



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Sociedade Brasileira de Física  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

**Murilo de Almeida Santos**

**Uso consciente de adaptadores “T”: Metodologia da Problemática  
para Aprendizagem Significativa sobre Eletricidade**

Campos dos Goytacazes/RJ  
2022, 2º Semestre



Murilo de Almeida Santos

## USO CONSCIENTE DE ADAPTADORES “T”: METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ELETRICIDADE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dra. Renata Lacerda Caldas

Campos dos Goytacazes/RJ  
2022, 2º Semestre

Biblioteca Anton Dakitsch  
CIP - Catalogação na Publicação

S196405 Santos, Murilo de Almeida  
6892298      Uso consciente de adaptadores ?T?: Metodologia da Problematização  
1910u      para Aprendizagem Significativa sobre Eletricidade / Murilo de Almeida  
Santos - 2022.  
206 f.: il.

Orientadora: Renata Lacerda Caldas

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,  
2022.

Referências: f. 119 a 123.

1. Problematização. . 2. Aprendizagem Significativa. . 3. CANVAS de  
Projeto. . 4. Eletricidade.. I. Caldas, Renata Lacerda, orient. II. Título.

## Uso consciente de adaptadores “T”: Metodologia da Problemática para Aprendizagem Significativa sobre Eletricidade

Murilo de Almeida Santos

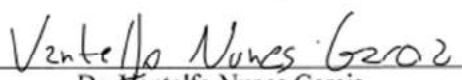
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.


Aprovada em 09 de dezembro de 2022.

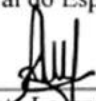
Banca Examinadora:

Assinado de forma digital por  
Cassiana Barreto Hygino  
Machado:10704368790  
Data: 2022.12.19 14:14:56 -0300

Dra. Cassiana Barreto Hygino Machado  
Doutora em Ciências Naturais – UENF  
Instituto Federal Fluminense *campus* São João da Barra

  
Dr. Vantelfo Nunes Garcia  
Doutor em Física – UFF  
Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

  
Dr. João Paulo Casaro Erthal  
Doutor em Ciências Naturais – UENF  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

  
Dra. Renata Lacerda Caldas  
Doutora em Ciências Naturais - UENF  
Presidente e Orientadora da Banca Examinadora  
Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

Campos dos Goytacazes/RJ  
2022, 2º Semestre

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo que me concedeu forças, renovou a minha fé em todas as etapas de minha vida. À minha filha, Loslene Kamily, pelas orações, reconhecimento, demonstração de carinho e afeto e, aos profissionais da educação que, em sua inquietude, são engajados na busca por novas metodologias e estratégias de ensino na promoção de uma aprendizagem significativa.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelos direcionamentos, renovo de minha fé, alicerce em todos os momentos e dom da vida.

Aos meus saudosos pais que estão assentados no colo do Deus Altíssimo: Maria Salvadora de Almeida Santos e Alcimar Pereira Pinto.

A minha filha, Loslene Kamily Santos que, mesmo distante fisicamente, esteve sempre presente com suas orações, palavras de fé e encorajamento. Saiba que você é especial e essencial para a concretização deste sonho.

Meus sinceros agradecimentos aos meus amados irmãos, com ênfase em Laio Luiz, que me deram suporte emocional para lutar em prol dos meus sonhos e objetivos.

Aos colegas do mestrado pela amizade e parceria ao longo deste período com aulas *online* motivadas pela pandemia COVID-19.

Minha enorme gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – “Código de Financiamento 001” que, por meio de disponibilização de bolsas forneceu à pesquisa todo o apoio financeiro.

A todos os alunos que, acolheram bem a proposta da pesquisa, em especial aos alunos do 8º ano/Ensino Fundamental da Instituição municipal alvo da pesquisa realizada.

Ao meu diretor, Cláudio Grassini, pela acolhida ao projeto, estímulo aos alunos e apoio com materiais de higiene individual neste tempo de pandemia.

A todo o corpo de docente do MNPEF pelo estímulo aos conhecimentos. Em especial, a minha orientadora, professora Dra. Renata Lacerda Caldas, toda sua dedicação, atenção, carinho e direcionamento são os ingredientes centrais desde o início da pesquisa. Meu eterno reconhecimento, gratidão e carinho, como sempre, meu muito obrigado.

Enfim, gratidão a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

## RESUMO

### USO CONSCIENTE DE ADAPTADORES “T”: METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ELETRICIDADE

Murilo de Almeida Santos

Orientadora: Dra. Renata Lacerda Caldas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Sob a orientação de documentos oficiais nacionais o ensino deve sempre se relacionar com o contexto de vida do aluno. É nessa visão que se desenvolveu a presente pesquisa de natureza qualitativa. Com ênfase no estudo da física, mais especificamente da eletricidade, o objetivo da pesquisa foi analisar as contribuições de uma sequência didática pautada na metodologia da problematização pelo Arco de Magueréz sobre o uso consciente de adaptadores T (benjamim), para a aprendizagem significativa de eletricidade em nível fundamental. Durante dez encontros, alunos do 8º ano de escola municipal de Campos dos Goytacazes/RJ, refletiram sobre a problemática relacionada ao acúmulo de ligações nos adaptadores, condição propícia a curto circuito, apresentando na culminância, possível solução na forma de um produto final. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários discursivos, mapas conceituais, roteiros experimentais, texto dissertativo-argumentativo, jogos, tabela de planejamento CANVA de Projeto. A pesquisa se fundamentou na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, seguindo a linha metodológica da problematização desenhada pelo Arco de Magueréz. A análise dos resultados mostrou que a sequência aplicada é exequível e capaz de despertar nos alunos motivação, interesse, torná-los proativos em todo o processo e contribuir para uma aprendizagem mais significativa sobre eletricidade.

Palavras-chave: Problematização. Aprendizagem Significativa. CANVAS de Projeto. Eletricidade.

Campos dos Goytacazes/RJ

2022/2

## ABSTRACT

### CONSCIOUS USE OF “T” ADAPTERS: PROBLEM-SOLVING METHODOLOGY FOR MEANINGFUL LEARNING ABOUT ELECTRICITY

Murilo de Almeida Santos

Advisor: Dra. Renata Lacerda Caldas

Master's dissertation presented to the Graduate Program of the Federal Institute of Education, Science and Technology in the State of Rio de Janeiro, in the Professional Master's Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the title of Master in Teaching of Physics Physics.

Under the guidance of official national documents, teaching must always relate to the student's life context. It is in this view that the present qualitative research was developed. With an emphasis on the study of physics, more specifically electricity, the objective of the research was to analyze the contributions of a didactic sequence based on the methodology of problematization by Arco de Maguerez on the conscious use of T adapters (benjamim), for the significant learning of electricity. at a fundamental level. During ten meetings, 8th year students from a municipal school in Campos dos Goytacazes/RJ, reflected on the problem related to the accumulation of connections in the adapters, a condition conducive to short circuit, presenting at the culmination, a possible solution in the form of a final product. The data collection instruments were: discursive questionnaires, conceptual maps, experimental scripts, argumentative-essay text, games, CANVA Project planning table. The research was based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning, following the methodological line of problematization designed by Arco de Maguerez. The analysis of the results showed that the applied sequence is feasible and capable of arousing students' motivation, interest, making them proactive throughout the process and contributing to a more meaningful learning about electricity.

Keywords: Problematization Methodology. Meaningful Learning. Project CANVAS. Electricity.

Campos dos Goytacazes/RJ

2022/2



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa conceitual sobre aprendizagem na visão da TAS.....	21
<b>Figura 2</b> – Mapa conceitual sobre eletricidade.....	23
<b>Figura 3</b> – Mapa conceitual: tipos de organizadores prévios.....	25
<b>Figura 4</b> - Esquema estrutural do Arco de Maguerez.....	26
<b>Figura 5</b> – Mapa conceitual sobre: etapas do método Problematização.....	28
<b>Figura 6</b> – MC sobre esquema representativo dos tipos de aulas experimentais.....	34
<b>Figura 7</b> – <i>Business ModelCANVAS</i> de A. Osterwalder.....	38
<b>Figura 8</b> - Movimentação de cargas, devido à diferença de potencial externa, atravessando o plano realizado em um condutor.....	44
<b>Figura 9</b> - Representação esquemática de um resistor cilíndrico.....	47
<b>Figura 10</b> - Diferença entre corrente contínua e alternada.....	48
<b>Figura 11</b> - Associação de resistores em série.....	50
<b>Figura 12</b> - Associação de resistores em paralelo.....	50
<b>Figura 13</b> - Alunos respondendo ao questionário prévio.....	78
<b>Figura 14</b> - Alunos assistindo aos vídeos organizadores prévios.....	80
<b>Figura 15</b> - Prática experimental circuito em série e em paralelo.....	83
<b>Figura 16</b> – Apresentação dos alunos na X Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Campos.....	84
<b>Figura 17</b> - Turma realizando leitura do Caso proposto.....	85
<b>Figura 18</b> - Prática experimental de investigação efeito Joule.....	87
<b>Figura 19</b> – Alunos no jogo “Mito e Verdade” sobre eletricidade.....	87
<b>Figura 20</b> - Grupos apresentando resultados do experimento.....	89
<b>Figura 21</b> – Alunos em análise do simulador <i>Phet</i> AC/DC.....	90
<b>Figura 22</b> – Grupo A: CANVA - construção da estação de recarga de celular com bateria 9V .....	91
<b>Figura 23</b> – Grupo B: CANVA para a construção da estação de recarga de celular com placa fotovoltaica (energia solar) .....	92
<b>Figura 24</b> – Mapa conceitual confeccionado pelo aluno F.....	99
<b>Figura 25</b> – MC confeccionado pelo aluno B.....	100
<b>Figura 26</b> – MC elaborado pelo aluno I.....	101
<b>Figura 27</b> – MC elaborado pelo aluno I em grupo.....	102
<b>Figura 28</b> – Mapa conceitual confeccionado pelo aluno G.....	103
<b>Figura 29</b> – Grupo A: apresentação do carregador de celular com bateria 9v – FEMuCTI.....	114
<b>Figura 30</b> - Grupo B - apresentação do carregador de celular com energia solar – FEMuCTI.....	115

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Adaptação do plano de ação CANVAS acadêmico proposto para o contexto de uma aula.....	40
<b>Quadro 2</b> - CANVAS de projeto para problemática da MP.....	42
<b>Quadro 3</b> – Conteúdo da eletrodinâmica de acordo com a BNCC.....	43
<b>Quadro 4:</b> Resumo da Sequência Didática.....	60
<b>Quadro 5</b> - Tópicos abordados na aula expositiva-BNCC.....	68
<b>Quadro 6</b> - Conteúdos de acordo com a BNCC.....	69
<b>Quadro 7</b> - Conteúdos de acordo com a BNCC a lecionar.....	71
<b>Quadro 8</b> - Conteúdos em concordância com a BNCC a lecionar.....	72
<b>Quadro 9</b> - Conceitos abordados-BNCC.....	73
<b>Quadro 10</b> - Adaptação do CANVAS de Projeto - Modelo de ação.....	75
<b>Quadro 11</b> – Recortes: categorias e US relacionando eletricidade e importância – questionário inicial.....	95
<b>Quadro 12</b> - Categorias e US: eletricidade e questões problematizadoras.....	96
<b>Quadro 13</b> – Avaliação sistemática dos MC produzidos por alunos.....	104
<b>Quadro 14</b> - Compilação dos dados.....	108

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Pontuação geral do mapa de referência individual.....	98
<b>Tabela 2</b> – Critério de pontuação do Mapa de referência.....	98
<b>Tabela 3</b> - Pontuação do MC elaborado pelo aluno F.....	99
<b>Tabela 4</b> – Pontos obtidos no MC do aluno B.....	101
<b>Tabela 5</b> – Pontuação do MC elaborado pelo aluno I.....	102
<b>Tabela 6</b> – Pontos obtidos no Mapa Conceitual do aluno G.....	104

## LISTA DE SIGLAS

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
**AC/DC** – Corrente Contínua e Corrente Alternada  
**AM** - Arco de Maguerez  
**AS** – Aprendizagem Significativa  
**BNCC** – Base Nacional Comum Curricular  
**CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
**CF** - Constituição Federal  
**CONAE** - Conferência Nacional de Educação  
**CONE QFBM** - Congresso *Online* Nacional de Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática.  
**CONEPE** – Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão  
**CONFICT** – Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica  
**CONPG** - Congresso Fluminense de Pós-Graduação  
**CONSED** - Conselho Nacional de Secretários de Educação  
**CT** - Centro de Treinamento  
**DDP** – Diferença de Potencial  
**DINQP** - Regra Específica  
**EF/CI** – Ensino Fundamental/Ciências  
**FEMuCTI** - Feira Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação  
**IES/MA** - Instituição de Ensino Superior/Imperatriz - Maranhão  
**INMETRO** - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
**LDB** - Lei de Diretrizes e Bases da Educação  
**MC** - Mapas Conceituais  
**MEC** - Ministério da Educação  
**MNPEF** - Mestrado Profissional em Ensino de Física  
**MP** - Metodologia da Problematização  
**MR** – Mapa de Referência  
**NBR** – Norma Técnica  
**OP** - Organizadores Prévios  
**PE** - Produto Educacional  
**PNE** - Plano Nacional de Educação  
**RC** - Regra de Certificação  
**RCC** - Regra de Certificação Compulsória  
**RI** - Retomar um Conteúdo  
**SD** - Sequência Didática  
**SEDUCT** - Secretaria Municipal de Educação, Ciência e Tecnologia  
**SIC** - Selo de Identificação da Conformidade  
**TAS** - Teoria da Aprendizagem Significativa  
**UNDIME** - União de Dirigentes Municipais da Educação  
**US** – Unidade de significação

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
<b>2.1 Aprendizagem Significativa</b> .....	19
2.1.1 Mapas conceituais.....	22
2.1.2 Organizadores prévios.....	24
<b>2.2 Metodologia da Problematização (Arco de Maguerez)</b> .....	26
2.2.1 Experimentação como apoio à Problematização.....	31
<b>2.3 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino</b> .....	35
2.3.1 Competências e habilidades da BNCC/Ensino de Ciências .....	36
<b>2.4 CANVAS de Projeto como ferramenta de ensino</b> .....	37
<b>2.5 Ensino da Eletricidade no Ensino Fundamental</b> .....	43
2.5.1 A Eletrodinâmica.....	43
2.5.2 Explicando o uso dos Adaptadores “T” .....	51
2.5.3 Uso correto dos Multiplicadores “T” segundo orientações do INMETRO.....	54
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	56
3.1 A Pesquisa.....	56
3.1.1 Pesquisa Qualitativa em Educação.....	56
3.2 Sujeitos da Pesquisa.....	58
3.3 Instrumentos da Pesquisa.....	58
3.4 Análise dos Dados.....	59
3.5 Produto Educacional.....	60
3.5.1 Quadro resumido da Sequência Didática.....	60
<b>4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	64
<b>5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	77
<b>6 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	94
6.1 Exploração do Material .....	95
6.1.1 Questionário de Pré-concepção .....	95
6.1.2 Questões Problematizadoras .....	96
6.1.3 Mapas Conceituais .....	97
6.2 Compilação dos Dados .....	108
6.3 Dialogando com os Referenciais Teóricos .....	108
6.4 Avaliação da Proposta de Ensino .....	112
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	116
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	119
<b>APÊNDICES</b> .....	124
<b>ANEXOS</b> .....	200

## 1 INTRODUÇÃO

Há uma necessidade de se repensar a forma como as Ciências Naturais têm se apresentado em sala de aula. A Física, como parte integrante do currículo escolar, está inserida na formação científica dos alunos, sendo matéria integrante oferecida na Educação Básica (BRASIL, 1996).

A sociedade está em profunda transformação científica, tecnológica e pedagógica. Essas mudanças têm exigido de cada um de nós, uma revisão constante da *práxis* pedagógica, com a finalidade de acompanhar e provocar essas transformações (SOARES, 2011, p. 18).

Portanto, defende-se a ideia do acompanhamento e da participação nesse processo de evolução científica e tecnológica no ensino de Física. É preciso ensinar uma Física que se apresenta de diversas maneiras no cotidiano do aluno. Pesquisas (ALTOÉ; SILVA, 2005; ALVES, 2011) têm enfatizado que os docentes devem usar a tecnologia nas aulas de Física, para facilitar e contextualizar a demonstração de fenômenos.

Fourez (2003, p. 109) aponta a desmotivação como reprodutora do fracasso escolar. De um lado, os alunos alegam que a disciplina de Física é de difícil entendimento, caracterizando-a como um desafio a ser enfrentado, pois se resume em realizar cálculos e decorar fórmulas, sem que haja nenhuma relação com seu cotidiano. Muitos acreditam que somente pessoas bem instruídas em cálculos são capazes de compreendê-la.

Por outro lado, estão os docentes que lecionam a disciplina de Física. O problema da formação sempre vem à tona! Sem uma ênfase nas atividades práticas, o professor não tem bagagem suficiente para ministrar aulas contextualizadas. A consequência disto é a disciplina ser ensinada como algo longe de sua realidade, totalmente desconexa, sem relação alguma com o mundo real. E aqueles poucos alunos que “entendem a física”, na realidade são “os bem sucedidos em cálculos e matemática” (GOBARA; GARCIA, 2007, p. 519).

Em 2017 foi aprovada pelo Congresso Nacional a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A inclusão de suas orientações em todos os sistemas de ensino do país até 2020 é obrigatória. Este documento possui caráter normativo, orientador e norteador. Serve de base para a construção dos diferentes currículos escolares oferecidos nos estabelecimentos de ensino. A finalidade é reduzir as desigualdades apresentadas na aprendizagem dos alunos e na sociedade com intenção de adequar o conteúdo de Física à realidade do aprendiz a partir de práticas experimentais (BRASIL, 2017, p. 5).

Somados a isso, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) orienta o ensino de temas da física, sempre de forma relacional com o contexto de vida do aluno (BRASIL, 1996). Temas

como eletricidade, eletrodinâmica e eletrostática devem ser ensinados com base em situações vivenciadas pelo aluno. Isto posto, para que as aulas sejam mais motivadoras à aprendizagem.

Segundo Moreira (2011, p. 43), a aprendizagem deve ser significativa e para que isso aconteça, sugere o uso de métodos ativos, problematizadores, inclusivos. No contexto da física, essa contextualização deve partir de uma situação-problema (MOREIRA, 2012).

Considerada uma metodologia de ensino ativa e problematizadora, o Arco de Maguerez parte de uma situação-problema para promover reflexão sobre a realidade, levantamento de hipóteses e busca de solução. Autores defendem que esta metodologia desperta o desejo pela pesquisa e experimentação, tornando o aprendiz mais ativo, autônomo e responsável por indicar a solução do problema (ESTEVES, 2005; LEITE; MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Nela, o foco do ensino é o aprendiz, sendo o professor um facilitador na aquisição do saber científico (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015). Para Sasseron e Carvalho (2012), a utilização da problematização possibilita a ruptura com o modelo tradicional e expositivo, no qual o aluno apenas reproduz memoristicamente, conceitos ensinados e, a partir dessa ruptura, motiva a aprendizagem significativa.

Duas condições para se aprender significativamente são propostas por David Ausubel em sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS): a) que o *material de ensino seja potencialmente significativo*; b) *Que o aluno manifeste interesse pelo estudo* (AUSUBEL, 2003).

Para Ausubel (2003), ao desejar que a aprendizagem ocorra de forma significativa, o professor necessita planejar um material com potencial de compreensão, significado e motivação. Deve planejar o ensino, partindo de conceitos mais gerais para os mais específicos, ao que Ausubel (2003) chamou de *diferenciação progressiva*. Também há de se atentar para a recursividade proposta pelo autor, quando afirma que todo conteúdo deve ser revisado para que o aluno tenha a oportunidade de tirar suas dúvidas. Ao rever o que foi ensinado, o aluno pode identificar similaridades e congruências conceituais antes não vistas. A este princípio deu o nome de *reconciliação integrativa*. Esses são dois princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que devem fazer parte da estruturação do ensino para que se alcance a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011).

Em relação ao aluno, para que a aprendizagem seja significativa é essencial que o mesmo esboce o desejo para aprender. Sem essa predisposição, a aprendizagem ocorre de forma mecânica. Não há interação entre *subsunçores*<sup>1</sup> e o novo conhecimento. Moreira (2011) enfatiza que a escola

---

<sup>1</sup>*Subsunçor* é o nome que se dá a um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção

tem favorecido a aprendizagem mecânica, onde o aprendiz apenas memoriza os conceitos que serão utilizados por um pequeno espaço de tempo.

Ao lado da ideia de solução de um problema está o planejamento. O Canvas de Projeto (adaptado do modelo *Business ModelCanvas* ou "Quadro de modelo de negócios") é uma ferramenta de gerenciamento/planejamento estratégico, que permite esboçar modelos de negócios novos ou existentes (OSTERWALDER, 2009; 2010). O ensino numa visão mais empreendedora (BRASIL, 2017), poderia usar essa ferramenta como auxiliar no planejamento de ações para a solução de problemáticas levantadas em sala de aula. Planejar ações nas aulas de ciências, construindo um modelo Canvas, conectado a um problema de ordem social e indicando estratégias para a solução da problemática (BERBEL, 1998, p. 3-4).

A partir do que foi discutido, a questão que se levanta na presente pesquisa é: *em que medida o ensino centrado numa abordagem problematizadora pode contribuir para uma aprendizagem significativa sobre tópicos da Eletricidade, em nível fundamental?*

A fim de responder essa questão, o objetivo geral da pesquisa foi **analisar as contribuições de uma sequência didática pautada na Metodologia da Problematização, desenhada pelo Arco de Maguerez, sobre o uso consciente de adaptadores T para a aprendizagem significativa de eletricidade em nível fundamental.**

Os objetivos específicos da pesquisa foram: elaborar e aplicar uma sequência didática (SD) na forma problematizadora do Arco de Maguerez para o estudo da eletricidade; analisar as contribuições da SD para mudança de atitude quanto à visão empreendedora e crítica dos alunos; elaborar um Produto Educacional (PE) constituído de tutoriais para o estudo de tópicos da Eletricidade, servindo de material instrucional auxiliar para o professor de ciências do ensino fundamental.

A hipótese que se defendeu foi a de que a metodologia da problematização desenhada pelo Arco de Maguerez e auxiliada pela ferramenta de planejamento Canvas de Projeto, facilitará a contextualização do estudo em nível fundamental, apresentando indícios que apontam para uma aprendizagem mais significativa sobre conceitos da eletricidade, ressaltando também atitudes empreendedoras e reflexivas dos alunos.

A base metodológica para aplicação da SD seguiu as etapas do Arco de Maguerez, tendo como pressupostos a Metodologia da Problematização (BORDENAVE; PEREIRA, 2004; BERBEL, 1998; 2007), bem como o modelo adaptado de planejamento Canvas de Projeto (OSTERWALDER, 2009; 2010). Teoricamente a pesquisa foi sustentada pela Teoria da

---

como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles (MOREIRA, 2012, p. 14).



Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), as orientações constantes na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e os conceitos físicos sobre Eletricidade (GRIFFITHS, 2011).

A pesquisa teve caráter qualitativo, conforme preconizam alguns autores (BIKLEN; BODGAN, 1994; MOREIRA; ROSA, 2016, p. 6-7), pois apresentou um interesse central na interpretação dos significados do objeto estudado pelos sujeitos, por meio de observação participativa. Os dados estatísticos foram desconsiderados. Os resultados obtidos foram de ordem qualitativa e, por isso, analisados de forma similar. Nesta perspectiva, o estudo se enquadrou no que a literatura denomina “Estudo de Caso”, que consiste em aprofundar o estudo em uma porção restrita da realidade, no caso uma turma, com o sentido de dar ênfase a um fenômeno particular, valorizando seu contexto e dimensões (ANDRÉ, 2005, p. 97).

