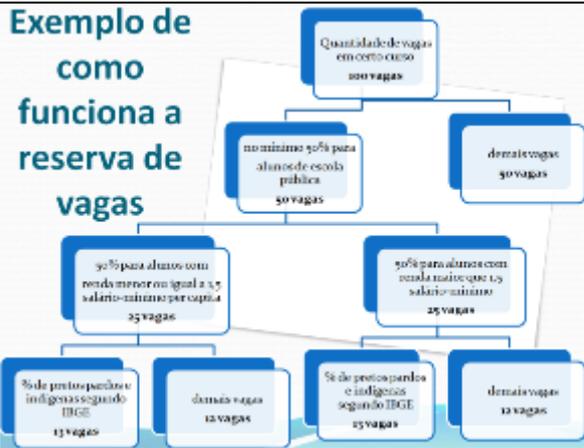
Figura K.1: Esquema de montagem do *experimento 1*

As regiões A, A', B, B', C, C', D e D' da Figura K.1 devem ser partes do fio cortadas, desencapadas e emendadas para que seja possível conectar o multímetro em série ou em paralelo nessas regiões do circuito. Todos os elementos do experimento devem ser fixados em uma tábua de madeira proporcional ao tamanho do circuito para facilitar seu manuseio.

ANEXO L – Slides Utilizados na Palestra do Café Enem

 <p>Café ENEM</p> <p>EEEFM Benício Gonçalves</p> <p>Prof. Ricardo Prof. Merielem</p>	<h3>ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio</h3> <p>O ENEM tem como principais objetivos democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio.</p>
<h3>Possibilidades de utilização do ENEM como processo seletivo:</h3> <ul style="list-style-type: none">• Como fase única, com o sistema de seleção unificada, informatizado e on-line;• Como primeira fase (Por exemplo a UFES que realiza provas discursivas de acordo com a área do curso pretendido);• Combinado com o vestibular da instituição;• Como fase única para as vagas remanescentes do vestibular;• O ENEM é pré-requisito para obtenção de bolsas ou financiamento estudantil para cursar o ensino superior.	<h3>O resultado do ENEM pode ser utilizado em quais instituições de ensino superior?</h3> <ul style="list-style-type: none">• Universidades públicas• institutos federais Utiliza-se o Sisu (Sistema de seleção unificada) para ingresso• Faculdades particulares Ingresso com o subsídio do NOSSA BOLSA, PROUNI ou com o auxílio do FIES
<h3>O que é o Sisu?</h3> <ul style="list-style-type: none">• O Sisu é um sistema informatizado do MEC no qual instituições públicas de ensino superior oferecerem vagas para candidatos participantes do ENEM.• Ao efetuar sua inscrição, o candidato deve escolher, por ordem de preferência, até duas opções entre as vagas ofertadas pelas instituições participantes do Sisu. O candidato também deve definir se deseja concorrer às vagas de ampla concorrência, às vagas reservadas de acordo com a Lei nº 12.711/2012 (Lei das Cotas) ou às vagas destinadas às demais políticas afirmativas das instituições.• Ao final da etapa de inscrição, o sistema seleciona automaticamente os candidatos mais bem classificados em cada curso.• Caso a nota do candidato possibilite sua classificação em suas duas opções de vaga, ele será selecionado exclusivamente em sua primeira opção.• Serão feitas duas chamadas sucessivas. A cada chamada, os candidatos selecionados têm um prazo para efetuar a matrícula na instituição, confirmando dessa forma a ocupação da vaga.• Veja a lista das 54 instituições participantes e quantidade de vagas e a lista dos cursos oferecidos no site: http://sisu.mec.gov.br/tire-sus-davidas/nota_enem.	<h3>Lei 12.711/2012 (Conhecida como lei das cotas)</h3> <p>A Lei nº 12.711/2012, garante a reserva de 50% das matrículas por curso e turno nas 59 universidades federais e 38 institutos federais de educação, ciência e tecnologia a alunos oriundos integralmente do ensino médio público.</p>

Exemplo de como funciona a reserva de vagas



Pontuação de corte na 1ª etapa do vestUfes-2013/1

Cursos	Não optante com cotista	Pardo ou indígena	Não pardo ou indígena	Pardo ou indígena	Não pardo ou indígena
ADMINISTRAÇÃO - DIURNO	2.264	1.705	1.478	1.512	1.870
CIÊNC. BIO - BACH.-S.MATEUS	1.621	2.045	1.133	1.805	1.684
ENFERMAGEM	2.259	2.007	2.088	1.605	1.995
ENG. AMBIENTAL	2.604	2.218	2.214	2.079	2.276
ENG. DE PRODUÇÃO-S.MATEUS	2.434	2.057	2.041	2.090	2.344
ENG. ELÉTRICA	2.707	2.378	2.379	2.315	2.592
ENG. QUÍMICA - ALEGRE	2.533	2.167	2.377	2.054	2.253
FÍSICA DIURNO - BACH.	2.483	925	1.968	2.072	2.263
LETRAS PORTUGUÊS/ITALIANO	1.694	1.058	1.097	N inserir	2.552
MEDICINA	2.840	2.581	2.608	2.643	2.715

*EM VERMELHO: Famílias com renda per capita menor ou igual a 1,5 salário-mínimo
 *EM AMARELO: Famílias com renda per capita maior que 1,5 salário-mínimo

O que é o PROUNI?

- O Programa Universidade para Todos - Prouni tem como finalidade a concessão de bolsas de estudo parciais ou integrais em cursos de graduação e sequenciais em instituições de ensino superior privadas.
- O aluno da rede pública deve ter renda familiar per capita máxima de três salários mínimos.
- 68% das bolsas concedidas são integrais.

O que é o Programa NOSSA BOLSA?

- É um programa implantado pelo Governo do Estado que subsidia de 50% a 100% da mensalidade no ensino superior em instituições privadas.
- Destinada a alunos de escola pública Capixaba com renda per capita familiar inferior a 3 salários mínimos.
- As inscrições são feitas exclusivamente através do site: http://www.nossabolsa.es.gov.br/hotsite/nossa_bolsa.html

O que é o FIES?

Fundo de financiamento estudantil

- Programa de Financiamento Estudantil fornece bolsa de estudos de graduação no Ensino Superior daqueles alunos não podem bancar os custos de sua formação e estejam matriculados em instituições privadas com cadastro no programa e com avaliação positiva nos processos do MEC.
- Em 2005, o FIES passou a oferecer bolsas de estudo também a estudantes aprovados pelo Prouni e pagam 50% dos custos.

PUPT

Projeto Universidade Para todos

- Projeto de cursinho gratuito e de qualidade aos alunos da rede pública.
- Cursinhos em Vitória (UFES), na Serra e em outros municípios do Estado.
- Para maiores informações, acesse o site <http://www.pupt.pro.br/>.

Agradecimentos:

Prof. Fabiano
 Profª Livia
 Profª Luana
 Profª Marta
 Profª Michele
 Profª Renata
 Adwalter
 Ana Paula
 Caroline
 Gabrielly
 Dyonata
 Wambasten

Participação especial: Hyanca

“Conheço muitos que não puderam quando deviam porque não quiseram quando podiam.”

François Rabelais