A SD foi aplicada em uma turma de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental de escola municipal de Campos dos Goytacazes/RJ, em dez encontros, tendo como instrumentos de coleta de dados, questionários discursivos, mapas conceituais, roteiros experimentais, texto dissertativo-argumentativo, jogos, tabela de planejamento CANVA de Projeto.

A pesquisa foi publicizada com resultados parciais nos seguintes eventos (ANEXO):

- XII CONFICT - V CONPG 2020 – Evento com temática “Ciência para o desenvolvimento sustentável” sediado de forma *online* entre os dias 13 a 16 de outubro de 2020. A pesquisa foi submetida na forma de *banner* com apresentação oral em vídeo e recebeu o *status de* aprovada com premiação e parecer satisfatório da comissão de avaliação do evento.
- XIII CONFICT & VI CONPG 2021 (Congresso Fluminense de Pós-Graduação (CONPG)) - Evento sediado com a temática “Desafios da Ciência no Pós-Pandemia” ocorreu entre os dias 22 a 25 de junho de 2021. O trabalho foi aceito para apresentação oral no evento de forma *online*. A pesquisa, após submissão foi aceita entre as seis melhores e recebeu convite para apresentação oral no evento:
- II CONE QFBM - II Congresso *Online* Nacional de Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática. Em seu segundo ano consecutivo, a edição traz como temática central “Os desafios contemporâneos e a metamorfose no Ensino”. O evento ocorreu no período de 11 a 14 de outubro de 2021 e promoveu a discussão sobre formas diferentes de ofertar o Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática. O trabalho apresentado ficou entre os seis melhores apresentados no evento e teve sua publicação em seus Anais sob a identificação numérica ISBN: 978-65-81152-25-3.

- VIII CONEPE 2021 – (8ª edição do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão) com a temática “Ensino, Saúde e Meio Ambiente: O Impacto das Inovações Tecnológicas” ocorreu no formato *online* entre os dias 22 a 26 de novembro de 2021. O evento foi acolhido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) campus Campos Guarus. A presente pesquisa foi submetida na área temática “VI: EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS”, sob a linha de pesquisa “Práticas educativas inclusivas, tecnologias educacionais e inovações pedagógicas”. O trabalho científico, no formato resumo expandido, foi aceito no evento e apresentado de forma oral recebendo Menção Honrosa pela banca examinadora e publicação nos Anais do evento pela Essentia Editora IFFluminense com a identificação numérica ISSN: 2525-975X.
- XIV CONFLICT / VII CONPG 2022 - XIV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica / VII Congresso Fluminense de Pós-Graduação envolveu a temática: 100 anos de Darcy Ribeiro: "Temos todo um mundo a refazer", ocorrido virtualmente no período de 20 a 24 de junho de 2022. O presente trabalho foi aceito no evento e apresentado na categoria Pós-Graduação-Oral.
- Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022: II ENMNPEF, VIII EBEF e XI EFRAS promovido pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelo Instituto de Física (IF/UnB) e pelo Centro Internacional de Física (CIF/UnB), ambos da Universidade de Brasília. O congresso envolveu temática “100 anos de Darcy Ribeiro” e ocorreu entre 12 a 16 de dezembro de 2022, sediado pelo Centro Internacional de Física e Instituto de Física da Universidade de Brasília. A presente pesquisa teve seu resumo expandido apresentado na categoria Pós-graduação oral. O artigo foi publicado na Revista Professor de Física: v. 6 n. Especial (2022): anais do Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022 sob a identificação numérica DOI: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v6iEspecial.46155>>.

Esta dissertação foi dividida em 7 capítulos, sendo no capítulo 2 apresentado o Referencial Teórico da pesquisa com a exposição sobre a TAS, a Metodologia da Problematização, o Arco de Magueréz, o modelo de planejamento Canvas de Projeto, pequena reflexão sobre a BNCC, a LDB, o estudo sobre tópicos de Eletricidade, finalizando com uma revisão da literatura sobre o uso da Metodologia da Problematização no ensino de física.

O Capítulo 3 descreveu a Metodologia da Pesquisa, apresentando o tipo de pesquisa, os sujeitos, o contexto da pesquisa, as etapas da SD, os instrumentos de coleta de dados e o processo de análise.

Já o Capítulo 4 descreveu o PE desenvolvido ao longo da pesquisa, seguido pelo capítulo 5, Descrição da aplicação do PE.

O Capítulo 6 apresentou a Análise dos Resultados e o Capítulo 7, as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O capítulo a seguir apresenta os referenciais teóricos que sustentam o estudo das principais temáticas que norteiam essa pesquisa, tais como: teoria da aprendizagem significativa; ferramentas pedagógicas: mapa conceitual, organizadores prévios, CANVA de planejamento, experimentação como apoio à problematização e, fundamentação teórica sobre eletricidade.

### 2.1 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Paul Ausubel, que veremos a seguir, traz especificidades que sustentam o estudo a ser realizado na presente pesquisa, pois fornece subsídios para o entendimento do processo de aprendizagem do indivíduo, isto é a construção do conhecimento e a formação de significados.

A valorização do conhecimento prévio é um aspecto fundamental destacado na TAS, uma vez que conhecendo o que o indivíduo sabe, pode-se planejar um ensino de acordo. Este conhecimento pode servir de ancoragem para o novo conhecimento a ser ensinado.

Para Ausubel (2003), o aspecto principal para se alcançar a aprendizagem significativa (AS) é a valorização das informações trazidas pelo aprendiz. Aquilo que o aluno já sabe ajudará o professor no planejamento do ensino. De posse desses conhecimentos e com um planejamento adequado, o professor poderá facilitar a AS (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2006; POZO, 2002; POZO; CRESPO, 2009).

O autor defende que no processo de AS, uma nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, chamada por ele de *subsunçor*, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

O *subsunçor* é um conceito, uma ideia, uma proposição já existentes na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo; i.e., que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação (MOREIRA, 2009; 2016, p.7).

Do ponto de vista da interação entre o novo conhecimento e o *subsunçor*, Ausubel (2003) defende que a aprendizagem pode ser significativa ou mecânica. É significativa quando a interação ocorre de forma substantiva e não arbitrária. Quando o aprendiz se sente dentro do contexto de ensino. Quando o que lhe é ensinado interage com suas vivências.

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não-literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos *subsúnciores* preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (MOREIRA, 2009; 2016, p. 8).

Para Ausubel (2003, p. 2), a aprendizagem mecânica se dá de forma memorística automática, arbitrária e literal, isto é, sem relação alguma com o que se sabe. As informações produzidas e captadas pelo aprendiz ao longo deste processo são facilmente esquecidas. Percebe-se que memorizar é essencial para realizar avaliações, depois esse conhecimento mecânico é perdido.

Contudo, não se deve desprezar a aprendizagem mecânica. Moreira (2008, p.23) afirma que quando o aprendiz se expõe a um processo repetido de contínuas associações de uma mesma informação, essa aprendizagem pode se tornar potencialmente significativa. São duas condições apontadas por Ausubel (2003, p. 5) para aprender significativamente: o material de ensino deve ter potencial significativo e o aluno deve desejar aprender.

Essa aprendizagem pode ocorrer de duas maneiras: por *descoberta* ou por *recepção*. Ambos os processos tem a intencionalidade de formar um novo conhecimento.

Quando a aprendizagem ocorre *por recepção*, o aluno se comporta de forma passiva, sendo um mero receptor do conhecimento, o qual pode se perder com o tempo. O professor, ou qualquer outra pessoa, é capaz de estimular esse processo de transmissão do conhecimento (MOREIRA, 2008, p. 11).

Já na aprendizagem *por descoberta*, o indivíduo é um sujeito ativo no processo de aprendizagem. A intenção é potencializar o desejo de se descobrir a solução de um problema. Nessa visão, o aluno é o responsável, de forma autônoma, por buscar soluções para problemáticas levantadas. Moreira (2009; 2016, p. 9) afirma que,

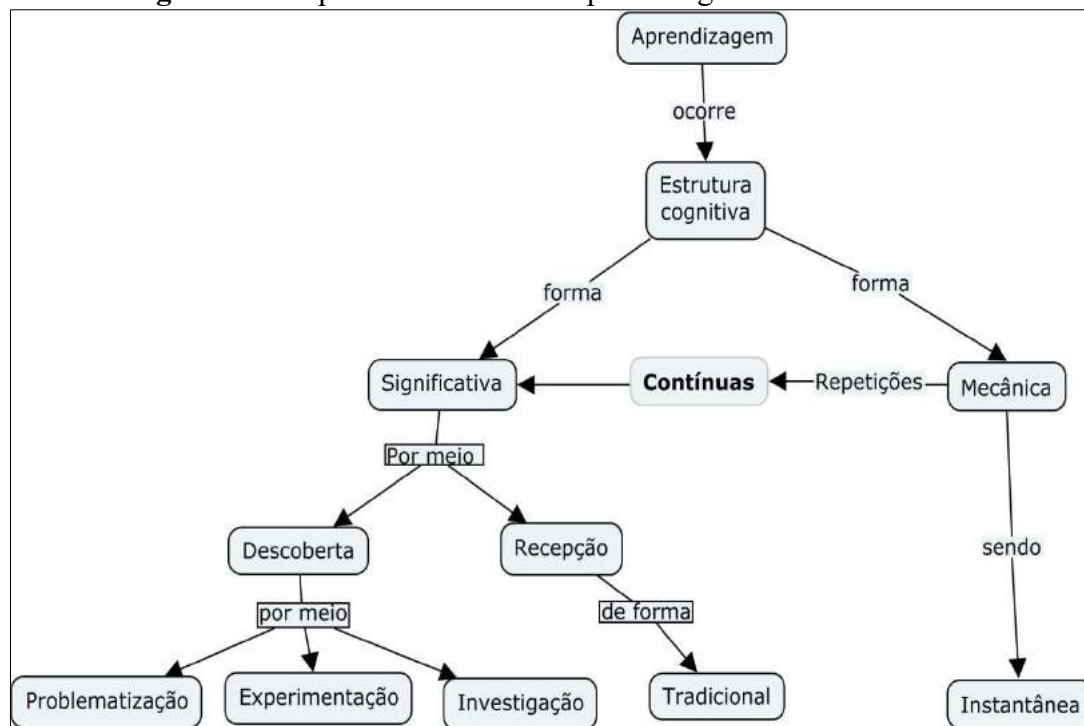
Seja por recepção ou por descoberta, a aprendizagem só é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se o novo conteúdo se incorpora, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva. Isso significa que aprendizagem por descoberta não é, necessariamente, significativa nem aprendizagem por recepção é, obrigatoriamente, mecânica (MOREIRA, 2009; 2016, p.9).

Para Souza e Dourado (2015), a problematização é um recurso pedagógico potencializador capaz de provocar no aprendiz, o desejo em desvendar e apresentar a solução para um problema. Instigar o aluno em busca dessa solução é função do professor. Ele é um facilitador nesse processo de construção do conhecimento. Logo, atividades propostas por um ensino pautado na problematização podem contribuir para a AS.

Como se depreende no texto, o conceito de aprendizagem significativa está diretamente relacionado ao ensino com viés em problematizações. Nesse contexto, cabe ao professor buscar estratégias que motivem o aluno a alcançar a AS.

A Figura 1 apresenta um mapa conceitual com os tipos de aprendizagens aqui discutidos.

**Figura 1** – Mapa conceitual sobre aprendizagem na visão da TAS.



Fonte: autoria própria.

Então, ao iniciar seu planejamento didático é essencial que o professor selecione os conteúdos partindo sempre dos aspectos mais gerais para os mais específicos. O alvo no planejamento do ensino precisa ser a aprendizagem do aluno. O conteúdo necessita estar acessível.

Para Ausubel (2000; NOVAK, 2010), a estruturação do conhecimento se torna significativa quando parte deste ponto. Isto posto, devido ao fato de que a estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de *subsunçores* interrelacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integradora* (MOREIRA, 2012, p. 5).

A diferenciação progressiva acontece, segundo Moreira (2012), quando o conteúdo a ser ensinado parte do tema mais geral para o mais específico. O aluno precisa entender o tema mais abrangente para chegar aos conceitos mais específicos. Nesse processo, o aluno atribui novo significado a um dado *subsunçor*, quando este já foi utilizado repetidas vezes para compreensão da nova informação.

A *reconciliação integradora* auxilia na assimilação dos conceitos na estrutura cognitiva do aluno. Para Ausubel, (2003, p. 6) é neste momento que ocorre a recondução das informações produzidas a partir dos conhecimentos prévios. Contínuas repetições são realizadas na mente do aprendiz até que, a nova informação esteja estruturada, pois “é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva que, consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2012, p.6).

Esses princípios também norteiam duas importantes estratégias de ensino no âmbito da TAS, mapas conceituais e organizadores prévios. Nas próximas sessões será melhor explicado cada uma delas, uma vez que serão utilizadas na presente pesquisa.

### **2.1.1. Mapas conceituais**

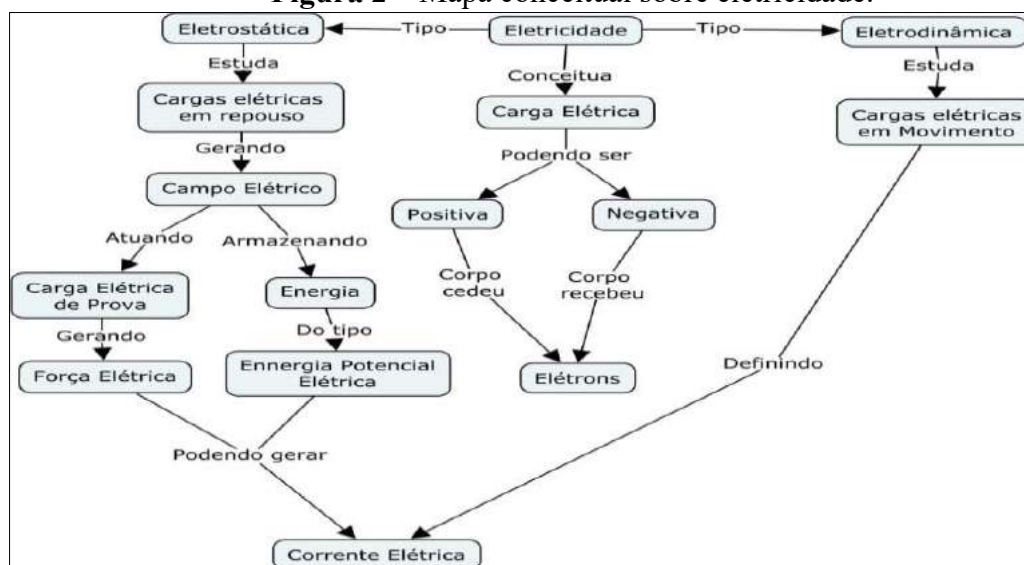
Os mapas conceituais (MC) são ferramentas pedagógicas elaboradas por Novak (2006), capazes de fornecer ao professor a informação necessária sobre os conhecimentos armazenados no cognitivo do aluno. Os MC são diagramas organizados de forma hierárquica, objetivado a responder a uma pergunta focal, podendo partir de uma problematização (CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, p. 2).

Os MC possibilitam que o aluno expresse seu conhecimento sobre o conteúdo assimilado. Moreira (2006, p. 5) diz que, o indivíduo efetua conexões e relações em sua estrutura cognitiva, as quais podem ser visualizadas com a elaboração de um MC. A intenção é organizar um diagrama formulado por conceitos, partindo de uma pergunta inicial chamada pergunta-focal. A palavra pode ser um conceito científico, um tema ou até mesmo uma frase afirmando algo relacionado ao conteúdo.

No MC um conceito se relaciona com outro por meio de palavras ou pequenas frases de ligação, que ficam posicionadas entre as caixas, ou círculos, onde estão os conceitos, formando as proposições (CAÑAS, 2008, p. 1; NOVAK, 2006). As proposições formadas nos MC elaborados estão carregadas de significados para a avaliação do conhecimento do aluno pelo professor (CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006).

A Figura 2 traz um MC elaborado com a temática eletricidade. A pergunta-focal: nos livros de Física como está dividido o tema eletricidade?

**Figura 2 – Mapa conceitual sobre eletricidade.**



Fonte: autoria própria.

Algumas pesquisas envolvendo a utilização de MC apontam contribuições para a estruturação da presente pesquisa.

O artigo de Agapito e Strohschoen (2016) relata a excepcional contribuição da estratégia, a qual serviu para fornecer os conhecimentos prévios que graduandos do curso de Pedagogia na disciplina de Educação Especial, em Instituição de Ensino Superior (IES) de Imperatriz (MA), tinham sobre a temática: *currículo, organização de um currículo na Educação Especial*. A partir desse diagnóstico em mãos, os professores puderam coletar quais conceitos os alunos já tinham sobre a temática e quais não apresentavam um *subsunçor* específico sobre o tema. De posse dessas informações foram utilizados vídeos sobre o tema. A partir de então, novos conhecimentos foram apresentados. Esse levantamento prévio, utilizando o MC, serviu de organizador prévio das informações.

Com os conteúdos aplicados e todos já bem estruturados, chegou à hora de avaliar. Uma palavra-focal foi determinada e novamente o MC foi utilizado, porém, com a intenção de avaliar o que eles haviam compreendido do conteúdo trabalhado. Os autores terminam afirmando que, utilizar o MC contribuiu para estimular o senso crítico, a reflexão, além de potencializar os desafios em relacionar os conceitos. Eles podem ser utilizados no início de uma aula, com a finalidade de coletar dados prévios, bem como no final, diagnosticando o conhecimento formado e estruturado. Enfim, a utilização do MC potencializa a tomada de decisão consciente, refletindo na vida futura e profissional.

O trabalho mencionado concorda que a utilização dos mapas conceituais serve de ferramenta efetiva na avaliação da aprendizagem, identificação de conhecimentos prévios sobre o assunto a ser



discutido e utilização de organizadores prévios. Para os autores, quando utilizados como ferramenta de ensino se torna significativo, pois torna o aluno ativo no processo aprendizagem.

Os MC serão utilizados neste trabalho como ferramentas de avaliação diagnóstica. A intenção é sondar e, ao mesmo tempo ter acesso aos conhecimentos prévios que o indivíduo apresenta sobre determinado conteúdo e, assim, utilizar de um OP específico e estruturado e preparar sua estrutura cognitiva para absorção de novos conhecimentos.

### 2.1.2 Organizadores prévios

Para Moreira (2006, p. 2) organizadores prévios (OP) são recursos pedagógicos introdutórios, extremamente úteis, que devem ser apresentados aos alunos antes do novo conhecimento, podendo ser um filme relacional, uma pergunta-focal, uma situação-problema, um vídeo sobre o assunto em questão ou uma aula experimental (MOREIRA, 2006, p. 11).

Estes organizadores possibilitam a ponte cognitiva entre as aprendizagens essenciais previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ou seja, entre os novos conhecimentos que serão construídos e aquela informação que o aluno já sabe, também chamado de *subsunção* (BRASIL, 2017). Assim, o material produzido poderá ser compreendido pelo aprendiz e, como consequência, terá uma aprendizagem significativa (MOREIRA; OSTERMANN, 1999).

Deste modo, um organizador prévio bem estruturado serve de estímulo para determinados *subsunções*.

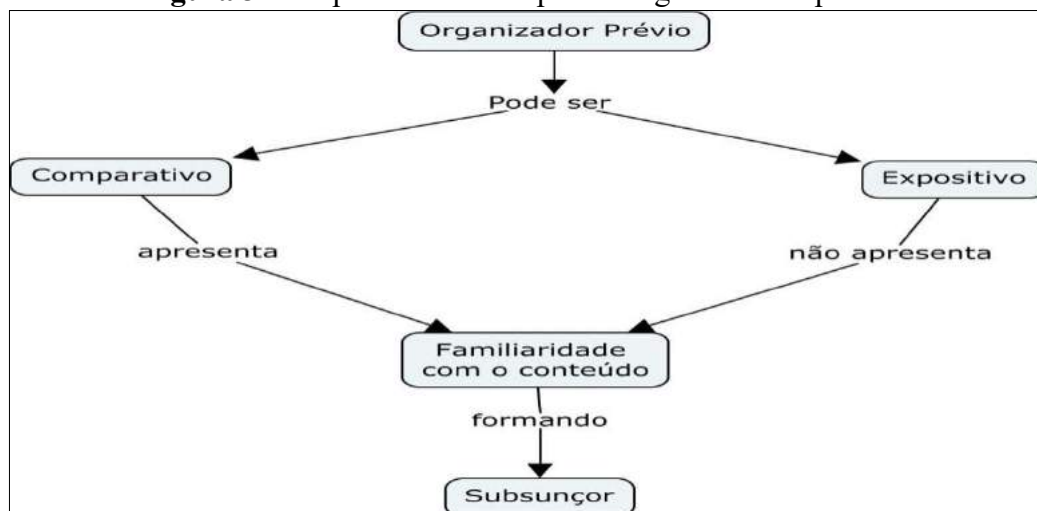
Um ensino problematizador para ser potencialmente significativo precisa ter como base *subsunções* pré-existent já identificados. Só assim, a nova informação encontrará relação no cognitivo do aprendiz (MASINI; MOREIRA, 2001, p.17).

Organizador prévio pode ajudar na relação de conceitos em uma aula prática (experimental) ou teórica. Precisam ser materiais interessantes, apresentando um alto nível de generalidade e abstração do conteúdo e possuir relação com o cotidiano do aprendiz (MOREIRA, 2006, p. 11).

O aprendiz precisa ser estimulado a relacionar o que ele já sabe (*subsunção*) com o que será ensinado. Por isso, o OP precisa ser potencialmente significativo, com a intenção de identificar ou criar o *subsunção* específico que sirva de âncora, para que a aprendizagem seja, de fato, significativa facilitando a aprendizagem de novos conceitos (MOREIRA, 2011 p. 45-16).

Os OP podem ser de modo *expositivo* ou *comparativo*, como se vê no MC da Figura 3 (MOREIRA, 2006, p. 11).

**Figura 3** – Mapa conceitual: tipos de organizadores prévios.



Fonte: autoria própria.

Os organizadores *expositivos* são utilizados quando o aprendiz não apresenta familiaridade com o conteúdo. Deste modo, não há um *subsunçor* capaz de servir de âncora para o novo conhecimento. É necessário fornecer subsídios para que um *subsunçor* seja ativado.

Iniciar a aula utilizando um OP, tal qual, uma situação-problema ou um vídeo específico, seria uma alternativa para despertar a familiaridade do aluno frente aos novos conceitos. Este tipo de recurso pedagógico faz a ponte do conteúdo que será ensinado a aquilo que o aprendiz deveria saber. A partir deste ponto, o aprendiz já estaria familiarizado com o conteúdo, isto é, com o *subsunçor* disponível em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006, p. 11).

Este tipo de organizador prévio é o mais utilizado em salas de aulas de Ciências que utilizam a experimentação no processo de investigação de uma problemática. Entretanto, quando o aprendiz apresenta familiaridade com o conteúdo, os *subsunçores* disponíveis servem de âncora para o novo conhecimento. Neste caso, é utilizado o OP *comparativo*. A intencionalidade é comparar as estruturas presentes no cognitivo do aluno, aquilo já internalizado; relacionar, estruturar, organizar e produzir conhecimentos para que novos significados sejam produzidos.

A aula experimental problematizadora é também uma opção relevante de OP, neste caso. Por meio dela, o aluno poderá potencializar o *subsunçor* já existente na produção de novo conhecimento. Será capaz de discriminar as novas informações que irão surgir, evitando a confusão de novos conceitos. Cada novo conhecimento aprendido, de forma significativa, servirá de *subsunçor* para o próximo conhecimento aprendido (MOREIRA, 2012, p. 3).

Para Ausubel (2003), torna-se imprescindível que, antes de iniciar um conteúdo específico, o *subsunçor* seja *exposto ou comparado* por meio de um OP. O *subsunçor* precisa estar claro e disponível no cognitivo do aprendiz antes de iniciar o conteúdo específico. É por meio dele que, os

novos conhecimentos irão se ancorar em sua estrutura cognitiva. Selecionar o OP utilizando um material capaz de generalizar o conteúdo, iniciando do mais abrangente para o mais específico, é essencial para desenvolver uma AS (MOREIRA, 2012, p. 4).

Na pesquisa que se apresenta, os OP serão utilizados como ponte, em uma aula experimental, entre aquilo que o aprendiz já sabe e traz acumulado, porém, sem organização conceitual em seu cognitivo com os novos conhecimentos científicos que a ele serão apresentados.

## 2.2 Metodologia da Problematização (Arco de Maguerez)

Métodos ativos têm sido destacados como promotores da aprendizagem por meio de um ensino mais participativo, ativo, interdisciplinar e contextualizado. O Arco de Charles Maguerez (Arco de Maguerez) teve evidência na década de 70 em trabalhos publicados por Bordenave e Pereira (1989) com uma visão histórico-crítica do processo ensino e aprendizagem (BERBEL, 1998; 1999).

Segundo Bordenave e Pereira (2011), o Arco de Maguerez fornece estrutura metodológica em formato de arco que facilita a integração do conhecimento estudado com a Metodologia da Problematização (MP), por meios de situações-problema geradas a partir de minuciosa observação da realidade social do educando. A Figura 4 apresenta um modelo estruturado para implementação da MP tendo como aporte o Arco de Maguerez.

**Figura 4** - Esquema estrutural do Arco de Maguerez.



Fonte: SciELO - Brasil - Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações.

O modelo proposto fornece subsídios de ensino pautado na problematização da realidade do aprendiz e estimula de forma reflexiva, crítica e proativa o engajamento na busca por soluções (BORDENAVE, 2004, p. 23). A ênfase é a resolução de problemas ou as situações significativas, contextualizadas no mundo real. Os problemas são enfrentados e estudados de forma coletiva e colaborativa por um grupo de alunos.

A problematização é um recurso pedagógico, potencializador, capaz de provocar no aprendiz o desejo em desvendar e apresentar a solução para o problema. Instigar o aluno é função do professor. Ele é um facilitador nesse processo de construção do conhecimento por meio da investigação. Investigar potencializa a autonomia das colocações pelos alunos, bem como a discussão ocorre de forma direta, sem qualquer estímulo externo (BORDENAVE, 2014, p. 37).

Na Metodologia da Problematização (MP), o aluno é entendido como um ser ativo capaz de utilizar suas habilidades para investigar uma situação problemática. Durante essa investigação, as diferentes maneiras apontadas pelo aluno para atingir a resolução do problema é valorizada. Isto é, todas as formas e caminhos apontados servem de base para uma possível resolução do problema.

Berbel (1998; 1999) ressalta que, para que haja um interesse por parte do aluno é essencial que este problema esteja conectado com a sua realidade, além de ser instigador. Seja capaz de provocar o desejo no aluno em buscar uma solução. Para a autora, quanto mais o problema estiver conectado ao cotidiano do aluno, maior será a probabilidade de serem organizadas habilidades cognitivas capazes de apontar soluções para o problema.

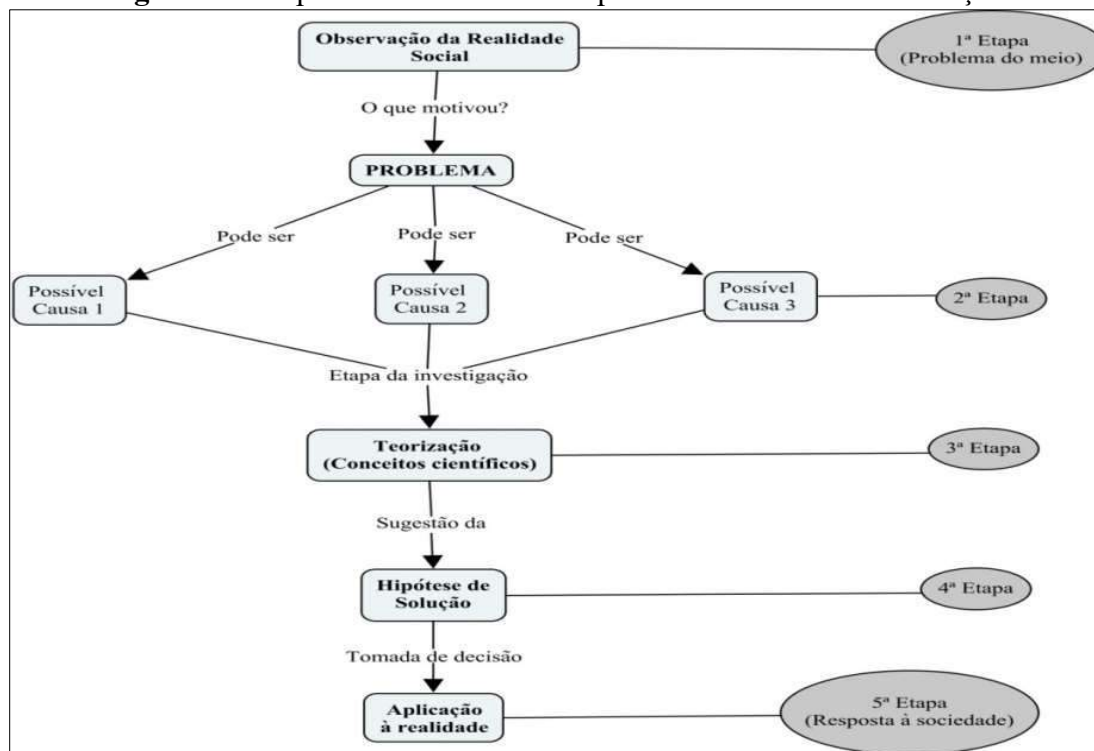
A conexão com o cotidiano é, então, a etapa central para a identificação do aluno com o problema. Quando há uma interação do aluno com a situação apresentada, fica estabelecida ligação dos vínculos com o conteúdo. É neste momento que habilidades já afloradas irão apontar hipóteses variadas para resolução da questão inicial (BORDENAVE, 2014, p. 37).

Tornar o sujeito o autor da resolução de um problema é característica marcante do método da Problematização. Neste ponto o aluno está ativo e pronto para discutir maneiras e meios em grupos, ou individual, esboçando autonomia do pensamento e criticidade para o questionamento. Por estar ativo, várias hipóteses surgirão. Quando disponibilizados em grupos, levantamentos e questionamentos serão comentados, haverá troca de conhecimentos entre os envolvidos no grupo (BERBEL, 2001; 2011).

Em estudos realizados sobre o método da Problematização, Berbel (1998) afirma que, a problemática a ser apontada esteja relacionada com o cotidiano do aluno. A intenção dessa relação é despertar nos grupos o interesse em investigar o tema. Quanto mais conectado o aluno estiver com o problema social, mais desejo terá em entendê-lo e buscar uma resolução.

Berbel (1998, p. 3) indica *cinco* etapas, do método Problematização evidenciado na estrutura do Arco de Maguerez para entender a realidade ou apenas um recorte dela: *observação da realidade, pontos-chave, teorização, hipóteses de solução e aplicação à realidade (prática)*, conforme apresenta o MC da Figura 5.

**Figura 5** – Mapa conceitual sobre: etapas do método Problematização.



Fonte: autoria própria.

A *primeira* etapa se especifica em uma observação minuciosa da realidade social do indivíduo. Prioriza um acontecimento de forma geral, ou um tema relevante em sua comunidade. Quanto mais próximo do aluno o tema social estiver, melhor será para se levantar uma problemática que o envolva. O professor pode inserir assuntos direcionais, relacionados ao tema, para impedir que se fuja do tema ou se perca o direcionamento da questão social iniciada, são estes, temas conceituais focais relacionados. Segundo Berbel (1998, p. 4) “é neste momento de análise que os alunos irão apontar carências, pontos específicos e dificuldades sobre o tema gerador.” Nessa etapa da análise surge o **problema**.

O problema é componente essencial da *segunda* etapa. Essas ideias apontadas estão todas desorganizadas. É neste momento que o professor faz a intervenção com a intenção de organizar as ideias sugeridas e as possibilidades apontadas pelos grupos. Junto ao problema identificado e já definido, os alunos irão refletir sobre o motivo causador dessa situação social. Quais pontos-chaves motivaram a situação (BERBEL, 1998, p. 5).

Amplas reflexões sobre as possíveis variantes estimulam os alunos a apontar outras variáveis, ainda maiores, que a problemática anterior. Seriam situações sociais ainda mais elevadas e pensadas que a proposta inicial. São estimulados a pensar que, esses pontos-chaves, são os grandes motivadores de problemas sociais correntes em setores variados na sociedade e acabam por refletir em seu cotidiano (Ibid, 1998).

Confrontados com a variabilidade de pontos-chaves que surgiram após a minuciosa análise pelos grupos, os alunos necessitam delimitar pontos de pesquisa relacionados para que possam ter embasamento substancial teórico. Indicar uma possível resolução do problema, para se chegar à fase da busca por mais informações científicas sobre o assunto, que é a etapa da **teorização**.

A teorização compõe a *terceira* etapa. A investigação para apontar uma solução para o problema é tarefa específica nesta fase. Os grupos irão buscar fontes profundas em referenciais para entender os pontos-chaves que desencadearam o problema. É o momento de investigação científica e individual de cada componente do grupo em bibliotecas, internet, irão solicitar informações mais detalhadas de especialistas no assunto (BERBEL, 1998, p. 5).

Todas as informações coletadas são analisadas, cada qual com sua especificidade. São elas que irão atribuir condições para a próxima etapa, a **hipótese de solução** do problema.

Compreende a *quarta* etapa do esquema proposto, na qual os alunos precisam fazer levantamentos de perguntas ao problema. É a etapa que os questionamentos críticos e criativos são aparentes. Foram frutos de uma minuciosa e criteriosa investigação.

Segundo Berbel (1998, p. 6), perguntas do tipo: quais passos, decisões, atitudes, intervenções precisam ser feitas para a solução do problema? Esses apontamentos feitos de perguntas sugestivas precisam ser respondidos. A possível resposta feita a pergunta que motivou o problema precisa ser apontada. Uma possível solução precisa ser indicada, para isto, os pontos-chaves que desencadearam o problema precisam ser entendidos.

Definida a hipótese correta, de acordo com os referenciais consultados, oriundos de longa e profunda investigação, surge a próxima fase, que é a **aplicação à realidade**, a *quinta* e última etapa. É a fase de execução da hipótese mais capaz de resolver o problema. É a tomada final da decisão. Nessa etapa, os alunos precisam refletir sobre todas as etapas anteriores. Berbel (1998, p. 6) diz que é a etapa política da ação estruturada. Os indivíduos deverão identificar o motivador do problema e, apontar a devida solução. A intenção agora é uma mudança social, ou apenas uma alteração para amenizar a situação.

Desta forma, compreende-se que, uma problematização engajada na rotina social do aluno é capaz de promover o espírito investigativo e crítico. A intenção é observar a realidade, analisar, buscar uma hipótese e oferecer uma possível solução. É tornar o aluno ativo no processo de ensino

e aprendizagem, capaz de promover à *ação-reflexão-ação* diante de um problema social e indicar possível solução.

O artigo de Soares, Becher e Barin (2016), intitulado “*Metodologia de problematização através do Arco de Maguerez: questões para Educação Profissional e Tecnológica*”, relata a contribuição do método Problematização com aporte da estrutura do Arco de Maguerez. Para tanto, as autoras realizaram pesquisas no Portal de Periódicos CAPES, *Scielo* e *Google Acadêmico*. A pesquisa foi refinada para palavras-chave “Educação profissional” e “Arco de Maguerez” entre os anos de 2011 e 2015.

O objetivo geral da pesquisa foi analisar se o método ativo de ensino por problematização, seguindo o modelo do Arco de Maguerez contribui para auxiliar o processo ensino e aprendizagem de alunos da Educação Profissional e Tecnológica.

O resultado da busca apontou, de forma geral 47 trabalhos publicados envolvendo a temática. Com o objetivo de coletar dados atualizados para fundamentar a pesquisa, foi aplicado o critério de refinamento das publicações nos últimos cinco anos (2011 a 2015). A partir de então, 9 trabalhos foram identificados e analisados na íntegra.

Para as autoras todos os trabalhos apontaram contribuições positivas sobre a utilização da estrutura metodológica do Arco de Maguerez dando aporte para a problematização do conhecimento. Considerando a sua metodologia como estratégia inovadora, tanto em aulas práticas experimentais como em expositivas e dialogadas de cursos da educação Profissional e Tecnológica.

Por fim, destacou-se que, além de enriquecedor, o método Arco de Maguerez pode ser entendido como facilitador e qualificador do processo ensino e aprendizagem, podendo ser aplicado em qualquer modalidade de ensino dando suporte a questões problematizadoras. Aplicado aos cursos da Educação Profissional e Tecnológica contribuiu e muito para o sucesso do ensino e aprendizagem, pois torna o aluno proativo, reflexivo, crítico e questionador.

O artigo de Azarias e Santana (2018), intitulado “*Aplicação do Arco de Maguerez no Ensino da Física*”, traz um relato de entrevista e proposta de intervenção envolvendo alunos sobre a prática de ensino da Física. O cenário atual apresenta a disciplina mergulhada no ensino tradicional (quadro e giz), onde o professor é visto como centro do processo e o aluno, apenas um ouvinte, um agente passivo.

Para os autores, este tipo de pedagogia torna o aluno um receptor e não apresenta resultados significativos. Sem falar na recepção negativa da física por muitos alunos. Alguns afirmam que, a disciplina é desconexa com sua realidade social e questionam o motivo de se estudar a disciplina, sem falar das longas aulas envolvendo cálculos e fórmulas.

O objetivo central do trabalho é coletar dados sobre a visão do aluno em relação ao ensino da física. O que ele acha da disciplina? O que necessita ser mudado para evitar a evasão escolar e tornar o ensino mais atraente?

A pesquisa foi dividida em dois momentos. O primeiro, consistiu de aplicação e coleta de dados por meio de questionário envolvendo seis perguntas produzidos no sítio *Google form* e enviados aos alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio.

A tabulação dos dados mostrou que, os alunos não conseguem conectar a física aos fenômenos observados em sua realidade social. Para 91 % dos pesquisados, os conceitos físicos poderiam se relacionar com práticas experimentais visuais e/ou virtual, fotos e vídeos. E, muitos alegaram que, quando questionam os professores sobre tal situação são ignorados.

Para estimular mudança deste cenário, é essencial ruptura com o passado e a inserção de métodos ativos de ensino, tal qual o Arco de Maguerez. A partir de então, iniciou-se o segundo momento da pesquisa.

Foi utilizada a segunda versão em arco utilizando o Método Arco de Maguerez proposta por Berbel e Gamboa (2011), onde o professor elabora a situação-problema com foco na realidade social do educando e, os alunos assumem as etapas seguintes.

O problema proposto partiu da seguinte situação-problema: *a Física é um problema em sua vida pessoal e escolar? E, se desenvolveu obedecendo ao modelo de arco proposto.*

Os autores concluíram que, o esquema de “Arco de Maguerez” se mostrou ótima alternativa para romper com modelos de aulas tradicionais. Além de facilitar a troca de informações entre *professor-aluno, aluno-aluno* potencializa a ação-reflexão-ação. A investigação potencializa a inserção de práticas experimentais, vídeos e imagens sobre a temática. Além de facilitar, enriquecer e dinamizar as aulas, por meio de exercícios contextualizados.

Por fim, para os pesquisadores, é essencial valorizar o que o aluno traz consigo e, isto só é possível quando se escuta o aluno.

### **2.2.1 Experimentação como apoio à Problematização**

Percebe-se um estado motivacional, por parte do aluno, ao ouvir que a aula será no laboratório de ciências (SILVA, 2019, p. 14). Alguns alunos apresentam desejo amplo de manusear vidrarias, questionar, criticar e comprovar o motivo de certos fenômenos naturais, envolvendo a eletricidade que ocorrem na natureza e sua relação com a Física.

Por outro lado, temos a figura do professor afirmando que, o uso da experimentação relacionada à problematização auxilia no processo de ensino e aprendizagem, pois promove a união



das aulas teóricas com a prática, facilitando a compreensão dos conteúdos em pauta, potencializando a autonomia das colocações observáveis durante a aula experimental pelos alunos, sem qualquer estímulo externo (SOUZA; DOURADO, 2015).

A problematização utilizada em aulas experimentais é um recurso pedagógico auxiliar e essencial. Por meio dela, o professor pode instigar o aluno ao senso crítico gerando dúvidas relacionadas a fenômenos; estimular o aluno a criar hipóteses com autonomia a partir de uma problemática relacionada ao conhecimento estudado. Os procedimentos experimentais podem desencadear a construção do entendimento de conceitos teóricos que exigem um alto grau de atenção. Assim, um novo conhecimento problematizado pode ser entendido com eficácia quando há a ação do aluno sobre a problemática (BECKER, 1994, p.92).

Para Poletti (2001) a problematização experimental é essencial na contração do conhecimento científico. É por meio dela que conceitos antes não compreendidos passam por um estágio de entendimento e compreensão. É uma forma de o aluno absorver o conhecimento apresentado, por meio da ação, pois ao interagir ativamente com o conhecimento, de forma prática, há uma contribuição para a significação do aprendizado.

Segundo Ausubel (1978; 2003, p. 6), a experimentação é capaz de provocar a interação do aprendiz com sucessivas diferenciações progressivas e reconciliações integrativas do objeto pesquisado. Isso possibilita a busca por uma resposta.

Considerando a MP como uma estratégia de ensino para o objeto pesquisado, especificamente na área de física, a utilização de aula experimental é apontada como potencialmente significativa e facilitadora no processo de ensino e aprendizagem. Tanto alunos, como professores atribuem às práticas experimentais problematizadas uma natureza motivadora (GIORDAN, 1999, p. 43 - 44).

Ensinar conceitos de eletrodinâmica em sala de aula, de forma teórica e expositiva, apresenta pontos específicos difíceis de entender por parte dos alunos. Essa sensação aparente se aflora quando começamos a conceituar tópicos em sala de aula. A conceituação provoca um misto de inquietação, e, torna-se impossível controlar a atenção dos mesmos, contribuindo para a aquisição efêmera do aprendizado (SILVA, 2019, p. 15).

Os conceitos, por si só, não expressam ou mensuram a relação do tema com os fenômenos da natureza. Torna-se algo abstrato e superficial. O fato relacionado a isso é constatado na evasão em aulas de ciências dito, expositivas.

Aulas experimentais problematizadas fornecem a ligação entre as aulas teóricas, ditas conceituais e as aulas práticas. Entender o fenômeno teórico e relacioná-lo a efeitos naturais provocados na sociedade é uma realidade por parte de alguns alunos. Visualizar a ação desses efeitos

em aulas experimentais problematizadas é essencial. Quando há essa ligação entre fenômenos sociais e naturais, teoria e prática experimental surgem no aprendiz o desejo em querer aprender discutido por Ausubel (2003). Surge o desejo de descobrir o motivo de alguns fenômenos científicos. Sobre isto:

O ensino por meio da experimentação é quase uma necessidade no âmbito das ciências naturais. Ocorre que podemos perder o sentido da construção científica se não relacionarmos experimentação, construção de teorias e realidade socioeconômica e se não valorizarmos a relação entre teoria e experimentação, pois ela é o próprio cerne do processo científico (SANTOS, 2005, p. 61).

Pesquisadores (FURIÓ; GUIASOLA, 1998; EL-HANI; SEPULDEVA, 2009) reforçam que, sem a experimentação como recurso metodológico, o aluno não consegue relacionar os conceitos com as situações apresentadas e o desinteresse pela aula é substancial e, como consequência, o saber científico pode ser transmitido de forma superficial, tornando o aluno mero ouvinte. Segundo Penteado (2010):

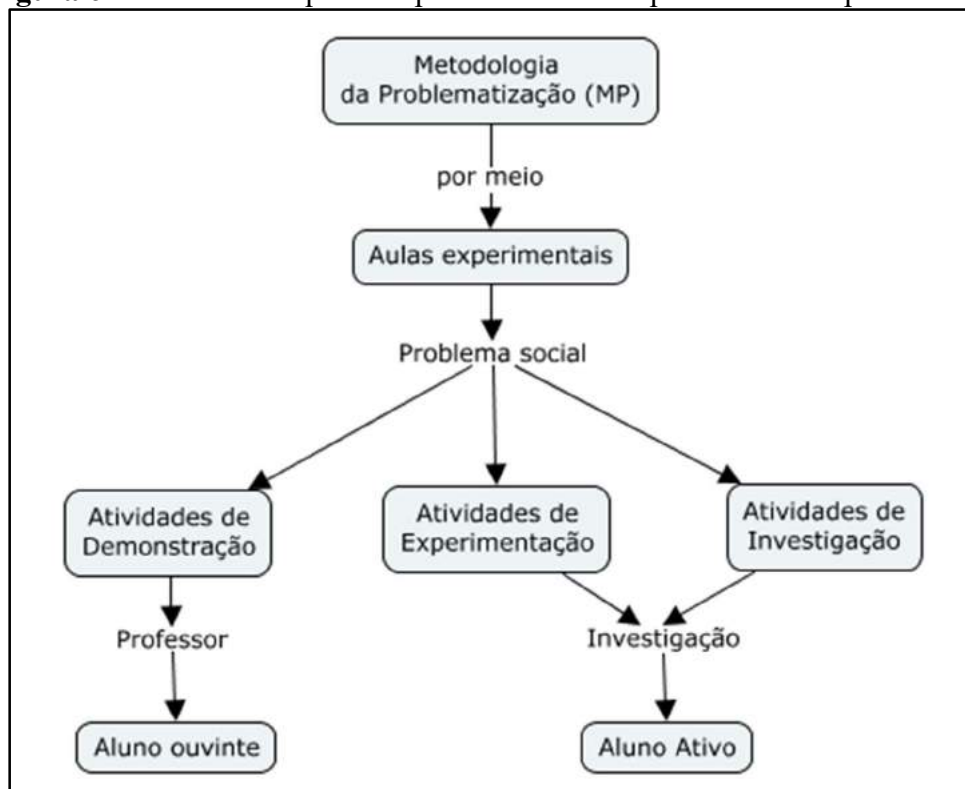
Sair de sua sala de aula e entrar no laboratório induz ao aluno imaginar que verá fenômenos incomuns e a motivação está instalada para o professor iniciar sua aula (PENTEADO, 2010, p. 4).

A rotina experimental, ancorada em boas práticas problematizadas, instiga o potencial investigativo no aluno. Sair da rotina, em sala de aula, promove a valorização do conteúdo. Aprender conceitos relacionados à eletrodinâmica dessa forma se torna prazeroso. Quando o problema está embasado na rotina social do aluno ele é visto na MP como um tema gerador, capaz de tornar a aprendizagem significativa e relevante. Ele desafia ao aluno. Permite sua autonomia na investigação. Sobre isto:

É importante destacar que boas atividades experimentais se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidos a conflitos cognitivos. Desta forma, o ensino de Ciências, integrando teoria e prática, poderá proporcionar uma visão das Ciências como uma atividade complexa, construída socialmente, em que não existe um método universal para resolução de todos os problemas, mas uma atividade dinâmica, interativa, uma constante interação de pensamento e ação (ROSITO, 2003, p. 208).

As aulas práticas com atividades experimentais problematizadas podem ser divididas de acordo com a necessidade pedagógica. Todas são potencialmente significativas e, se organizam com a finalidade de estimular o espírito científico. A Figura 6 expressa a contextualização das aulas experimentais embasadas na Problematização. Segundo Araújo e Abib (2000) elas podem ser:

**Figura 6** – MC sobre esquema representativo dos tipos de aulas experimentais.



Fonte: autoria própria.

*Atividades de demonstração:* são as iniciadas por puro estímulo do professor. Ele é o orientador de toda a rotina que está arrolada com o conteúdo. Essa rotina experimental não possibilita a ação direta do aluno. O motivo pode ser a falta de material para repetir a prática em caso do erro, espaço do ambiente reduzido impedindo o fluxo de circulação ou, quantitativo de alunos acima do ideal. Em resumo, esse tipo de aula experimental torna o aluno um mero ouvinte do momento em pauta.

*Atividades de experimentação:* o foco central é validar os conceitos expressos em Leis da física e suas teorias. Há uma presença ativa do aprendiz em todo o processo. Esse procedimento é embasado em contexto científico. Antes de iniciar a rotina, o aluno estruturou o *subsunçor* por meio de uma problematização. O aluno cria a hipótese e, a ação permite a confirmação de sua hipótese ou não.

*Atividades de investigação:* a característica marcante neste exemplo é o aluno ativo em todo o processo. Esse tipo de método é o proposto em nossa pesquisa por meio da problematização (MP). O início é uma problemática de ordem social aplicada à rotina cotidiana do aprendiz. Existe um senso crítico questionador que se desenvolve no aluno por meio da investigação. Há uma presença marcante do diálogo. Aqui ele é aberto e, a intenção é superar a Lei física já elaborada. A dinâmica marcante é a Ciência aplicada com a finalidade de criticar a realidade (FREITAS; ZANON, 2007).

Todas as formas de experimentação são válidas e consideradas essenciais para promover o entendimento de conceitos teóricos no ensino da eletrodinâmica (ARAÚJO; ABIB, 2000). Cabe ao professor a escolha do método específico a executar.

### **2.3 A Base Nacional Comum Curricular - BNCC e o Ensino**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento elaborado em Conferência realizada no ano de 2010 pelo Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED) e a União de Dirigentes Municipais da Educação (UNDIME), com o objetivo de atender o Artigo 210 da Constituição Federal - CF/88 (BRASIL, 1988; 2010; CARTH, 2017) que diz,

Art. 210. Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais (BRASIL, 1988).

O encontro intitulado Conferência Nacional de Educação (CONAE) teve como pauta a discussão de ações que normatizam, de forma nacional, o conjunto de *Habilidades e Aprendizagens essenciais* que todo cidadão brasileiro deve desenvolver ao longo da Educação Básica (BRASIL, 1988; 1996; 2017; CARTH, 2017).

Em 2015 a BNCC foi publicada para consulta pública, sendo aprovada pelo Congresso Nacional em 2017 em cumprimento ao Artigo 210 da CF/88 e, em conformidade com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB (1996) e o Plano Nacional de Educação – PNE (2014). Este último recomenda até 2024, a construção de uma Base Comum de caráter oficial, normativo e norteador capaz de estabelecer habilidades, competências e aprendizagens essenciais que unifique a parte comum do Currículo escolar, no Ensino Fundamental, de até nove anos de duração, modalidade da Educação Básica (BRASIL, 2010; CARTH, 2017).

De acordo com o MEC, os estabelecimentos de ensino que ofertam o Ensino Fundamental de nove anos de duração, tiveram até 2019 para adequar a parte comum da BNCC, conjunto de habilidades e aprendizagens essenciais, a ser complementada por uma parte diversificada do Currículo Escolar, obedecendo às características regionais, locais, sociais e econômicas do aluno. Desse modo visa assegurar o direito público subjetivo de acesso a qualquer cidadão a uma educação de qualidade, igualitária e adequada as suas peculiaridades (BRASIL, 1996; 2017a; 1988).

### 2.3.1 Competências e habilidades da BNCC no ensino de Ciências baseado na Problematização

Conforme a BNCC, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, compreende o conjunto de saberes Física, Química e Biologia integrando o Currículo Escolar do Ensino Fundamental e são imprescindíveis para a formação humana, social, científica e tecnológica de todo o cidadão na Educação Básica (BRASIL, 2017a), tendo como objetivos formais,

O letramento científico, a leitura do mundo, a investigação científica, a percepção das aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico na sociedade, a proposição de soluções para questões científicas, e o reconhecimento da ciência como uma produção humana (BRASIL, 2017b, p. 321).

Para atingir tais objetivos é essencial ensinar ciências de modo relacional e contextualizado com o mundo social do aluno (BERBEL, 1998). Haja vista, para a BNCC o ensino de ciências não se resume apenas em significados e conceitos (CARTH, 2017). O aprendiz requer a construção de habilidades, de modo a perceber, interpretar, criar hipóteses e atuar sobre a sua realidade com a intenção de transformá-la (BRASIL, 2017; BERBEL, 1998). Isto posto, ensinar ciências de forma relacional e contextualizada com a realidade social do aluno, requer a inclusão da investigação científica por meio de *situações-problema* (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015). Sobre isto, a BNCC propõe um ensino capaz de,

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017, p. 9).

Segundo Berbel (1998), à problematização ancorada em situações vivenciadas no cotidiano do aluno potencializa identificação com o tema estudado em sala de aula. Para a autora é fundamental o uso de *situações-problema* para estabelecer tal relação.

Souza e Dourado (2015) afirmam que a relação entre o conteúdo a ser ensinado e problemas sociais observados na realidade do aluno se torna potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003), ao passo que, quanto mais próximo a problemática apresentada estiver conectada a vivência do aluno, maior sua identificação com o tema gerador. Por estar conectado a esta realidade se vê integrante da situação aparente e, desafiado a empreender (criar) uma solução para o problema (SOUZA; DOURADO; 2015; OSTERWALDER, 2010).

A problematização estimula a investigação científica e favorece o entendimento, interpretação e relação dos fenômenos físicos ocorrentes no cotidiano do aluno, com o conteúdo

científico a ser ensinado, de forma a despertar novos *subsunçores* para a produção de novos significados (AUSUBEL, 2003; BRASIL, 2017; MOREIRA, 2012). Sobre isto,

[...] Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas (BRASIL, 2017, p. 552).

De acordo com Berbel (1998) é função do professor contextualizar e desafiar a construção do novo conhecimento por meio de *situações-problema*. O desafio problematizador confere autonomia na construção do conhecimento e o despertar de novas competências e habilidades (BRASIL, 2017). O aluno é estimulado a produzir e interpretar o conhecimento de forma autônoma e, organizar o conhecimento produzido, buscar entender o motivo da problemática, levantar hipóteses e empreender uma possível solução ao problema levantado (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015; OSTEWALDER, 2010).

A BNCC incentiva a autonomia cognitiva e valorização dos conhecimentos prévios do aluno e estimula a formação de um cidadão crítico, empreendedor, reflexivo e ativo nas ações e tomadas de decisão frente ao desafio proposto, tornando-o protagonista de toda a ação pedagógica (AUSUBEL, 2003; BERBEL, 1998; BRASIL, 2017; BROWN, 1989).

A proposta dessa pesquisa qualitativa é a inclusão do método ativo de ensino Metodologia da Problematização (MP), com aporte no Arco de Maguerz (AM) em consonância com as Diretrizes propostas pela BNCC na prática do ensino de ciências. Trata-se de ferramenta pedagógica, baseada em *situações-problema* geradas a partir da observação social vivenciada no cotidiano do aprendiz, de modo a utilizar a investigação científica com o intuito de estimular aulas dinâmicas, ativas, atrativas, prazerosas e empreendedoras. Sendo a metodologia da Problematização uma recomendação, neste caso (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015; OSTERWALDER, 2010; GIORDAN, 1999).

## **2.4 CANVAS de Projeto como ferramenta de ensino**

CANVAS de Projeto foi desenvolvido a partir do modelo *Business ModelCanvas* ou "Quadro de modelo de negócios" de Alex Osterwalder. Esse autor elaborou uma ferramenta de gerenciamento estratégico, que permite desenvolver e esboçar modelos de negócios novos ou existentes (OSTERWALDER, 2009; 2010).

Esse modelo é estruturado em 5W2H<sup>2</sup>, voltado para a administração e desenvolvimento de projetos/áreas afins, o qual prevê perguntas no momento da elaboração do projeto, com a intenção de observar o plano de negócios como um todo (KALLÁS, 2012, p. 704). Aliado a isto, estão os recursos colaborativos, tais como: *planejamento ágil e colaborativo; proposta de valor; segmento de clientes; relacionamento com clientes; canais; mapa da empatia e imersão gestão em negócios criativos* apresentados neste modelo, com a intenção de fornecer subsídios para o desenvolvimento de empresas adotando a modelagem de Negócios (LORDÊLO; VASCONCELOS, 2018, p. 1).

O modelo possibilita que os organizadores de empresas e seus colaboradores conversem entre si sobre todo o plano de gestão e consigam ter uma visão ampla e global do planejamento de negócios executados na empresa, permitindo a análise e tomada de decisão, bem como a inclusão de novas ideias (KALLÁS, 2012, p. 705).

A Figura 7 apresenta os nove blocos propostos por Osterwalder (2010) para desenvolver as etapas do plano de ação de empresas.

**Figura 7** – *Business ModelCANVAS* de A. Osterwalder.



Fonte: SEBRAE, tradução do modelo CANVAS (OSTERWALDER, 2004).

<sup>2</sup> Modelo 5W2H é uma ferramenta administrativa que pode ser utilizada em qualquer empresa a fim de registrar de maneira organizada e planejada como serão efetuadas as ações, assim como por quem, quando, onde, por que, como e quanto irá custar para a empresa. Utiliza-se de perguntas válidas como: *O quê (Atividades)? Por quê? Quem (Responsável)? Quanto? Como? Quando (Prazos)? Onde?* Que são fundamentais para descrever o plano de gestão do negócio e ter uma visão geral do projeto.

O modelo de ação proposto no CANVAS<sup>3</sup> é representado por um quadro dividido em nove blocos, cuidadosamente relacionado, estruturado e organizado em tela branca, no qual os alunos expõem os objetivos seguintes de cada etapa. Cada bloco de construção carrega conceitos importantes do projeto de ação (KALLÁS, 2012, p. 704).

As etapas seguintes estão relacionadas à etapa anterior, por meio de uma linguagem visual objetiva (AVENI, 2018, p. 4). Essa organização clara dos blocos serve para descrever todo o planejamento de ação do projeto, de forma objetiva e expositiva exibindo as funções a ser desenvolvida, minimizando os erros que podem surgir no final do processo. Assim, os erros serão identificados e corrigidos (OSTERWALDER, 2004).

É a partir dessa etapa que, o empreendedor começa a ter noção do que é empreendedorismo. A intenção é estimular o empreendedorismo em sala de aula. Tornar o aluno autor. Noções de como criar, gerir, prever e empreender as ações seguintes e ordená-las para atingir uma meta específica é estimulado neste momento (AVENI, 2018, p. 4). Tais iniciativas estão em congruência com o que preconiza as competências gerais para a educação básica, apontadas na BNCC, dentre outras,

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL 2017, p. 9).

Segundo Lordêlo e Vasconcelos (2018, p. 2) é possível aplicar e adaptar o Modelo CANVAS na prática educacional, convertendo-o em um instrumento diferenciado de ensino e aprendizagem. A base para tal estrutura está no uso do Modelo CANVAS Acadêmico. Por sua temática visual simplificada, dinâmica, clara e flexível do modelo de apresentação proposto por meio do CANVAS, permite a adaptação dos aspectos visuais e colaborativos na prática educacional em planos de ação em sala de aula.

O CANVAS Acadêmico aplica procedimentos pedagógicos permeados pelas lentes do modelo CANVAS “tradicional”. É trazer para a sala de aula uma ferramenta contextualizada, leve, com linguagem clara, suave e capaz de romper com a visão tradicional de ensino, despertando no aluno o desejo de querer aprender. A finalidade é adaptar os tempos de aula, em grandes laboratórios de gestão e produção de produtos educacionais colaborativos desenvolvidos pelos alunos. Para esses autores, a adaptação pedagógica potencializa o estudo problematizado, investigativo e criativo

---

<sup>3</sup> O termo CANVAS é usado como uma simplificação de *Business ModelCanvas* ou "Quadro de modelo de negócios" ferramenta de gerenciamento estratégico, muito comum na área de gestão oriundo dos trabalhos e publicações de Alexander Osterwalder (LORDÊLO; VASCONCELOS, 2012).



envolvendo questões relevantes da sociedade, sua análise, discussão e tomada de ação-reflexão-ação (LORDÊLO; VASCONCELOS, 2018).

O modelo sugerido por Lordêlo e Vasconcelos (2018)<sup>4</sup>, resulta de pesquisa desenvolvida sobre o uso dessa ferramenta com mídias digitais. A pesquisa envolveu 44 alunos de duas turmas da educação superior, durante os meses de março a julho do ano de 2018, com o uso do Modelo CANVAS Acadêmico associado a ferramentas digitais da *Suíte Google for Education*. Os resultados mostraram que para este processo ocorrer em sala de aula depende do contínuo e gradativo aprimoramento dos recursos disponíveis e experimentos de novas possibilidades. Mostrou também que, o uso de mídias digitais e recursos colaborativos visuais como o Modelo CANVAS Acadêmico no ensino e aprendizagem, favorece o desenvolvimento de produtos acadêmicos. Os autores concluíram que se devem promover esforços a fim de implementar uma nova cultura participativa colaborativa em sala. Para eles, isso deve ser uma construção, um processo contínuo, gradativo, do familiar ao complexo. O Quadro 1 mostra uma adaptação do planejamento de ação do projeto em sala de aula.

**Quadro 1** - Adaptação do plano de ação CANVAS Acadêmico proposto para o contexto de uma aula.

<b>Título do Projeto (inserir o tema da aula)</b>	
1 - Questão Norteadora	5 – Etapa 1: como fazer?
2 - Ano/escolaridade	6 - Etapa 2: o que fazer?
3 - Objetivos de Aprendizagem	7 - Etapa 3: para quem fazer?
4 - Conteúdo explorado	8 - Produto final
9 – Avaliação	

Fonte: autoria própria.

Fica claro que o esquema de planejamento potencializa a visão global do projeto como um todo, bem como flexibiliza a ação de tomadas de decisão (BIAVA, 2017, p. 13) por parte dos alunos. O aluno-empresendedor (idealizado pela BNCC) visualiza a cada etapa, do início a execução do projeto até a sua finalização. A intervenção é permitida em cada etapa.

Cada bloco de construção seguinte está conectado ao problema inicial em uma relação total de subordinação e dependência conceitual. Não há possibilidade de fuga do objeto estudado (KALLÁS, 2012, p. 705).

O primeiro bloco construtivo é a *questão norteadora*, relaciona-se a problemática inicial. Ou, um problema social relacionado a uma situação real, capaz de provocar a busca e sua resposta

<sup>4</sup> O Modelo CANVAS Acadêmico pode ser baixado no link <https://goo.gl/vNK3WD>.

ao longo do desenvolvimento da ideia. O problema precisa ter um foco objetivo. O resumo e a objetividade são essenciais nesse processo. Seguindo a etapa de construção, temos o bloco dois: a série/ano de escolaridade precisa ser indicada.

O bloco três trata dos *Objetivos de Aprendizagem*: o que se espera que os alunos aprendam em cada etapa. Quais valores sociais, científicos precisam ser estimulados nos alunos ao longo da construção do produto final. O bloco de construção quatro, *conteúdo explorado*: permeia os conteúdos abordados em aula. Quais são os objetivos desses conhecimentos transmitidos aos alunos? Que pontos são essenciais para a sua aprendizagem?

As etapas cinco, seis e sete formam os blocos seguintes e se fundamentam em como será organizada a etapa, quantas aulas, prazos de entregas, avaliações, materiais necessários. Aqui, o professor necessita apresentar o plano fragmentado e esmiuçado de cada ação. As perguntas: como fazer? O que fazer? Para quem fazer? Precisam estar clara e bem estruturada, assim como, a previsão do número de aulas, materiais necessários que serão utilizados etapa a etapa. Apresentar as datas limites de cada método avaliativo.

O penúltimo (oitavo) bloco é o *Produto Final*: Etapa de apresentação do objeto esperado e construído ao longo do projeto. Por quais meios e maneiras o conhecimento adquirido ajudará nesta construção. Como será a entrega do produto final? Que tipo de produto final se entrega a sociedade como resposta a problemática inicial?

A última etapa é a *Avaliação*: aqui, tanto o professor como os alunos devem ser avaliados. Os instrumentos utilizados podem ser uma avaliação formativa ou somativa para aferir a aprendizagem.

Cada bloco de construção é gerenciado e estruturado objetivo a objetivo. A intenção é oferecer um produto capaz de resolver um problema, ou um modelo de planejamento que, em curto prazo potencialize respostas. É como se fosse uma “receita de bolo”: blocos de construção, planejados a partir de um problema, potencializa o entendimento dos tópicos a serem seguidos em busca de um resultado pré-estabelecido, tudo no campo visual do aluno-empresendedor. Assim, as decisões são rápidas e concisas, permitindo a colaboração de todos os alunos (OSTERWALDER, 2004).

Para Biava (2017, p. 12-13), o gerenciamento das estratégias de ação fica a cargo do professor. Ele é visto como um mediador que irá gerar a situação-problema, promover o equilíbrio do passo a passo e desenvolvimento do planejamento em cada bloco de construção. Tudo precisa ser dialogado democraticamente com o grupo. Os objetivos e as etapas seguintes necessitam estar bem delimitados. As intervenções realizadas são uma etapa importante a cada processo, qualquer

margem de erro pode ser corrigida nas intervenções, evitando possíveis frustrações por parte dos alunos.

Desta forma, em sala de aula, os momentos em que os alunos necessitam organizar ideias e planejar ações para a resolução de um problema, podem ser sistematizados em um CANVAS. Um momento específico e complexo que antecede o início da resolução de uma situação problemática é o planejamento, momento no qual os alunos têm como tarefa imprescindível, construir um esboço do que se espera durante o decorrer das etapas de resolução.

É a velocidade das mudanças em todas as áreas do conhecimento e a fusão de conhecimentos de diversas áreas, que fez com que os conceitos, forma de utilização e exemplos de modelo de negócios (CANVAS) utilizado pioneiramente em administração de empresas, migrasse para outras áreas como a educação (SEBRAE, 2013 apud RUIZ, 2019, p. 323).

Nesse contexto, o uso do CANVAS aliado ao método Problematização na educação, poderá permitir que um planejamento tradicional para a resolução de problemas, se transforme em um planejamento criativo, orientado à ação e à colaboração, permitindo uma maior demonstração de ideias, objetivando receber *feedback* e aumentar a consciência sobre o processo em questão (RUIZ, 2019).

Com essa visão, pensar em empreendedorismo no contexto escolar, em congruência com a BNCC é uma postura que permite gerar alunos empreendedores, isto é, alunos que encarem problemas como oportunidades para tomar decisões e encontrar soluções.

Assim, no presente projeto se estabelece como foco inovar no planejamento de ações nas aulas de ciências, construindo um modelo CANVAS conectado a um problema de ordem social, abordado pelo método MP. A intenção da MP é indicar estratégias para a solução de problemas de ordem social e apontar a solução, com a intenção de aplicar a realidade (BERBEL, 1998, p. 3-4). O Quadro 2 apresenta uma adaptação do CANVAS para a solução de uma problemática levantada com uso do método MP. Neste caso foi idealizado a construção de um produto final. Por esse motivo este modelo será aqui tratado como CANVAS de Projeto.

**Quadro 2 - CANVAS de projeto para problemática da MP.**

Título do Projeto	
1 – Problemática (Pergunta investigativa da MP)	5 – Duração
2 – Equipe	6 – Motivadores para ações
3 - Objetivos a serem alcançados	7 - Principais ações
4 – Conteúdo abordado no estudo	8 - Produto final a ser alcançado
9 – Avaliação do produto final	

Fonte: autoria própria.

A partir de uma pergunta investigativa pode-se buscar caminhos que apontem para a solução de uma problemática. Nesse processo de investigação os alunos devem organizar cada etapa, bem como ter uma visão geral de onde estão e, onde querem chegar. Aliando o método MP ao modelo CANVAS pode-se ajudar esse aluno a desenvolver-se como um solucionador de problemas, gerando ou não um produto, que seja útil e funcional.

## 2.5 Ensino da eletricidade no Ensino Fundamental

A eletricidade é um tema da Física muito discutida em livros didáticos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta aos sistemas de ensino priorizar as aprendizagens essenciais nos currículos mínimos de Ciências da Natureza (BRASIL, 2017). Por ser um tema da Física muito abrangente optou-se em dividi-lo, dando ênfase no ensino da eletrodinâmica.

A investigação experimental será trabalhada em um bimestre letivo utilizando o método da Problematização e CANVAS de projeto para estimular o processo de ensino e aprendizagem. A opção pela escolha destes conteúdos se deu por observância aos descritores competências e habilidades dos conteúdos/série indicados pela BNCC. Seguem os tópicos da eletrodinâmica no Quadro 3.

**Quadro 3** – Conteúdo da eletrodinâmica de acordo com a BNCC.

Conteúdos	Corrente elétrica	Definição
		Intensidade e sentido da corrente elétrica
	Resistores	Efeito Joule
		Primeira Lei de Ohm
		Segunda Lei de Ohm
	Circuito elétrico	Componentes do circuito elétrico
		Associação de resistores
		Potência elétrica

Fonte: autoria própria.

### 2.5.1 Eletrodinâmica

Conceitos da Física caracterizam a eletrodinâmica, como sendo a variável da eletricidade especializada no estudo de cargas elétricas em movimento. O fluxo ordenado de deslocamento dessa carga é conceituado como corrente elétrica (GRIFFITHS, p. 198, 2011).

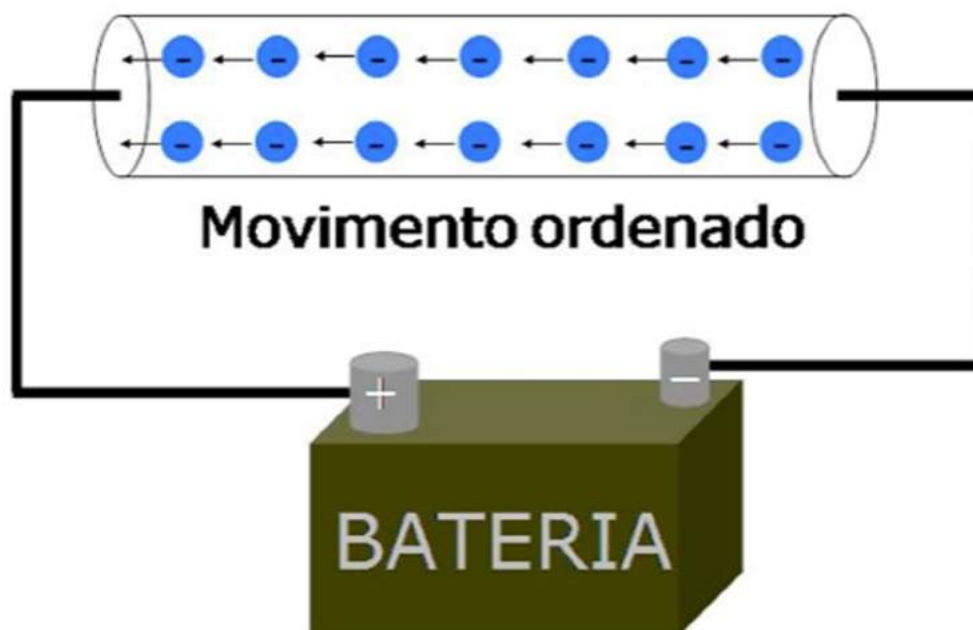
Para imaginar o fluxo dessas cargas elétricas pode-se pensar no deslocamento das mesmas por um trecho de certo material condutor. Este fluxo de cargas elétricas pode ser entendido como a movimentação de elétrons livres, digo, cargas livres com movimentação aleatória em anexo ao trecho do material observado (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 24).

A movimentação de elétrons em todo o trecho analisado é constante, de modo que, nos dois sentidos do material há fluxo de cargas atravessando, desordenadamente, os dois sentidos. Passado certo tempo, as cargas com movimentos aleatórios se estabilizam. O que se observa é a harmonização (de ambos os lados) de cargas por todo o plano analisado. Assim, ao analisar os trechos observados, pode-se averiguar que, o número de cargas em um lado do material condutor analisado, será o mesmo no outro lado do plano (MOTA, 2018, p. 30).

A partir da estabilização entre as cargas em todo o trecho material, o fluxo de elétrons em movimentação por todo o plano, o número total de cargas na superfície  $S$  deste condutor é nulo, de modo que, não há transporte de corrente elétrica (carga) em toda a superfície do material condutor analisado. Sendo a corrente total observada nula (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 24-25).

Entretanto, ao conectar uma fonte de energia ao condutor, por exemplo, uma bateria. Aplica-se corrente elétrica. Isto gera diferença de potencial  $e$ , como consequência ocorre formação de campo elétrico em toda a superfície deste condutor. A estabilização de elétrons, antes vista, perde a harmonização  $e$ , o que se observa é um movimento direcionado destes elétrons, com sentido preferencial. Tão logo, há diferença de potencial. Então, o fluxo de carga neste condutor deixa de ser nulo, gerando a corrente elétrica (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 25).

**Figura 8-** Movimentação de cargas, devido à diferença de potencial externa, atravessando o plano realizado em um condutor.



Fonte: <http://www.fisicaresolvida.com.br/2015/05/eletrodinamica-corrente-eletrica-resistenciaeletrica-e-lei-de-ohm.html>.

Os pontos terminais do material condutor ao serem conectados em uma bateria, gerador elétrico, induz diferença de potencial. A partir desse momento existe fluxo de cargas, com direção e sentido. O fluxo total destas cargas elétricas deixou de ser nulo, resultando em uma corrente elétrica, podendo ser aferida em intervalo de tempo ( $dt$ ) (MOTA, 2018, p. 30).

Como há quantidade de carga elétrica ( $dq$ ), com direção preferencial na superfície do condutor  $\underline{S}$ , em determinado intervalo de tempo ( $dt$ ). Então, define-se a corrente utilizando a fórmula (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 25).

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Para alcançar a carga total que perpassa toda a superfície  $S$  deste condutor em determinado intervalo de tempo  $\Delta t = t_2 - t_1$ . Tão logo, a fórmula pode ser definida (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 25).

$$q = \int dq = \int_{t_1}^{t_2} i dt \quad (2)$$

Onde, a corrente elétrica ( $i$ ) pode estar em função do tempo  $i(t)$ .

No sistema Internacional (SI) a unidade de corrente elétrica é definida como ampère (A) em homenagem ao francês André Marie Ampère. Porém, no (SI) coulomb é definido em função de unidade de corrente elétrica. Assim sendo, temos 1 Ampère = 1A; 1A = 1 Coulomb/segundo = 1C/s (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 26).

O material analisado apresenta, a partir de então, fluxo diferencial de carga elétrica fluindo em todo o plano do condutor. Desse modo, há fluxo de carga neste material (HEWITT, 2015, p. 393).

Griffiths (2011) afirma que, o condutor pode ser formado por diferentes tipos de materiais. Porém, dependendo do tipo de material, o fluxo de carga pode ser alterado. De modo que, certos tipos materiais podem influenciar na velocidade entre as cargas por todo o plano, de uma extremidade a outra. Mas, pode haver diferenças entre os materiais, desde que a densidade de corrente  $\mathbf{J}$  seja proporcional a unidade de carga  $\mathbf{E}$  (GRIFFITHS, 2011, p. 198), de maneira que:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}. \quad (3)$$

Onde  $\mathbf{E}$  é o campo elétrico;

A condutividade elétrica é representada por:  $\sigma$ .

É notável que, a densidade de corrente elétrica, por ser uma grandeza vetorial, possui dimensão de corrente por unidade de área. Então, determinado material apresenta seção transversal de área  $dA$ . A intensidade de corrente de área, bem como, a intensidade de unidade de área é considerada idêntica (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 30).

De maneira que:

$$\mathbf{I} = \int \mathbf{J} \cdot d\mathbf{A}. \quad (4)$$

Segundo Griffiths (2011), na natureza existem diferentes tipos de forças, são elas: química, gravitacional e formigas (eletromagnética). Cargas elétricas em anexo a determinado material condutor, podem se mover por meio destes tipos de cargas. A força eletromagnética é a mais comum entre as demais, pois é capaz de produzir corrente elétrica. Então, podemos complementar a equação anterior do seguinte modo (GRIFFITHS, 2011, p. 198):

$$\mathbf{J} = \sigma (\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) \quad (5)$$

Os referenciais teóricos de Física, utilizados no Ensino Médio, orientados pela BNCC igualam a equação anterior deste modo:

$$\mathbf{f} = \mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (6)$$

Logo,

$\mathbf{f}$  é a representação da força de Lorentz por unidade de carga;

$\mathbf{v}$  = é o vetor velocidade;

$\mathbf{B}$  = vetor campo magnético.

Como as velocidades das cargas são quase que desprezíveis, por serem muito pequenas, ignora-se o segundo termo em anexo a equação, de modo que, a mesma seja exemplificada:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}. \quad (7)$$

A contextualização da Lei de Ohm, expressa na equação acima é primordial para o entendimento da Eletrodinâmica, de modo que, a maioria dos conceitos tratados no ensino da eletricidade deriva desse substrato (MOTA, 2018, p. 31).

Assim, a letra Sigma ( $\sigma$ ) presente na equação abaixo se relaciona a constante de resistividade. Há uma variação dessa constante devido aos diferentes tipos de materiais condutores. Porém, associa-se ( $\sigma$ ) com a resistividade ( $\rho$ ), dando origem a equação:

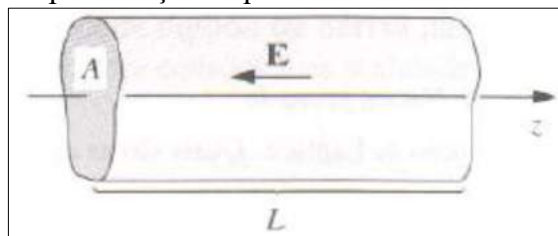
$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (8)$$

Pode-se exemplificar da seguinte forma. Um resistor, de material cilíndrico, apresenta condutividade ( $\sigma$ ). É feito um corte transversal, de modo que, o mesmo apresente área  $A$  e comprimento  $L$ . Porém, este material esboça um potencial constante entre as extremidades de valor  $V$ . O campo elétrico dentro do fio é dito uniforme como está na figura 9.

Utiliza-se, para fins de comprovação a equação sobre a densidade de corrente uniforme, representada (GRIFFITHS, 2011, p. 199):

$$I = JA = \sigma EA = \frac{\sigma A}{l} V \quad (9)$$

**Figura 9-** Representação esquemática de um resistor cilíndrico.



Fonte: GRIFFITHS, 2011, p. 199.

Os eletrodos podem ser encontrados em circuitos elétricos. Em eletrodos em anexo aos circuitos elétricos há fluxo de elétrons, ou seja, presença de corrente elétrica. Porém, essa corrente elétrica total é proporcional a diferença de potencial (V) entre eles. De modo que, a constante de



proporcionalidade ( $R$ ) é indicada como a resistência do condutor. Assim, a Lei de Ohm é representada:

$$V = Ri \quad (10)$$

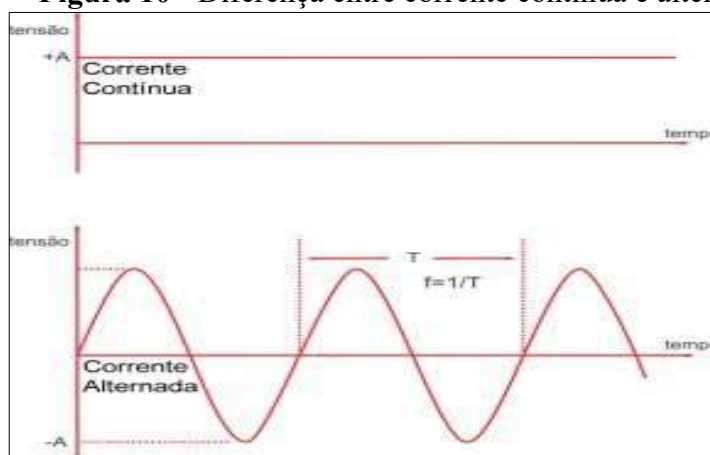
Sendo,  $R = L/\sigma A$  ou  $R = \rho L/A$ .

Por definição, o (SI) determina o símbolo ( $\Omega$ ) como unidade de representação de ohm. A geometria da fórmula se associa com a resistência ( $R$ ) e a condutividade do meio.  $V$ : tensão elétrica e tem como unidade (SI) o volt (V);  $i$ : corrente elétrica. Sua unidade (SI) é o ampère (A).

Eventualmente, o fluxo de corrente elétrica no meio condutor, pode ser de forma alternada (ca), ou contínua (cc). Para Hewitt (2015), a principal diferença entre os fluxos de carga se resume no movimento que as mesmas apresentam. Assim, em (ca) há uma inversão oscilante nos sentidos dos movimentos que os elétrons estão se dirigindo, de modo que, o sentido e a intensidade dessas cargas tendem a variar de modo alternado com o passar do tempo.

Do outro modo está a corrente (cc), aqui, o fluxo de elétrons que compõe a corrente elétrica ocorre sempre na mesma intensidade e sentido e se mantém constantes com o passar do tempo (HEWITT, 2015). A representação esquemática da Figura 10 serve de exemplo.

**Figura 10 - Diferença entre corrente contínua e alternada.**



Fonte: <<https://greenvolt.com.br/o-inversor-do-solar-fotovoltaico/corrente-continua-e-alternada/>>.

Segundo Hewitt (2015), a energia elétrica pode ser convertida. A conversão gera outros tipos de energias, consideradas úteis. Os diferentes equipamentos eletroeletrônicos são capazes de realizar essa conversão. Chama-se de potência elétrica ( $P$ ) o resultado da transformação de energia elétrica em qualquer outro tipo de energia por unidade de tempo. Por exemplo, um motor elétrico é capaz de converter a energia elétrica em energia mecânica (MÁXIMO; ALVARENGA, 2006), a fórmula pode ser compreendida matematicamente como:

$$P=Vi \quad (11)$$

De modo que, P: potência (unidade SI: watt W); V: tensão elétrica (unidade SI: volt V);  
i: corrente elétrica (unidade SI: ampère A).

Qualquer eletroeletrônico que, faz uso da eletricidade para exercer função específica consome energia elétrica. Para ter acesso ao valor consumido por diferentes tipos de aparelhos basta saber a potência do aparelho e o período de tempo que o mesmo é utilizado. Para facilitar essa compreensão é conveniente a utilização de outra unidade de medida, embora ela não seja validada pelo SI, o **quilowatt-hora (kWh)** (PEPE, 2020).

$$E = Pot.\Delta t. \quad (12)$$

Onde,

E= consumo de energia em Wh;

Pot= valor da potência em W;

$\Delta t$ = Variação do tempo

Para realizar o cálculo da energia consumida e se, a unidade estiver em kWh é recomendado sua divisão por 1000. Isto posto, ao multiplicar o valor estipulado da bandeira tarifária pelo consumo do mês, obtém o valor equivalente ao custo total em kWh (PEPE, 2020).

$$\text{Custo} = \text{tarifa} \cdot E \quad (13)$$

Em suma, um circuito elétrico pode ser definido como qualquer caminho por onde os elétrons possam fluir (HEWITT, 2015, p. 400).

Como apresenta fluidez há colisões constantes, entre os elétrons. O resultado dessas colisões são a produção de tipos diferentes de energia, tal qual, luz e calor. Por haver conversão de energia há produção de potência elétrica. A Lei de aquecimento do Joule pode ser expressa por meio da equação (GRIFFITHS, 2011, p. 201):

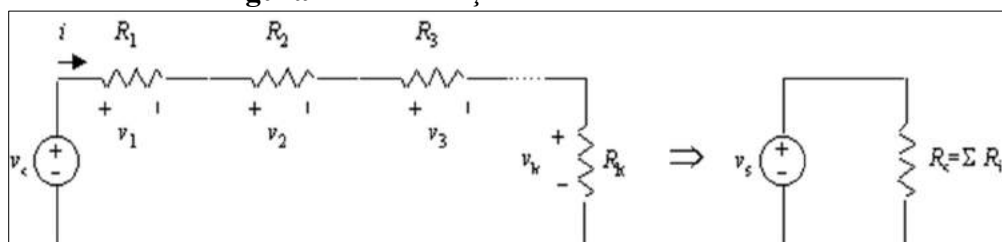
$$P = VI = I^2R. \quad (14)$$

Existem diversos modelos de circuitos elétricos. Eles podem ser simples ou compostos. O que difere um do outro é a quantidade de elementos resistivos existentes. Esse grupo de elementos

resistivos é chamado de malha. O conjunto combinado de resistores em um circuito elétrico é chamado de associação. Existem três maneiras possíveis que os resistores podem se associar:

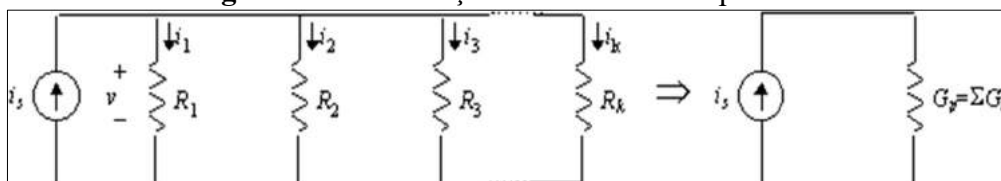
- 1) *Associação em série*: são os tipos de associações percorridas pela mesma corrente elétrica;
- 2) *Associação em paralelo*: são as associações que possuem a mesma diferença de potencial;
- 3) *Associação mista*: ocorre a associação em série e paralelo em um mesmo circuito. A Figura 11 e 12 exibem exemplos de associações de resistores.

**Figura 11-** Associação de resistores em série.



Fonte: <[http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap\\_04/assocres.htm](http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap_04/assocres.htm)>.

**Figura 12 -** Associação de resistores em paralelo.



Fonte: <[http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap\\_04/assocres.htm](http://www.ufrgs.br/eng04030/Aulas/teoria/cap_04/assocres.htm)>.

Na presença de  $N$  resistores associados em série e/ou em paralelo, a equação relacionada à resistência total obedece à seguinte (MOTA, 2018, p. 34):

Associação em série,

$$R_{total} = \sum_{i=1}^N R_i \quad (15)$$

Associação em paralelo,

$$\frac{1}{R_{total}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i} \quad (16)$$

## 2.5.2 Explicando o uso de Adaptadores “T”

Os multiplicadores de tomada, conhecidos popularmente como adaptadores “T” (Benjamim) são facilmente encontrados em casas, escritórios e/ou escolas. Isto se explica pelo fato destes objetos facilitarem conexão de diversos eletroeletrônicos em uma única tomada. Existe no mercado marcas e modelos variados (BRASIL, 2020).

Segundo o *site* do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO)<sup>5</sup>, o uso deste objeto não é um problema. Contudo, para a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)<sup>6</sup> é essencial ao consumidor seguir as orientações nos rótulos do fabricante antes de utilizá-lo (BRASIL, 2006).

Em 2004, a ABNT publicou a primeira versão da ABNT NBR 16.001, na qual apresenta um catálogo com informações e normas técnicas de produtos e serviços produzidos no Brasil. Em parceria com o INMETRO, foram elaboradas as Normas Nacionais de Responsabilidade Social<sup>7</sup> de adaptadores “T”, em circulação no país (BRASIL, 2020).

A Portaria nº. 019, de 16 de janeiro de 2004 do INMETRO trata da determinação de Novo Padrão de *Plugues* e Tomadas<sup>8</sup> de acordo com a ABNT, determina prazos limites para a substituição dos modelos antigos destes objetos:

Primeira data: 31 de dezembro de 2006 - fabricantes e importadores de plugues e tomadas; Segunda data: 01 de agosto de 2007 - fabricantes e importadores de plugues e tomadas para uso em aparelhos elétricos e eletrônicos, também para manutenção e reposição; Terceira data: 31 de dezembro de 2008 para Lojistas e varejistas, comercialização de plugues e tomadas; Quarta data: 31 de agosto de 2009: Para Lojistas e varejistas, comercialização de plugues e tomadas para uso em aparelhos elétricos e eletrônicos, também para manutenção e reposição; A NBR 14936, específica para adaptadores, mantém a maior parte de seus ensaios ligados a NBR 6147, entretanto não há compulsoriedade (BRASIL, 2004, p.1).

Modelos de diferentes marcas e sem o devido cuidado com a testagem técnica sempre estiveram presentes no mercado brasileiro. Em 30/10/2005, o INMETRO, coletou marcas e modelos diferentes de adaptadores “T” disponíveis no mercado. A intenção foi analisar se os produtos encontrados apresentavam padrão de qualidade exigidos por meio da NBR 14936/2003 (BRASIL,

<sup>5</sup> Para consultar orientações sobre produtos autorizados. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br>. Acesso em 01 de junho de 2021.

<sup>6</sup> Para consultar orientações sobre Normas ABNT. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/abnt-catalogo>. Acesso em 01 de junho de 2021.

<sup>7</sup> Normas Nacionais de Responsabilidade Social. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_social/norma\\_nacional.asp#:~:text=A%20ABNT%20NBR%2016001%20estabelece,da%20cidadania%20e%20do%20desenvolvimento](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/norma_nacional.asp#:~:text=A%20ABNT%20NBR%2016001%20estabelece,da%20cidadania%20e%20do%20desenvolvimento)>. Acesso em 01 de junho de 2021.

<sup>8</sup> Cartilha com orientações do Novo Padrão de Brasileiro de Plugues e Tomadas. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pluguestomadas/>>. Acesso em 01 de junho de 2021.

2005). O alvo dos testes foram *plugues*, tomadas e adaptadores “T” para uso doméstico e análogo. Os objetivos da pesquisa foram:

Prover mecanismos para que o Inmetro mantenha o consumidor brasileiro informado sobre a adequação dos produtos e serviços aos Regulamentos e às Normas Técnicas, contribuindo para que ele faça escolhas melhor fundamentada, levando em consideração outros atributos do produto além do preço, tornando-o mais consciente de seus direitos e responsabilidades; Fornecer subsídios para a indústria nacional melhorar continuamente a qualidade de seus produtos, tornando-a mais competitiva; Diferenciar os produtos disponíveis no mercado nacional em relação à sua qualidade, tornando a concorrência mais equalizada; Tornar o consumidor parte efetiva deste processo de melhoria da qualidade da indústria nacional (BRASIL, 2005)<sup>9</sup>.

O resultado da pesquisa atende à demanda do Programa de Análise de Produtos, bem como avalia a qualidade dos adaptadores “T”, uma vez que este objeto possui grande procura no mercado e, por fazer uso da eletricidade, requer testes para aferir o grau de conformidade, eficiência e segurança aos usuários (BRASIL, 2005). Tais testes de conformidade avaliam critérios, tais como: proteção contra choques elétricos, aquecimento, funcionamento normal, resistência ao calor e resistência do material isolante (BRASIL, 2005).

Segundo o INMETRO<sup>10</sup>, todas as 15 marcas avaliadas tiveram o conceito NÃO CONFORME. Os ensaios de proteção contra choques elétricos, aquecimento dos dispositivos e resistência ao calor acenderam o alerta: todos os multiplicadores “T” (benjamim) avaliados não apresentaram grau de segurança para o consumidor final. Pelo contrário, sendo expostas ao calor, todas as marcas derreteram e apresentaram chama de fogo (BRASIL, 2005). Isto quer dizer que, nenhuma das marcas testadas atendia o que se determina a NBR 14936 (adaptadores “T”), publicada em abril de 2003.

A partir de então, o INMETRO concluiu que, os produtos analisados ainda estavam adequados a Portaria INMETRO nº 27, de 18 de fevereiro de 2000 e, por isso, a NÃO CONFORMIDADE no resultado das amostras.

Atualmente, todos os modelos de adaptadores, *plugues* e tomadas seguem o modelo determinado pela Regra Específica para plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - (DINQP-051) do INMETRO. Este documento determina especificações técnicas destes produtos e

---

<sup>9</sup> Objetivos da realização da pesquisa e análise dos adaptadores “T”, 2005. Disponível em <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/benjamins-perigo-eletrico-1>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022 e [http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq\\_classe=1&seq\\_ato=2903](http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq_classe=1&seq_ato=2903). Acesso em 18 de dezembro de 2022.

<sup>10</sup>Ensaio realizado em amostras de Benjamins (Multiplicador “T” consiste em uma das etapas do Programa de Análise de Produtos, coordenado pela Diretoria da Qualidade do Inmetro, 2005. Disponível em: <[https://Benjamins:perigo elétrico — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](https://Benjamins:perigo%20el%C3%A9trico%20-%20Portugu%C3%AAs%20(Brasil)%20(www.gov.br))>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

orientações ao consumidor. Todos os fabricantes precisam atender as normas exigidas na NBR 6147, de modo a seguir os critérios e regras de conformidade, aspecto de eficiência e segurança do produto. Pelos testes amostrais do INMETRO, ficou claro que algumas marcas atendiam a determinados critérios e outras não atendiam (BRASIL, 2005).

A Portaria ABNT NBR 14936:2006 (BRASIL, 2006), publicada pelo INMETRO faz intervenção na produção destes objetos. O documento determina aos fabricantes a apresentação de modelos de adaptadores “T” com as devidas correções. A finalidade é a realização de novos testes para a autorização e fabricação do produto. Após testes de qualidade, os modelos deverão receber o Selo de Identificação da Conformidade (SIC), exposto no produto e, legível ao consumidor (BRASIL, 2006).

Os modelos de adaptadores “T” testados e autorizados deverão de acordo com a Regra de Certificação (700-RC-001) e Regra de Certificação Compulsória (RCC), em anexo à norma ABNT NBR 14936:2006, receber o SIC.

A Portaria nº 14936 (BRASIL, 2006) autoriza ao fabricante (solicitante) optar por um dos modelos de SIC’s disponíveis:

- a) **Modelo com Avaliação do Sistema de Gestão da Qualidade do Processo de Produção do Produto e Ensaio no Produto:** Este modelo consiste na avaliação e aprovação do Sistema de Gestão da Qualidade do processo de fabricação, utilizado em processos repetitivos de produção em série, com auditorias de terceira parte no fabricante e ensaios em amostras retiradas na produção e no comércio.
- b) **Modelo com Certificação do Lote** Este modelo baseia-se no método “passa, não passa”, para certificação de cada lote, e deve ser aplicado a lotes isolados de produção única ou intermitente com grandes intervalos de tempo, com pouco ou nenhum reconhecido controle durante o processo de fabricação (BRASIL, 2006, p. 2).

Por meio desta recomendação tornou-se possível a padronização destes objetos, utilizando o padrão de qualidade exigido pelo INMETRO nos processos de fabricação de produtos com compulsoriedade<sup>11</sup>.

Em 2013, o INMETRO publicou a ABNT NBR 14136 (BRASIL, 2013), a qual apresenta a padronização e adequação para *plugues* e tomadas. O mesmo documento recomenda que, fabricantes de adaptadores “T” devem seguir as mesmas regras de conformidade e padronização de pinos.

---

<sup>11</sup> Segundo o Aurélio: qualidade de compulsório, do que tem a capacidade de compelir, de obrigar; em que há obrigação ou de caráter obrigatório; obrigatoriedade. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/compulsoriedade/>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

Os *plugues* devem possuir dois ou três pinos redondos e, em contrapartida, as tomadas três conexões (orifícios) de 4 mm ou 4,8 mm. De modo que, tomadas e *plugues* com até 4 mm de diâmetro são característicos de aparelhos com corrente nominal de até 10A (ampères). Casos em que o diâmetro seja de 4,8 mm estão relacionados à operação de até 20A (BRASIL, 2013).

Essa necessidade de padronização efetiva-se para evitar que consumidores efetuem conexão elétrica em aparelhos com maior potência em pontos de energia não projetados para essa ação, evitando gastos desnecessários de energia e possíveis acidentes domésticos (BRASIL, 2013).

Essa reflexão sobre a regulamentação técnica que padroniza eficiência, conformidade e segurança dos adaptadores “T”, traz à tona a preocupação sobre o uso seguro deste objeto, bem como levanta a questão sobre os sérios problemas causados pela não observância das especificações técnicas da ABNT NBR 14136 (BRASIL, 2013).

Um deles é a sobrecarga em um ponto de energia e acidentes de pequenas e/ou grandes proporções, como se vê no próximo item.

### 2.5.3 Uso correto dos Multiplicadores “T” segundo orientações do INMETRO

Para ampliar pontos de acesso nas tomadas a solução rápida e paliativa encontrada pelo consumidor é a adaptação de mais pontos de conexão por meio de multiplicadores “T” (adaptadores). O INMETRO enfatiza sobre os cuidados antes de utilizar esse objeto:

Introduza-o em locais onde haja ventilação permanente; não o deixe perto de aparelhos que esquentam muito, como estufas, pois ele pode derreter com o calor excessivo ou contínuo; se estiver molhado, não chegue perto de aparelhos elétricos, você pode levar um choque; deixe crianças longe de benjamins e tomadas; seque bem as mãos antes de ligar uma tomada ou benjamim e nunca desligue um aparelho puxando pelo fio; proteja os fios desencapados (BRASIL, 2005)<sup>12</sup>.

Além destas medidas de segurança, é necessário ser observada a potência de cada tomada e o tipo de eletroeletrônico conectado ao multiplicador “T”, pois o problema está na sobrecarga deste equipamento (BRASIL, 2009).

Para evitar sobrecarga e como consequência oscilações intensas de energia (curto-circuito), algumas medidas são recomendadas pelo INMETRO.

Uma dessas observações está relacionada às instalações elétricas residenciais. Cada ponto de energia (tomada) tem a sua capacidade máxima de potência. Ao utilizar o adaptador “T” nesse

---

<sup>12</sup> Regras e cuidados na utilização dos adaptadores “T”, 2005. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq\\_classe=1&seq\\_ato=2903](http://www.inmetro.gov.br/legislacao/detalhe.asp?seq_classe=1&seq_ato=2903)>. Acesso em 18 de dezembro de 2022.

ponto é essencial saber que a capacidade não é multiplicada. Deste modo, a quantidade de eletroeletrônicos conectados em um mesmo multiplicador “T” irá aumentar o fluxo de corrente elétrica circulante. Caso haja variação brusca de corrente elétrica (energia) tem-se o aquecimento do objeto e, sobrecarga de energia. A resultante é a oscilação brusca de energia (curto-circuito) e incêndio (GRIFFITHS, 2011, p. 201).

A forma correta de se evitar acidente é utilizar o multiplicador “T” (benjamim) de maneira correta. O essencial é saber que, cada circuito elétrico possui uma potência. Aparelhos tais como: TV, rádio, celulares possuem baixa potência podem utilizar um mesmo multiplicador “T” (MÁXIMO; ALVARENGA, 2006).

Entretanto, aparelhos de alta potência, como: ar-condicionado, geladeira, micro-ondas, máquinas de lavar roupas/louças e chuveiro, precisam de circuitos exclusivos. Neste caso, o INMETRO não recomenda a utilização de adaptador “T”, tampouco outros aparelhos em conjunto na mesma tomada. Isto poderá gerar a sobrecarga e derretimento do objeto (BRASIL, 2005).

Em caso de dúvidas da capacidade máxima de cada tomada o ideal é não utilizar o objeto e consultar um profissional especialista na área. Os eletricitistas são recomendados e acessíveis.



### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a pesquisa de cunho qualitativo, os sujeitos da pesquisa, os instrumentos de coletas de dados, a maneira como será realizada a análise dos dados e uma tabela resumindo a sequência didática (SD) elaborada.

#### 3.1 A Pesquisa

A pesquisa supracitada caracteriza-se como um Estudo de Caso com *viés* qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Para tal, foi desenvolvida uma SD com práticas experimentais, jogos, simulações, elaboração de mapas conceituais e uso de recursos digitais. Toda SD está ancorada no método de ensino Problematização estruturada no Arco de Maguerez e na ferramenta de planejamento e gestão CANVAS de projeto.

Como resultado da pesquisa, foi elaborado um PE, material que se apresente como potencialmente significativo para auxiliar professores do ensino fundamental na área de Ciências.

##### 3.1.1 Pesquisa Qualitativa em Educação

Depreende-se em Moreira e Rosa (2016, p. 6-7) que uma pesquisa qualitativa não se preocupa em quantificar e mensurar as características estudadas. Ela se potencializa na interpretação dos significados daquilo que está sendo foco da pesquisa (MOTA, 2018, p. 36). O objetivo é expressar os dados coletados com o desenvolvimento da pesquisa e relatar com clareza as propensões amostrais, produzir modelos de exibição dos resultados com os dados coletados, frutos de minuciosa observação, tendo cuidado em preservar os conceitos e significados por meio dela produzidos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; MINAYO, 2008).

Estando a pesquisa já aplicada, evidencia-se entre os sujeitos envolvidos, tanto o professor/pesquisador como os demais atores, a troca de vínculos e sentimentos mútuos. Essa condição de confiança e respeito possibilita, com riqueza, a produção de símbolos e afetos estimulados por meio do objeto estudado. A confiança possibilita a troca e, qualquer informação levantada é objeto de anotação, servindo de dado coletado. Os dados anotados são observados como objetos resultantes da interação social entre os atores envolvidos na pesquisa. Todas as informações são catalogadas como cópias fiéis da realidade em questão. O vínculo de troca entre os sujeitos gera

informações precisas e concretas sobre as ponderações da pesquisa. Logo, o pesquisador pode coletar os dados com clareza e integridade (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.55).

Sob o mesmo ponto de vista, Alves (1991) corrobora que, na pesquisa qualitativa quando os sujeitos envolvidos entram em sincronia, ocorre à interação. Logo, ficam evidentes que os registros realizados são cópias fiéis da realidade em que estão imersos. Os dados levantados são gerados como resultados das trocas em um contexto social (PEPE, 2020, p. 37). Então, no decorrer da pesquisa os dados coletados foram reajustados progressivamente durante o processo de investigação. Esse fator viabiliza a fidelidade na descrição dos resultados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.55).

Ademais, em pesquisas realizadas por Moreira e Rosa (2016) traçam a característica de três metodologias que se dedicam na abordagem de cunho qualitativo, são elas, etnografia, pesquisa-ação e estudo de caso.

As pesquisas, de cunho *etnográfico*, se baseiam na descrição e fundamentação de símbolos relacionados à determinada cultura. Podemos citar como exemplo, a cultura e símbolos de povos indígenas (PEPE, 2020, p. 37). A *pesquisa/investigação-ação* se define como uma busca de meios e maneiras para intervir, em uma realidade, com a intenção de melhorar e/ou inserir práticas capazes de estimular o processo de tomada de decisão de grupos determinados, frente a mudanças sociais. O que se valoriza aqui, não são a quantificação e produção do conhecimento. Este último, o conhecimento, é pouco enfatizado. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 266; 292).

Por outro lado, pesquisas embasadas em *estudo de caso* são realizadas frente a uma minuciosa observação de determinada realidade. Essa observação pode ser feita por meio de um estudo de caso de determinado fato ocorrido, análises embasadas em fontes de referencial ou, até em um indivíduo determinado ou grupos de indivíduos (MOTA, 2018, p. 36). Pode-se constatar que há três tipos diferentes de estudo de casos: podem surgir por meio de uma descrição focada na observação de histórico de vida de pessoas e ou grupos; outros que se dedicam a observar e descrever histórias relacionadas a organizações da sociedade e, aqueles que se dedicam a observar, minuciosamente, um caso determinado (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 89 - 93). Todos os modelos citados possuem desenvolvimentos diferentes, porém, são iguais na utilização de pesquisas com coleta de dados e, os questionários com perguntas diretas são vistos como técnicas para validar os dados observados (GIL, 1999, p. 132).

Como já dito, a presente pesquisa qualitativa se caracteriza com um estudo de caso, pois os dados foram observados, categorizados e serviram de interpretação e descrição dos resultados (BOGDAN; BIKLEN, 1994; MOREIRA; ROSA, 2016, p. 14).

Os dados coletados são oriundos de proposições, formuladas nos mapas conceituais produzidos pelos alunos, bem como nas respostas a questões levantadas ao longo da SD.

Estas informações foram analisadas comparativamente, com foco na progressividade, bem como nas possíveis alterações das respostas dos sujeitos participantes, as quais poderão apontar indícios de aprendizagem significativa.

### 3.2 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos investigados tratam de alunos, de uma turma, do 8º ano do EF, na faixa etária de 13 a 15 anos de uma instituição escolar pública no Município de Campos dos Goytacazes. A turma dos investigados é composta por 23 alunos. Todos residentes em bairros vizinhos próximos a escola. Os encontros semanais para aplicação da SD, ocorreram de forma presencial, segunda e terça-feira, no turno matutino compreendido entre 07h às 12h20, com carga horária diária de 3 horas/aula por semana, com duração de 50 minutos cada tempo de regência.

### 3.3 Instrumentos da Pesquisa

Os instrumentos para coleta de dados da pesquisa serão abaixo destacados:

1) *Questionários*: constituídos de questões discursivas em cada momento de ensino, bem como nos roteiros experimentais e levantamentos de concepções e opiniões (APÊNDICES B a F).

O questionário aplicado no início da SD teve finalidade de coleta de concepções prévias dos alunos (APÊNDICE A). Ao final da aplicação da proposta foi utilizado mais um questionário (APÊNDICE P), para coletar indícios de aprendizagem significativa, domínio do saber científico antes e após, vivências e expectativas, e acesso ao conjunto de sentimentos acerca da metodologia de ensino utilizada (GIL, 1999, p. 132).

2) *Mapas conceituais (MC)*: em momentos diferentes são solicitados aos alunos a elaboração de MC. É por meio dele que o professor verifica as conexões, formando proposições carregadas de significados entre os conceitos já conhecidos (AUSUBEL, 2003; CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006). Inicialmente, breve conceituação, apresentação e elaboração do que seria um MC. Em seguida, produção de MC após discussão de conceitos para verificar indícios de aprendizagem significativa. Nesta pesquisa o MC será utilizado como instrumento de avaliação do conhecimento e verificação de aprendizagem significativa (APÊNDICE C).

3) *Jogos lúdicos*: ferramenta utilizada em um momento da SD. Não serão analisadas respostas destas aplicações. O jogo lúdico possui dimensão educativa, pois, é capaz de transformar

a forma como o conteúdo pode ser assimilado pelo aluno, de forma diferente, divertida e prazerosa. É a capacidade de sair do normal e dinamizar a aula (SANTOS, 2010, p.11).

4) *Perguntas problematizadoras* (APÊNDICE Q): A problematização é um recurso pedagógico potencializador capaz de provocar no aprendiz o desejo em desvendar e apresentar a solução para o problema (BERBEL, 1998; 2012).

Ao problematizar conceitos da Física com situações significativas contextualizadas no mundo real, o professor estimula a prática da investigação (BECKER, 1994; FREITAS; ZANON, 2007; POLETTI, 2001). Grupos separados receberão *kits* contendo material para confecção dos experimentos e, ao final de cada roteiro experimental há perguntas problematizadoras com finalidade de reforçar os conceitos estudados.

5) *Planejamento CANVAS de projeto* (APÊNDICE R): derivou-se da adaptação da ferramenta de gerenciamento e gestão de estratégias *Business ModelCanvas* (OSTERWALDER, 2004; 2009; 2010).

Por meio dela, alunos-empreendedores irão preencher e desenvolver, de forma participativa e colaborativa, planejamento de gestão, composto por nove etapas para a confecção de dois protótipos, que seja útil e funcional capaz de solucionar um problema e/ou amenizá-lo (AVENI, 2018; BIAVA, 2017; KALLÁS, 2012; LORDÊLO; VASCONCELOS, 2018; RUIZ, 2019).

### 3.4 Análise dos Dados

Foram analisados para fins de se buscar indícios que apontem para uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003), proposições referentes aos seguintes instrumentos: questionários, questões problematizadoras e mapas conceituais.

A análise se fundamentou na categorização livre e na proposta pelo método de análise de conteúdo de Bardin (2016), que se organiza em três etapas:

- a) Pré-análise: fase de leitura minuciosa, flutuante e ampla dos instrumentos utilizados para coleta de dados. Após, organização dos dados coletados é feita a escolha dos instrumentos de coleta que serão objetos da análise. Estes instrumentos serão fruto de leitura criteriosa, exaustiva, obedecer ao princípio da homogeneidade, representatividade e pertinência, pois servirão para formulação de hipóteses e seus indicadores dos quais os dados da análise serão tratados (BARDIN, 2016, p. 126-128);
- b) Exploração do material: é a segunda fase da análise. Nela ocorre a criação de unidades de registro, frutos da identificação de palavras repetidas ao longo do texto e o número de vezes que essas palavras são apresentadas em seu contexto, possibilitando a contagem frequencial.

Para Bardin (2016) é o momento que categorias de análise são criadas com a intenção de facilitar o recorte dos dados coletados em função do objeto de investigação;

- c) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação: fase final e importante no tratamento das informações. Consiste na compilação dos dados da pesquisa que darão origem as categorias de análise. Nela são feitos o tratamento, a inferência e a interpretação dos resultados, de forma crítica e respaldada no referencial teórico da pesquisa.

A organização da análise de conteúdo proposta por Bardin (2016, p. 27 - 36) potencializa a diferenciação e agrupamento das informações coletadas em categorias previamente planejadas, bem como dá uma visão heurística, que permite a refutação/confirmação de hipóteses por meio da análise sistêmica dos dados e verificar se o produto educacional é exequível.

### 3.5 Produto Educacional (PE)

O PE resultante da pesquisa consistiu de uma SD aplicada em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental de Instituição Pública situada em Campos dos Goytacazes/RJ, no primeiro semestre de 2022.

São apresentados tutoriais dos jogos, aplicativos e simulações digitais, bem como roteiros para os experimentos, mapas conceituais e CANVA de Projeto.

Também são explanados de forma resumida todos os referenciais teóricos usados na elaboração da SD.

Todo material produzido, atividades para alunos e orientações para professores, está disponibilizados no PE. O Quadro 4 apresenta a sequência desenvolvida.

**Quadro 4: Resumido da Sequência Didática.**

C.H	Atividade	Questão problematizadora	Conteúdo	Objetivo
Arco de Maguerez - Etapa 1: Observação da realidade social (Temática "A física dos adaptadores "T" (benjamim)").				

1º Momento - (2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Explicação sobre a pesquisa:</b> uso da metodologia para o ensino de física.</li> <li>✓ <b>Questionário</b> para verificar conhecimentos prévios.</li> <li>✓ <b>Leitura e discussão da reportagem</b> sobre acidente no “Centro de Treinamento do Flamengo - George Helal- “Ninho do Urubu”</li> <li>✓ <b>Mapa conceitual</b> (apresentação e treino para elaboração).</li> <li>✓ <b>Separação dos grupos</b> (cada grupo de quatro a cinco alunos).</li> </ul>	<p><i>Seria recomendado ligar diversos eletrônicos em uma mesma tomada utilizando o adaptador “T” (benjamim)? Diante disto, adaptadores “T” são uma opção boa ou ruim? Você o utiliza de forma correta?</i></p>	<p><b>(EF08CI01)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Revisão:</b> Fontes de energia; Tipos de energia e Matriz energética;</li> <li>✓ Conceito de Mapa conceitual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes;</li> <li>✓ Ensinar a construção de mapas conceituais; <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apresentar a problemática geral para que os alunos, no decorrer da sequência didática (SD), encontrem soluções (CANVA de projeto).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Arco de Maguerez - Etapa 2: Pontos-chaves (“O uso incorreto dos adaptadores “T” pode ocasionar quais problemas?”)</b>				
2º Momento - (2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Apresentação do vídeo 1:</b> história da eletricidade<sup>13</sup>;</li> <li>✓ <b>Apresentação do vídeo 2</b><sup>14</sup>: mau uso dos adaptadores “T”</li> <li>✓ <b>Aula expositiva (slides PowerPoint):</b> carga e corrente elétrica; intensidade e sentido e diferença de potencial elétrico.</li> <li>✓ <b>Mapa conceitual (Grupos):</b> sobre questão focal: “O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).</li> <li>✓ <b>Grupos apresentam seus mapas</b></li> </ul>	<p><i>Será que, ao ligar diferentes eletroeletrônicos com potências variadas, em um mesmo adaptador “t”, pode alterar à potência máxima e limites de carga deste objeto, de modo a gerar sobrecarga no circuito elétrico e ocasionar acidentes de diferentes proporções?</i></p> <p><i>Em que momento da história da eletricidade, os adaptadores “T” (benjamim) foram desenvolvidos?</i></p>	<p><b>(EF08CI01)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Revisão:</b> história da eletricidade e interação elétrica;</li> </ul> <p><b>(EF08CI02):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carga e corrente elétrica;</li> <li>✓ Intensidade e sentido da corrente elétrica, potencial elétrico.</li> <li>✓ Uso dos adaptadores “T” (benjamim) no dia a dia de acordo com o INMETRO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vídeo 1: Organizador prévio</li> <li>✓ Vídeo 2: Ênfase na realidade social</li> <li>✓ Situar o aluno no contexto histórico sobre o surgimento da eletricidade</li> <li>✓ Enfatizar conceitos fundamentais no estudo da eletricidade</li> </ul>
<b>Arco de Maguerez - Etapa 3: Teorização (grupos buscam fontes profundas em referenciais para entender os pontos-chaves que desencadearam o problema inicial (acidentes de diferentes proporções com o uso incorreto de Adaptadores “T”).</b>				
3º Momento(2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Aula expositiva (slides PowerPoint):</b> geradores elétricos; circuitos elétricos e seus elementos (Resistores e Associação de resistores).</li> <li>✓ <b>Experimento 1:</b> Curto-circuito: “Circuito em série e em Paralelo”</li> </ul>	<p><i>Com base no experimento realizado, como explicar os acidentes ocorridos no CT do Flamengo “Ninho do Urubu”?</i></p>	<p><b>(EF08CI02)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Circuitos elétricos e seus elementos (resistores e associação de resistores);</li> <li>✓ Gerador elétrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interação social;</li> <li>✓ Investigação experimental;</li> <li>Ludicidade no ensino.</li> </ul>

<sup>13</sup> Disponível em: <(https://www.youtube.com/watch?v=1CKY7LG7Jvo)>.

<sup>14</sup> Disponível em: <(https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk)>.

4º Momento - (2h/aulas)	<p>✓ <b>Texto:</b> “A casa que incendiou” (utilização indevida de “benjamim” causando sobrecarga e curto-circuito em residências);</p> <p>✓ <b>Apresentação do vídeo 3<sup>15</sup>:</b> Causa/consequência do acidente no CT do Flamengo;</p> <p>✓ <b>Atividade:</b> aplicativo <b>CANVA</b> para elaboração de tirinhas sobre uso de adaptadores.</p>	<p><i>Qual a potência máxima e limite de carga elétrica dos adaptadores “T” capaz de facilitar à ligação de eletrônicos em diferentes pontos de energia sem causar sobrecarga do circuito elétrico?</i></p>	<p><b>(EF08CI02):</b></p> <p>✓ Tensão elétrica (ddp) e amperagem;</p> <p>✓ Condutores e Isolantes elétricos;</p> <p>✓ Superaquecimento de adaptadores “T” (benjamim)</p>	<p>✓ Reflexão e conscientização sobre uso correto dos adaptadores “T”;</p> <p>✓ Ludicidade no ensino (Caso elaborado).</p>
5º Momento - (2h/aulas)	<p>✓ <b>Experimento 2:</b> “Efeito Joule” (roteiro)</p> <p>✓ <b>Apresentação do vídeo 4<sup>16</sup>:</b> Efeito Joule e Lei de Ohm;</p> <p>✓ <b>Jogo</b> “Mito ou Verdade” (com premiação)</p>	<p><i>O uso incorreto de adaptadores “T” pode desencadear sobrecarga do objeto e gerar sérios problemas em circuitos elétricos. Quais fenômenos físicos podem ser observados nesta situação e explicar o acidente no CT do Flamengo “Ninho do Urubu” e no texto estudado na aula 4 “A casa que se incendiou”?</i></p>	<p><b>(EF08CI03)</b></p> <p>✓ Efeitos da corrente elétrica: efeito Joule;</p> <p>✓ Resistividade,</p>	<p>✓ Investigação experimental;</p> <p>✓ Ludicidade no ensino.</p>
6º Momento - (2h/aulas)	<p>✓ <b>Aula expositiva</b> (slides PowerPoint): potência elétrica, cálculo de consumo elétrico.</p> <p>✓ <b>Experimento 3<sup>17</sup>:</b> “Pilha de Daniell e Polaridade em alimentos” (roteiro)</p>	<p><i>Quais conceitos físicos estudados são observados utilizando o tubérculo batata-inglesa e/ou limão envolvendo a construção da batata-pilha?</i></p>	<p><b>(EF08CI03)</b></p> <p>✓ Potência elétrica e diferença de potencial (ddp) (Revisão experimental);</p> <p><b>(EF08CI04)</b></p> <p>✓ Cálculo de consumo de energia elétrica.</p> <p><b>(EF08CI03)</b></p> <p>✓ Tipos de Transformações de energia elétrica.</p>	<p>✓ Investigação experimental;</p> <p>✓ Eletricidade e meio ambiente.</p>
7º Momento - (2h/aulas)	<p>✓ <b>Experimento 4 (virtual):</b></p> <p>✓ <b>Simulador:</b> “Phet Colorado: Curto-circuito; circuito de corrente AC e DC.</p>	<p><i>É possível o uso incorreto dos adaptadores “T” ocasionar o aumento da carga de energia elétrica inquirida e, como consequência, elevar a temperatura de cabos e fios e, como resultante gerar alto consumo elétrico elevando o preço final de sua conta de luz?</i></p>	<p><b>(EF08CI02)</b></p> <p>✓ Corrente elétrica: conceito de corrente contínua (CC) e alternada (CA). (Revisão experimental).</p>	<p>✓ Tecnologia e simulação;</p> <p>✓ Questionamento crítico sobre fontes de energia</p>
<p><b>Arco de Maguerez - Etapa 4: Hipótese de Solução</b> (grupos reunidos chegarão a uma possível solução para o problema inicial e decisão final).</p>				

<sup>15</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DiJxUx7mxhI>>.

<sup>16</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=volcxwNj7qs>>.

<sup>17</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=AI614BA-1Vg>>.

<b>Etapas do CANVAS de projeto</b> (alunos, divididos em grupo elaboram o CANVAS de projeto <i>(Momento de planejamento de propostas solucionadoras para a problemática levantada)</i> ).				
8º Momento - (2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>CANVAS de projeto: estratégias de gestão</b></li> <li>- Como fazer? O que fazer?</li> <li>Para quem fazer?</li> <li>-Planejamento: materiais necessários, metas, produto final construído;</li> <li>-Elaboração/preenchimento do CANVAS de Projeto (quadro disponibilizado pelo professor).</li> </ul>	<p><i>Quais sugestões envolvendo materiais de baixo custo, você apresentaria para evitar o uso incorreto (gambiarras) destes objetos na falta de tomadas elétricas e assim evitar riscos de acidentes?</i></p>	<p><b>(EF08CI05)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso consciente de energia elétrica: produção e distribuição;</li> <li>✓ Capacidades e eficiência de adaptadores “T”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Empreendedorismo e criatividade;</li> <li>✓ Reflexões sobre consumo de energia</li> </ul>
<b>Arco de Maguerez - Etapa 5: Aplicação à realidade/prática</b> (alunos e professor apresentam ideias e planejamento empreendedor de projetos apontando possíveis soluções para o problema inicial).				
9º Momento - (2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Definição e confecção de projetos:</b> o professor disponibiliza 2 opções de projetos para diminuir uso excessivo de T's.</li> <li>❖ <b>Grupo 1:</b> Estação para recarga de celular com bateria 9v;</li> <li>❖ <b>Grupo 2:</b> Produção de protótipo capaz de carregar celulares por meio da energia solar (fotovoltaica)</li> </ul>	<p><i>Para quê e como (quais etapas) construir uma estação de recarga de celulares?</i></p>	<p><b>(EF08CI05)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Propor ações coletivas (empreender) para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola;</li> <li>✓ Revisão dos conceitos da eletrodinâmica;</li> <li>✓ Noções de empreendedorismo e gestão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Criatividade e tomada de decisão;</li> <li>✓ Aprendiz como empreendedor;</li> <li>✓ Estratégias de gestão</li> </ul>
10º Momento - (2h/aulas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Mapa conceitual</b> (individual) para responder à questão focal (problemática relacionada a 1ª e 2ª aula desta SD);</li> <li>✓ <b>Questionário:</b> opinião sobre o uso da nova metodologia de ensino;</li> <li>✓ <b>Exposição dos projetos construídos!</b></li> </ul>	<p><i>“O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).</i></p>	<p><b>(EF08CI06)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impactos socioambientais;</li> <li>✓ Noções de gerenciamento;</li> <li>✓ Todos os conceitos trabalhados no bimestre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Economia de energia;</li> <li>✓ Estratégias e empreendedorismo;</li> <li>✓ Tecnologia e ação</li> </ul>

Fonte: o autor, 2022.



## 4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo dedica-se a apresentar o material didático fundamentado no método de ensino Arco de Maguerez (AM).

A ferramenta de planejamento e gestão de projetos “*Business ModelCANVAS*” foi adaptada pedagogicamente para uso em sala de aula como *Planejamento CANVAS de Projeto* com ênfase no empreendedorismo discente (OSTERWALDER, 2009; 2010; BRASIL, 2017).

As *situações-problemas* apresentadas pelo Método da Problematização (MP) estão relacionadas a problemas de ordem social e cotidiana do aprendiz estruturados no AM (BERBEL, 1998; 2012). O objetivo é estabelecer relação entre os problemas abordados e o conteúdo ensinado em sala de aula. Para isso, se apoiará nos princípios da *diferenciação progressiva* e da *reconciliação integradora* (AUSUBEL, 2003), nos quais informações vistas anteriormente servirão de base para entender conteúdos ensinados com níveis de complexidade progressivos (MOREIRA, 2006, p. 5). Assim, busca-se fomentar o pensamento crítico-reflexivo, despertando habilidades e competências com a intenção de se encontrar uma solução possível às problemáticas (BRASIL, 2017; BERBEL, 1998).

O professor é agente facilitador em todo o processo, pois mediará as discussões, auxiliando os alunos na busca da solução para os problemas. O aluno é o alvo principal de transformação, uma vez que a presente proposta espera modificar não só concepções, mas também comportamentos (SOUZA; DOURADO, 2015).

A sequência de aplicação oferece uma versão orientada para o professor e possui roteiros dirigidos para alunos, com objetivo de tornar o processo de *ensino e aprendizagem* dinâmico, lúdico em conceitos da eletrodinâmica, favorecendo um aprendizado potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003).

As seguidas proposições de cada momento trazem problematizações que norteiam estratégias pedagógicas para o entendimento da história da eletricidade, experimentos contextualizados, mapas conceituais, *charges* (tirinhas), jogos e simulações (*online*) computacionais no ensino de Ciências.

### **OBSERVAÇÃO DA REALIDADE SOCIAL (Etapa 1 – Arco de Maguerez)**

**Temática:** “A Física dos adaptadores T”.

- **1º Momento de problematização (2h/aula):** questionário investigativo.

Inicialmente, o professor explica como se dará o ensino durante o bimestre, baseado na pesquisa. Os alunos devem trazer as autorizações dos pais para a participação da mesma.

Em seguida, os alunos irão responder ao questionário investigativo com a finalidade de buscar os conhecimentos prévios (*subsunçor*) relacionados a conceitos básicos da eletricidade (APÊNDICE A).

Para Ausubel (2003), diagnosticar conhecimento prévio é portentoso para o sucesso de aprendizagem significativa. Detectar e aferir *subsunçores* se faz essencial, antes de qualquer nova informação. Por meio deles, o sistema cognitivo do aluno suscita seguidas interconexões cerebrais que poderão auxiliar na absorvência de novos significados (MOREIRA, 2009).

Feito isto, os alunos devem ler o texto (ANEXO VI), usado como um organizador prévio (OP) sobre o acidente no “*Centro de Treinamento (CT) do Flamengo - George Helal, mais conhecido como “Ninho do Urubu”*”.

O objetivo é motivar uma reflexão sobre acidentes elétricos, para fins de levantamento das concepções prévias correlatas aos conceitos da eletrodinâmica e sua relação com a temática principal da pesquisa: uso de adaptadores “T” (benjamins).

Após a reflexão e discussão sobre o assunto, os alunos respondem à questão problematizadora (SOUZA; DOURADO, 2015): *Seria recomendado ligar diversos eletrônicos em uma mesma tomada utilizando o adaptador “T” (benjamim)? Diante disto, adaptadores “T” são uma opção boa ou ruim? Você o utiliza de forma correta?*

Concepções, posicionamentos e reflexões suscitam a explanação de ideias, trocas de experiências, vivências e criticidade (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015).

No final desta aula o professor/pesquisador ensinará como elaborar um mapa conceitual, para que servem e onde são usados. Ferramenta que fornece suporte ao docente a ter acesso a informações (saberes) armazenadas na estrutura cognitiva do aluno (NOVAK, 2006).

O acesso a estas informações tem ponto de partida em pergunta - focal, imagens, palavra, ou até mesmo a exposição de objetos. O esquema cerebral, armazenado na estrutura cognitiva do aprendiz, dotada de significados, faz conexões, por meio de diagramas e relação conceitual para responder a *situação-problema* e, isto pode ser visualizado em confecções de MC (CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 2).

O MC serve de instrumento de avaliação para arguir progresso de alunos no processo de *ensino e aprendizagem* (CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006). Os conceitos físicos estudados na eletrodinâmica podem ser conectados por palavras de ligação formando proposições que representam dois importantes princípios da TAS: *diferenciação progressiva e reconciliação integradora* (AGUIAR; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006).

Para explanação sobre a elaboração de um MC, foi elaborado um MC modelo (APÊNDICE V).

No final da aula os alunos foram divididos em grupos, os quais permaneceram fixos até o final do estudo.

### **PROBLEMA: PONTOS–CHAVES (Etapa 2 – Arco de Maguerez)**

**Temática:** “O uso incorreto dos adaptadores “T” pode ocasionar quais problemas?”

➤ **2º Momento de problematização (2h/aula):** Mapa conceitual/videoaula (organizador prévio)

Após levantamento de concepções prévias, dois vídeos (Apêndice D) serão apresentados aos alunos. Os vídeos atuarão como (OP), estimulando a explicitação de *subsunções* sobre a temática. A intenção é instigar o aprendiz sobre a contextualização histórica, fornecendo meios para que ele faça a conexão do passado, presente e futuro por meio de profunda reflexão crítica (AUSUBEL, 2003).

Os vídeos “*História da eletricidade e “Mal uso de adaptadores “T”: sobrecarga de energia e incêndio”*” atuarão como OP (MOREIRA, 2006), pois estabelecerão “pontes” e vínculos de aproximação entre fatos históricos, conceitos básicos da eletricidade, desenvolvimento de usinas produtoras de energia, adaptadores “T” (benjamim) e entendimento da contribuição de cientistas na história.

O vídeo sobre o “*Mal uso de adaptadores “T”: sobrecarga de energia e incêndio”*, exibindo orientação quanto a formas corretas de uso dos adaptadores “T” (benjamins), com duração de 04m01s. Após assistirem o vídeo os alunos respondem à pergunta: *Será que, ao ligar diferentes eletroeletrônicos com potências variadas, em um mesmo adaptador “t”, pode alterar à potência máxima e limites de carga deste objeto, de modo a gerar sobrecarga no circuito elétrico e ocasionar acidentes de diferentes proporções?*

Em seguida, aula teórica/expositiva (APÊNDICE S) abordando, rapidamente, os principais marcos da história da eletricidade, oportunidade de rever conceitos trabalhados, favorecendo a *reconciliação integradora e diferenciação progressiva* (AUSUBEL, 2003), carga e corrente elétrica, conceito de intensidade e sentido da corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e uso dos adaptadores “T” (benjamim) no dia a dia utilizando a ferramenta *PowerPoint*.

Este momento se conclui com a elaboração, pelos alunos, de duas atividades. O primeiro momento se consubstancia em confecção de MC por meio da *questão-focal*: “*O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?*” (*exemplifique seus benefícios e malefícios em*

*decorrência do uso correto e/ou incorreto*) (CALDAS, 2006; NOVAK, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 2).

Para tanto, modelo pré-elaborado MC (APÊNDICE V) será apresentado aos alunos para que possam se familiarizar com a ferramenta e confeccionar, de maneira autônoma, seus mapas.

Parte-se do princípio que, o aluno seja capaz de realizar inferências históricas por meio do MC pré-elaborado.

O professor, de posse desses MC elaborados pelos alunos, pode aferir e avaliar às conexões cognitivas entre conteúdos já abordados e que servem de substrato para novos conceitos. Outro ponto importante é a percepção, por parte do professor, de conceitos já trabalhados, porém, não compreendidos pelos alunos.

Ademais, Moreira (2006) enfatiza a importância da correção, reelaboração e apresentação, pelos alunos, de seus MC. Para ele, repetidas produções de MC contribuem para a aquisição de proposições cheias de significados e, podem ser observadas na elaboração de MC. Por meio dos MC o professor terá acesso aos conhecimentos já construídos e sua relação com o tema exposto (CALDAS, 2006; AGUIAR; CORREIA, 2013).

Espera-se que os MC apresentem os *pontos-chave* que desencadearam a situação (BERBEL, 1998, p. 5). Cada MC elaborado deverá indicar apenas um *ponto-chave*, uma possibilidade. O motivo definido deve ter contextualização com a *situação-problema*, de modo a fornecer embasamento teórico e substancial para desencadear um processo de investigação científica sobre o assunto. Ao terminar a fase de elaboração, cada grupo apresenta seu MC.

### **TEORIZAÇÃO: SUBSÍDIOS TEÓRICOS (Etapa 3 – Arco de Maguerez)**

**Temática:** Grupos buscam fontes profundas em referenciais para entender os pontos-chaves que desencadearam o problema inicial (motivos que desencadeiam acidentes de diferentes proporções com o uso incorreto de Adaptadores “T”).

➤ **3º Momento de problematização (2h/aula):** 1ª prática experimental: circuito em série e paralelo/questões.

Este momento inicia com aula teórica (expositiva) utilizando a ferramenta *PowerPoint* (APÊNDICE S) e, em seguida, prática experimental abordando tópicos da eletrodinâmica. O Quadro 5 traz os principais conceitos abordados.

**Quadro 5** - Tópicos abordados na aula expositiva-BNCC.

Unidade Temática	Objetos de conhecimento
Matéria e energia (EF08CI02)	Circuito elétrico; elementos de um circuito elétrico
	Resistores e Associação de resistores
	Gerador elétrico

Fonte: o autor, 2022.

No experimento é apresentado um protótipo de ligações em série e paralelo para o estudo da temática “curto-circuito”. Direcionados pelo roteiro experimental (APÊNDICE F), todos os grupos devem executar os passos e resolver as questões.

O objetivo é estimular a prática capaz de exibir para os alunos como os cientistas do passado formularam teorias científicas por meio da prática.

Por meio de aula experimental foi apresentado, painel contendo os componentes que estabelecem um circuito elétrico. Neles, itens como: fonte de tensão, resistência elétrica, fio condutor, interruptor estiveram acessíveis.

A intenção foi levar o painel montado para a sala de aula. Essa etapa demanda tempo e pré-teste. Neste caso, utilizou-se uma atividade de demonstração pelo fato de os grupos estarem formados e o tempo de aula ser reduzido (ARAÚJO; ABIB, 2000).

O professor pode prever o quantitativo de materiais de acordo com o esquema a ser desenvolvido.

Dois vídeos explicativos podem ser usados para auxiliar os alunos. Os vídeos estão disponíveis nos endereços eletrônicos<sup>18</sup>.

➤ **4º Momento de problematização/problemática inicial (2h/aula):** reflexão textual e questões

Este momento se inicia com a reflexão sobre o texto, elaborado pelo autor da pesquisa (APÊNDICE U): *“A casa que se incendiou: utilização indevida de “benjamim” causando sobrecarga e curto-circuito em residências”*. Tem como objetivo promover a reflexão quanto ao uso incorreto de adaptadores “T”, resultando em sobrecarga e curto-circuito em redes elétricas.

Neste momento é conveniente recordar casos de grande repercussão. O aluno precisa se sentir desafiado. Quanto mais envolvido com questões relacionadas ao seu cotidiano, maior será o interesse em pesquisar sobre o assunto (BERBEL, 1998). Para tanto, recorda-se, por meio de um vídeo (APÊNDICE G), a problemática já levantada sobre o acidente no Centro de Treinamento do Flamengo.

<sup>18</sup> (<<https://www.youtube.com/watch?v=CSUV90RS8K8>> e <<https://www.youtube.com/watch?v=2w75u-WFIQc>>).

O objetivo de se exemplificar com fatos da realidade social do aluno é promover a *reconciliação integradora* (AUSUBEL, 2003). A partir de então, o aluno percebe que, fenômenos que acontecem no mundo real têm relação direta com conceitos estudados na Física. Este fato favorece a aprendizagem por meio de conceitos, dos mais gerais para os mais específicos (AUSUBEL, 2003).

Assim, a estruturação cognitiva do aluno faz conexões cerebrais entre, os conceitos da física apresentados e situações corriqueiras do cotidiano e, desse modo, estimulam a reflexão de conceitos da eletrodinâmica relacionados ao tema (AUSUBEL, 2003). O Quadro 6 esboça os conteúdos abordados nesse momento.

**Quadro 6** - Conteúdos de acordo com a BNCC.

<b>Unidade Temática</b>	<b>Objetos de conhecimento</b>
Matéria e energia (EF08CI02)	Tensão elétrica (ddp) e amperagem
	Condutores e Isolantes elétricos
	Superaquecimento dos adaptadores “T”

Fonte: o autor, 2022.

No final desse encontro, cada grupo deve construir uma *charge* “tirinha”, explicitando suas conclusões. Este recurso irá auxiliar a revisão de conceitos vistos (*reconciliação integradora*).

Grupos reunidos irão descrever, em balões de pensamento de forma explicativa (APÊNDICE T), fenômenos da física relacionados a fatos que podem ter desencadeado o acidente ocorrido no CT do Flamengo.

Grupos reunidos irão ponderar a contação de histórias utilizando conceitos físicos já estudados. Este recurso estimula a percepção e compreensão de conceitos. Incentiva a relação conceitual por similaridade e correspondência, na estrutura cognitiva do aprendiz. Isso potencializa as trocas de saberes entre grupos e a formulação de respostas (AUSUBEL, 2003).

Como atividade para casa os grupos irão buscar fontes profundas em referenciais para entender os pontos-chave que desencadearam o problema. É o momento de investigação científica e individual de cada componente do grupo em bibliotecas, internet e pessoas especializadas, por meio da questão problematizadora: *Qual a potência máxima e limite de carga elétrica dos adaptadores “T” capaz de facilitar à ligação de eletrônicos em diferentes pontos de energia sem causar sobrecarga do circuito elétrico?*

Este momento requer embasamento teórico. É essencial que seja realizada em “*home-office*”. Fase que necessita de coleta substancial de referencial teórico por meio dos alunos. Ponderações embasadas em explicação científica necessitam serem apresentados aos demais grupos, com a finalidade de apontar possíveis causas que desencadearam a *situação-problema*.

Cada componente do grupo fará pesquisa individualmente, depois é feita a junção, por eles, dos dados coletados. Essa etapa favorece a inserção de fatos corriqueiros do cotidiano dos alunos, por exemplo, problemas elétricos existentes em diferentes ambientes. Isto favorece a atualização conceitual dos alunos por fatos que ocorre ao seu entorno, sua realidade e faz relação com conceitos e fenômenos físicos.

➤ **5º Momento de problematização (2h/aula): 2ª prática experimental: efeito Joule e ludicidade.**

O professor, ao retomar um conteúdo (RI), faz uso de recurso pedagógico que estimula o entendimento dos motivos causadores incêndio no “CT do Flamengo” e permite a relação da tragédia com o fenômeno conceitual *curto-circuito*.

Para tanto, este momento é dividido em duas etapas conectadas. A etapa *primeira* continua com a *teorização* do Arco de Maguerez, realizada em *home Office*. A busca por explicação científica capaz de evidenciar a *situação-problema* inicial ocorre por meio da questão problematizadora: *o uso incorreto de adaptadores “T” pode desencadear sobrecarga do objeto e gerar sérios problemas em circuitos elétricos. Quais fenômenos físicos podem ser observados nesta situação e explicar o acidente no CT do Flamengo “Ninho do Urubu” e no texto estudado na aula 4 “A casa que se incendiou”?*

O procedimento experimental: “*Efeito Joule*” reproduz em sala de aula, fenômeno físico capaz de explicar o que poderia ter motivado a tragédia no “CT do Flamengo”. Por ser um evento que causou comoção social ligada à rotina diária do aluno, o diálogo é estimulado, despertando argumentação crítica, entre os grupos, sobre o assunto e favorece a crítica da realidade (FREITAS; ZANON, 2007). O roteiro experimental está disponível no APÊNDICE I.

*Objetivo:* Entender o curto-circuito como uma alteração na corrente elétrica. De modo que, oscilações de energia saem do gerador e voltam com uma intensidade, excessivamente, elevada. Assim, danos são causados nos circuitos elétricos tendo como consequência dissipação abrupta de energia que potencializa explosões, produção de fagulhas e dissipação de calor (GRIFFITHS, 2011, p. 201).

Para auxiliar a compreensão e desenvolvimento da atividade, disponibiliza-se endereço eletrônico com vídeo<sup>19</sup>. Nele há explicação e relação teórica do assunto abordado com conceitos da física.

---

<sup>19</sup> <<https://www.youtube.com/watch?v=voIcxwNj7qs>>.

Ao final do experimento, grupos devem apresentar motivo, possível que pode ter ocasionado o incêndio no “CT do Flamengo”, bem como a possível causa das queimas constantes de lâmpadas e aparelhos eletroeletrônicos na escola por meio de conceitos da Física e proceder com respostas ao questionário.

A finalização deste momento se dará com o jogo lúdico “Mito ou Verdade”, sobre perguntas relacionadas a tópicos da eletrodinâmica (APÊNDICE J).

Conteúdos abordados serão revisados (RI) por meio do jogo. As afirmações serão explicitadas com uso do recurso do PowerPoint. Cada grupo elegerá um representante com a função de indicar o letreiro correto com a expressão “VERDADE ou MITO”. Assertivas e pontuações serão exibidas na lousa. O Quadro 7 apresenta os tópicos abordados nesse momento.

**Quadro 7 - Conteúdos de acordo com a BNCC a lecionar.**

<b>Unidade Temática</b>	<b>Objetos de conhecimento</b>
Matéria e energia (EF08CI03)	Efeitos da corrente elétrica: efeito Joule
	Resistividade

Fonte: o autor, 2022.

No jogo são contempladas situações cotidianas, nas quais os alunos precisarão encontrar soluções às problemáticas levantadas e buscar a comprovação da veracidade. Nesse momento se estabelecerá o confronto entre o conhecimento científico e os ditos populares.

Respostas corretas valem 5 pontos de um total de 10 questões. Vence a dinâmica o grupo que acertar mais questões.

➤ **6º Momento de problematização (2h/aula):** 3ª prática experimental: pilha de Daniell, polaridade em alimentos e questões problematizadoras

A proposta dessa atividade é estimular e reconhecer, de forma experimental, fenômenos físicos e conceitos da física por meio de aula prática. Investigar como alimentos encontrados no meio ambiente servem de “produção” de energia; como a energia elétrica pode ser conduzida e auxiliar o funcionamento de materiais do cotidiano. Estes materiais são de baixo-custo, acessíveis aos alunos. Exemplos destes materiais são os alimentos, tais como, batatas inglesas, limão, entre outros, servirão de base para o desenvolvimento da aula experimental “*batatas-pilha*” produzindo a energia por meio de reações físico-químicas.

É imprescindível que o aluno entenda o funcionamento de uma pilha. Para tanto, será ministrada aula *expositivo-dialogada* por meio de *slides* (APÊNDICE S), abordando o conteúdo



sobre a pilha de Alessandro Volta (1745-1827), conhecida cientificamente como pilha de Volta ou pilha elétrica.

Percebe-se que a solução ácida e os metais cobre e zinco formam um gerador. Os terminais do gerador são chamados de polos. Desse modo, o polo positivo cobre (Cu) é o meio por onde sai a corrente elétrica. Doutra forma, a corrente elétrica entra no sistema por meio do polo negativo, zinco (Zn) (HEWITT, 2015; SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Para o aluno, a explicação sobre a pilha de Volta, capaz de produzir energia por meio de reações químicas, pode parecer abstrato. Sugerir a construção da “batata-pilha” estimula o entendimento destes mesmos conceitos, porém de forma mais concreta.

De forma experimental, demonstra-se a propriedade da batata, tubérculo comestível, encontrado e produzido no meio ambiente, utilizado em diversos pratos de culinária. Serve de fonte de energia química para diversos seres humanos, mas, também é capaz de produzir energia elétrica, funcionando como pilhas e baterias como indicadora de polaridade (HEWITT, 2015; SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

Foi elaborado um roteiro para a realização do experimento (APÊNDICE K).

Para auxiliar o preparo e fornecer direcionamento para orientar o experimento, além do roteiro, será disponibilizado um vídeo<sup>20</sup>.

Espera-se que cada grupo explicita os conceitos estudados (Quadro 8), durante a apresentação de seu experimento.

**Quadro 8 - Conteúdos em concordância com a BNCC a lecionar.**

Unidade Temática	Objetos de conhecimento
Matéria e energia (EF08CI03) (EF08CI04)	Potência elétrica
	Diferença de potencial (ddp)
	Cálculo de consumo de energia elétrica
	Tipos de transformações de energia elétrica

Fonte: o autor, 2022.

- **7º Momento de problematização (2h/aula):** 4ª prática experimental: simulação virtual (*Phet* AC/DC) e questões problematizadoras.

A fim de representar circuitos elétricos e seus dispositivos os alunos, em grupos, realizarão a montagem de circuitos com uso do simulador virtual Phet<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Acessível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UtYIHFkFFh4>>.

<sup>21</sup>PHET (*Physics Education Technology*) – Universidade do Colorado (EUA). Trata-se de um *software* Educativo com linguagem virtual especializado em simulações de experimentos científicos. Por funcionar com o auxílio da plataforma *JAVA* (aplicativo), após download podem ser executados sem conexão com a internet. Disponível em: <http://<Kit para>

Os alunos seguirão aos roteiros com questões discursivas (APÊNDICE L) para a realização de algumas montagens e em seguida serão desafiados a responder à questão problematizadora: *é possível o uso incorreto dos adaptadores “T” ocasionar o aumento da carga de energia elétrica inquirida e, como consequência, elevar a temperatura de cabos e fios e, como resultante gerar alto consumo elétrico elevando o preço final de sua conta de luz?*

O conteúdo da Física abordado está representado no Quadro 9.

**Quadro 9 - Conceitos abordados-BNCC.**

<b>Unidade Temática</b>	<b>Objetos de conhecimento</b>
Matéria e energia (EF08CI02)	Corrente Contínua (AC)
	Corrente Alternada (DC)

Fonte: o autor, 2022.

Essa ferramenta apresenta recurso lógico e versão capaz de simular experimento de circuito de corrente AC, DC e noções de curto-circuito. Para tanto, faz-se necessário o aplicativo *JAVA* instalado em diferentes terminais (máquinas) no laboratório de informática. Ao executar o logiciário (parte lógica) visualizam-se ferramentas utilizadas para medir grandezas elétricas: multímetro e voltímetro. Por meio dela, há a oportunidade de simular diferentes tensões de baterias e resistência de resistores. Esse fator favorece a *diferenciação progressiva e reconciliação integrativa*, pois tópicos já estudados sobre circuito-elétrico podem ser recapitulados, favorecendo a relação de similaridade e correspondência na estrutura cognitiva do aluno, de modo que, ao formular respostas a indagações há necessidade de retomar elementos e fenômenos já estudados, isto potencializa a troca de saberes entre os grupos e, favorece o princípio de equivalência e correspondência (AUSUBEL, 2003).

Grupos precisam ser organizados, de modo que, duplas sejam formadas. Essa recomendação facilita o gerenciamento de todos e, evita a falta de entendimento do roteiro experimental de posse da turma.

A inclusão de tecnologia *virtual* nas aulas de ciências estimula a interação do aluno com o mundo virtual e conceitos da física. Desse modo, presume-se que o aluno partilhe afinidades com a disciplina, deixando de vê-la como algo abstrato e desconexo do mundo real.

Por fim, questionário discursivo é atribuído com a finalidade de perceber o entendimento dos alunos sobre conceitos abordados.

### HIPÓTESE DE SOLUÇÃO: (Etapa 4 – Arco de Maguerez)

**Temática:** grupos reunidos chegarão a uma possível solução para o problema inicial e decisão final.

➤ **8º Momento de problematização (2h/aula):** planejamento e empreendedorismo na física.

Com o objetivo de promover uma noção sobre empreendedorismo, conforme orienta a BNCC (2017) esse momento está inserido na etapa do Arco de Maguerez intitulado *Hipóteses de Solução*. Isto porque é neste ponto que os alunos buscam se aprofundar na investigação científica, consultando fontes teóricas, *internet*, profissionais da área, com a finalidade de coletar dados para solução da problemática: *quais sugestões envolvendo materiais de baixo custo, você apresentaria para evitar o uso incorreto (gambiarras) destes objetos na falta de tomadas elétricas e assim evitar riscos de acidentes?*

Pretende-se que alunos por terem quantidade de conhecimento sobre o assunto apresentem ideias embasadas em perguntas do tipo: *Como fazer? Para quem? Quais passos, decisões, atitudes? Que intervenções precisam ser feitas para a solução do problema?* Esses apontamentos feitos precisam ser respondidos com o propósito de situar os grupos na direção de uma decisão, assim, todos devem equiparar-se a apenas um ponto de partida para o início do empreendimento (BERBEL, 1998; OSTERWALDER, 2009; 2010).

O objetivo é a conscientização dos alunos quanto ao uso incorreto de adaptadores “T”, adotando estratégias de ação capaz de reduzir o uso incorreto e, assim evitar acidentes em diferentes ambientes (BIAVA, 2017).

Com foco no empreendedorismo, os alunos devem propor uma solução barata e eficaz. Para isso elaboram a tabela de planejamento (CANVAS de Projeto), conforme exemplificado no Quadro 10.

O enfoque é o planejamento com estratégias de solução do problema de ordem social, apontada pelo Arco de Maguerez, com a intenção de aplicar à realidade (BERBEL, 2012, p. 3-4).

Desse modo, quadro branco será composto por blocos de construção. Nele estão contidas todas as etapas do planejamento de ação, elaboradas por alunos. Este *CANVA de Projeto* é acessível a todos os grupos, pois, apresenta linguagem visual objetiva e clara, permitindo visão global de cada etapa.

Assim, o *aluno-empendedor* gerencia as etapas seguintes e, tem oportunidade de corrigir erros que surgirem em seu desenvolvimento, bem como, incluir novas ações ao longo do projeto (KALLÁS, 2012, p. 705; OSTERWALDER, 2009; 2010).

O Quadro 10 exibe modelo de planejamento de ação CANVAS de projeto para problemática apontada pelo Arco de Magueréz.

**Quadro 10 - Adaptação do CANVAS de Projeto - Modelo de ação.**

Título do Projeto	
1 – Problemática (Pergunta investigativa da MP)	5 – Duração
2 – Equipe	6 – Motivadores para ações
3 - Objetivos a serem alcançados	7 - Principais ações
4 – Conteúdo abordado no estudo	8 - Produto final a ser alcançado
9 – Avaliação do produto final	

Fonte: o autor, 2022.

Para desenvolvimento da ação, a classe será dividida em 2 grupos, de modo que, duas possíveis soluções sejam planejadas. O planejamento da ação terá supervisão imediata do professor, porém serão os alunos que discorrerão as etapas. Todo o conteúdo trabalhado serve de subsídios para o plano a ser seguido.

Pretende-se que, habilidades e competências sejam desenvolvidas pelos alunos no processo de construção das ações. A estratégia de gestão tem como objetivo a construção de estações de recarga de celulares a partir de materiais de *baixo-custo*. Presume-se que, tais estações poderão contribuir para a diminuição no uso de ligações com adaptadores “T” (benjamim). Com a intenção de diminuir e, ou amenizar o problema, linhas de solução são apresentadas como propostas para a produção do planejamento da ação: 1) *estação para recarga de celular com bateria 9v*; 2) *estação com energia solar (fotovoltaica)*.

Com intenção de orientar o planejamento da ação serão disponibilizados vídeos<sup>22</sup>, sendo o planejamento realizado por meio de pesquisas presenciais até o momento final, que será a apresentação de duas propostas de ação por parte dos grupos.

Nesse processo de investigação os alunos devem organizar cada etapa, bem como ter uma visão geral de onde estão e onde querem chegar (OSTERWALDER, 2009; 2010).

### **APLICAÇÃO À REALIDADE/PRÁTICA: (Etapa 5 – Arco de Magueréz)**

**Temática:** Alunos e professor apresentam ideias e planejamento empreendedor de projetos apontando possíveis soluções para o problema inicial.

<sup>22</sup>Os vídeos podem ser acessados nos endereços eletrônicos <[https://www.youtube.com/watch?v=IblBGfLhzt&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=IblBGfLhzt&feature=emb_title)> e <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>.

➤ **9º Momento de problematização (2h/aula):** confecção dos projetos/empreendedorismo.

A ação de empreender se inicia nesta etapa. De posse do plano de ação: *planejamento CANVAS de Projeto* (APÊNDICE R), grupos irão desenvolver os protótipos de modo a atender o objetivo, com intenção de desenvolver a *quinta* etapa do Arco de Magueres: *aplicação da realidade prática*. Para tanto, utiliza-se a seguinte questão problematizadora: *Para quê e como (quais etapas) construir uma estação de recarga de celulares?*

Para responder a problematização, dá-se início ao empreendimento das estações de recarga de celulares: 1) *estação para recarga de celular com bateria 9v*; 2) *estação com energia solar (fotovoltaica)*. Momento de ação e gerenciamento das estratégias vistas como agente de mudanças por meio da intervenção social (BERBEL, 1998, p. 3-4), roteiro no APÊNDICE N.

➤ **10º Momento de problematização (2h/aula): elaboração de Mapa Conceitual: coleta de dados**

Como objetivo de avaliar a compreensão dos conceitos da física aplicados ao longo da aplicação desta SD, primeiramente, os alunos devem elaborar, individualmente, um mapa conceitual (MC), com finalidade de verificar indícios de aprendizagem significativa. A pergunta focal para tal elaboração será a problemática inicial da pesquisa: *“O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto)*.

Ao produzir o MC o aluno expressa significados e conceitos da física conectados uns aos outros com forte dependência e equivalência (MOREIRA, 2006). Tão logo, quando o professor utiliza o MC está de posse de uma ferramenta que, neste caso, serve de avaliação somativa (APÊNDICE C).

Após a apresentação de seus mapas, os alunos entregam os mesmos e respondem ao questionário *online*, avaliando a proposta. Assim, os alunos poderão avaliar a contribuição da metodologia de ensino utilizada (APÊNDICE P).

A aula terminará com a exposição dos dois projetos empreendidos pelos grupos. Cada grupo deve explicar as funcionalidades dos protótipos produzidos, expondo passos de cada etapa planejada.

## 5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O PE teve sua aplicação em escola pública municipal, localizada no município de Campos dos Goytacazes, turma de 8º ano do ensino fundamental, modalidade da educação básica entre o 1º e 2º bimestres, entre os meses de março e maio de 2022. A turma investigada (8º ano-ensino fundamental) é formada por 23 alunos de classe média baixa, residentes no entorno da escola.

Como autor da pesquisa e professor responsável pelas aulas de Ciências na turma, buscou-se trabalhar habilidades e competências sobre eletricidade de acordo com a BNCC. A temática foi motivada por problemáticas observadas na escola dos investigados, relacionados à precariedade da estrutura elétrica, pontos de energia sem manutenção e/ou inutilizados, falta de tomadas, sobrecarga de aparelhos eletrônicos ligados em um mesmo adaptador, dentre outros; potenciais motivadores de acidentes.

Após levantamento bibliográfico foram planejados *situações-problemas* baseadas em portarias sobre Normas Nacionais de Responsabilidade Social<sup>23</sup> de adaptadores “T” (BRASIL, 2005; 2020), publicadas pelo Instituto Nacional Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Tais situações motivaram o desenvolvendo de Sequência Didática (SD), pautada na problematização, intitulada “*A Física dos adaptadores “T” (benjamim)*” e aplicada em 10 momentos de ensino. A aplicação da SD foi planejada para o 1º bimestre, postergada devido a transferências e alocações de alunos, organização da rotina escolar e revisões de conteúdo, motivado pela pandemia COVID-19.

### Descrição da Sequência Didática (SD)

A aplicação da SD (Apêndice A) iniciou com uma conversa sobre o objeto de estudo da eletricidade, a saber, o uso correto do adaptador “T” (benjamim).

Foi ressaltado pelo professor a importância da frequência, a participação nas aulas e a colaboração, tendo em vista que a turma seria dividida em grupos, conforme orienta o método ativo de ensino Metodologia da Problematização (MP), tendo como aporte o Arco de Charles Maguerez (AM).

Foram formados seis grupos com até cinco alunos cada. Classificados como Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D, Grupo E, Grupo F. Os alunos pertencentes a cada grupo foram chamados de A1, B1, C1, D1 e E1, com vistas a preservar a identidade dos mesmos.

<sup>23</sup> Normas Nacionais de Responsabilidade Social. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade\\_social/norma\\_nacional.asp#:~:text=A%20ABNT%20NBR%2016001%20estabelece,da%20cidadania%20e%20do%20desenvolvimento](http://www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/norma_nacional.asp#:~:text=A%20ABNT%20NBR%2016001%20estabelece,da%20cidadania%20e%20do%20desenvolvimento)>. Acesso em 01 de junho de 2021.

## Arco de Maguerez - Etapa 1 - (Observação da realidade social)

### 1º Momento de Problematização

Situação-problema: “Seria recomendado ligar diversos eletrônicos em uma mesma tomada utilizando o adaptador “T” (benjamim)? Diante disto, adaptadores “T” são uma opção boa ou ruim? Você o utiliza de forma correta?”

Tempo para discussão: 10 minutos.

Em seguida, o momento inicial (Apêndice A) teve como objetivo a apresentação do método MP e a coleta das concepções prévias dos alunos. Valorizar o senso comum trazido pelos alunos é fundamental para se ter uma aprendizagem significativa. E, isto se deu com a aplicação do questionário, de forma individual. Segundo Moreira (2012, p. 30), a valorização das concepções prévias é essencial uma vez que, o novo conhecimento a ser produzido se utiliza de *subsunções* (ideias pré-existentes) armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz e servirá de substrato para a produção de novos significados.

O questionário com onze questões envolvendo conceitos sobre eletricidade e adaptadores “T” (benjamim) foi aplicado durante 20 minutos entre leitura e respostas. Deixou-se claro que não seria atribuída notas ao questionário, por isso, a necessidade de respostas sinceras e diretas. A intenção é coletar concepções prévias sobre o assunto em questão. A Figura 13 apresenta momento de coleta das concepções.

**Figura 13** - alunos respondendo ao questionário prévio.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

O professor mostrou seis modelos de Adaptadores “T” (benjamim) e orientações quanto a forma correta de uso deste acessório, de acordo com o INMETRO e norma ABNT NBR 14.136 (BRASIL, 2005). Em seguida, foi colocada a situação-problema para discussão dos grupos.

Quinze minutos de aula foram dedicados à leitura de texto sobre reportagem do acidente no “*Centro de Treinamento do Flamengo - George Helal- “Ninho do Urubu”*” (Apêndice B). O assunto traz discussão sobre acidente, envolvendo eletricidade, que vitimou 10 adolescentes do time de base do Flamengo. Ao utilizar fatos do cotidiano, o aprendiz pode se identificar com o tema e isto serve de ponte para rever tópicos do conteúdo já trabalhados. De acordo com Moreira (1999, p. 162), estes recursos utilizados favorecem o surgimento das concepções prévias e, como consequência, *subsunçores* que servirão de âncora para o aprendiz ter acesso a novos conceitos científicos e formação de novos significados.

Este momento foi finalizado com apresentação de MC para demonstração de proposições, palavras (termos) de ligação e pergunta-focal, como ponto de partida (NOVAK, 2016). Deixou-se claro que durante 2 momentos da aplicação da SD teriam que elaborar mapas e que estes serviriam de avaliação diagnóstica e somativa.

Aos diferentes MC elaborados, não foram atribuídas notas, servindo apenas para explicação, apresentação e manipulação da ferramenta pelos alunos. Outros modelos de MC foram criados com a intenção de adquirir afinidade com a ferramenta.

## **ARCO DE MAGUEREZ - Etapa 2: (Pontos-chaves)**

### 2º Momento de problematização

*Situação-problema:* “O uso incorreto dos adaptadores “T” pode ocasionar quais problemas?”

*Tempo para discussão:* 10 minutos.

Em seguida, foram apresentados dois vídeos, sendo o primeiro com duração de 04:02 min sobre consequências do “*uso incorreto dos adaptadores “T”*”<sup>24</sup>. O segundo, com temática “*História da Eletricidade*”<sup>25</sup>, duração de 04:21, retomando conteúdo já abordado sobre o contexto histórico da eletricidade, linha do tempo e personagens envolvidos. Estes vídeos foram utilizados como OP<sup>26</sup>. Segundo Moreira (2011, p. 45), estes recursos servem de conexão entre o que o aprendiz já sabe e traz consigo, vivências anteriores, com informações científicas que ele deveria saber. Desse modo,

<sup>24</sup> Disponível em: <https://youtu.be/oqwKbP4BfTk>

<sup>25</sup> Disponível em: <https://youtu.be/1CKY7LG7Jvo>

<sup>26</sup> São ferramentas pedagógicas com função de vincular, relacionar e organizar conceitos prévios sobre determinado assunto armazenados na estrutura cognitiva do aprendiz, porém, descontextualizado com os conceitos científicos em questão. Os (OP) pode fornecer a ponte entre estes conceitos e a estruturação de novos *subsunçores* para a formação de novos significados. Estes materiais precisam ser interessantes, apresentando um alto nível de generalidade e abstração do conteúdo e possuir relação com o cotidiano do aprendiz (MOREIRA, 2006, p. 11).



os novos conceitos a serem trabalhados podem se iniciar por ordem crescente de complexidade, favorecendo à *diferenciação progressiva*. A Figura 14 traz imagem dos alunos assistindo aos OP.

**Figura 14** - Alunos assistindo aos vídeos organizadores prévios.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Encontra-se em Moreira (2000) e Ausubel (2003) a orientação sobre a valorização das concepções prévias dos alunos. Estes conhecimentos precisam ser estruturados antes de iniciar a busca por pontos-chaves (2ª etapa do AM) e a abordagem dos conteúdos, sendo os OP uma ótima alternativa. Por meio deles os *subsunçores* existentes são estruturados, potencializando a formação de outros. Para Ausubel (2003), só depois disto o aprendiz é capaz de identificar os pontos-chave com clareza e de forma organizada. Os alunos tiveram 15 minutos para discussão e apresentação dos motivos aparentes que desencadearam os problemas em questão.

Em seguida o professor ministrou **aulas expositivas e dialogadas** com auxílio de *slides* (APÊNDICE S) produzidos no *PowerPoint* sobre conceitos de carga e corrente elétrica, intensidade e sentido da corrente elétrica e diferença de potencial. Momento de *diferenciação progressiva* dos conceitos, que segundo Moreira (2011) é de extrema importância abordar conteúdos científicos mais abrangentes, com alto poder de generalização, seguidos de conceitos mais específicos (MOREIRA, 2011, p. 45).

Dando continuidade foi abordado o conceito de fluxo elétrico, estrutura da matéria (conceito e características de átomos e subpartículas), capacidade dos elétrons (cargas negativas) atravessar uma superfície qualquer, núcleo atômico, fluxo ordenado de elétrons por um meio condutor,

unidades de medidas no Sistema Internacional (SI), sentido real e/ou convencional da corrente elétrica, tomando como exemplo, um meio condutor qualquer. No sentido real, o movimento dos elétrons se dá do polo negativo para o polo positivo. Entretanto, no sentido convencional, o fluxo ordenado de elétrons corresponde ao campo elétrico no interior do condutor, de modo que, a corrente elétrica vai do polo positivo para o polo negativo (HEWITT, 2015). São tipos de corrente elétrica: alternada e contínua.

Após esta exposição foi solicitado que cada grupo elaborasse um MC respondendo à pergunta focal: *“O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto)*. Os alunos tiveram 15 minutos para elaboração e apresentação. Durante a elaboração surgiram dúvidas como: *“Dentro da frase apresentada posso focar no conceito central e iniciar a construção do MC?”* (aluna 5B).

Os grupos foram orientados sobre a observância dos pontos positivos (benefícios) e pontos negativos (consequências) acerca do uso correto e/ ou incorreto deste objeto, segundo o INMETRO (2005). O professor/pesquisador atuou como um mediador, evitando trazer respostas prontas para não induzir hipóteses de soluções dos grupos. O objetivo é sondar o que ele entendeu e/ou já sabe sobre o conteúdo; observar as proposições criadas, os termos de ligação e a formação de conceitos (MOREIRA, 2006, p. 5). A esta atividade foi atribuída uma nota.

### **ARCO DE MAGUEREZ - Etapa 3: (Teorização)**

#### 3º Momento de problematização

Situação-problema: *Com base no experimento realizado, como explicar os acidentes ocorridos no CT do Flamengo “Ninho do Urubu”?*

Tempo para discussão: 10 minutos.

Deu-se início com aula expositiva-dialogada sobre tópicos da eletrodinâmica: geradores elétricos, circuitos elétricos e seus elementos, resistores e associação de resistores por meio de *slides* (APÊNDICE S) produzidos no aplicativo *PowerPoint*.

Conceituou-se geradores elétricos como qualquer dispositivo capaz de fornecer energia elétrica para determinado circuito. Essa energia elétrica fornecida pode ter sido transformada por diferentes tipos de geradores: mecânicos (dínamos), químicos (baterias e acumuladores), ópticos (células fotoelétricas), biológicos (peixe elétrico gera energia para ataque e defesa). Ao ligar fios condutores conectados em uma fonte gerada a determinado circuito elétrico, cria-se uma diferença de potencial (ddp) (SINNECKER; TORT; RAPP, 2010, p. 25). Por meio de um multímetro, pode-se observar e comparar a movimentação de elétrons pela superfície pesquisada. Para tanto, usou-se

de exemplos geradores de corrente contínua (pilhas e baterias) e corrente alternada (tomadas residenciais).

Por conseguinte, definiu-se os componentes de um circuito elétrico. Resistores como dispositivos, de alta resistência elétrica. A função é se opor à passagem de corrente elétrica. Levou-se para sala alguns exemplos de resistores, tal qual a resistência de um chuveiro. Em seguida, as chaves interruptoras foram entendidas como dispositivo para “abrir e/ou fechar” a corrente elétrica em um circuito (GRIFFITHS, 2011, p. 201).

Os capacitores são dispositivos capazes de reter e armazenar energia elétrica, encontrados em circuitos complexos que exigem grandes quantidades de energia em circulação. Ao ser solicitados liberam grande quantidade de energia acumulada rapidamente. Já os receptores são dispositivos com a finalidade de transformar a energia elétrica, presente em um circuito e fornecida por uma fonte geradora, em outras formas de energia (GRIFFITHS, 2011).

Em seguida, com o fusível em mãos, mostrou-se a liga metálica que o compõe. Quando grandes oscilações de corrente elétricas tentam atravessá-lo, essa estrutura se rompe interrompendo a passagem de corrente elétrica por todo o circuito.

Por fim, abordou-se os tipos de configurações possíveis para um circuito elétrico: em série e/ou em paralelo. Os circuitos em série são aqueles ligados pelo mesmo ramo, percorrido pela mesma corrente elétrica. Porém, observa-se que o potencial de cada resistência é decrescente de acordo com a passagem de elétrons. Já os circuitos em paralelo são ligados em ramos diferentes, conectados sempre por meio de dois nós, entre dois ou mais ramos. Nestes circundam a mesma diferença de potencial, sendo a corrente elétrica dividida entre os ramos (GRIFFITHS, 2011).

## EXPERIMENTAÇÃO

Em seguida foi apresentado o experimento de demonstração intitulado: “*Circuito em série e em Paralelo*”. Esta atividade prática foi organizada em nível crescente de complexidade, possibilitando a *diferenciação progressiva* (MOREIRA, 2011).

O protótipo confeccionado pelo professor (Apêndice F) consiste em demonstrar a diferença entre o circuito em série e em paralelo, por meio de roteiro experimental com materiais de baixo custo; a importância dos elementos que compõe um circuito: resistores, associação de resistores, geradores de energia, chaves interruptores, fusíveis e capacitores. Foi um experimento de demonstração, no qual as etapas de testes demandam tempo, exposição de materiais cortantes, perfurantes, risco de choque, tempo reduzido das aulas (ARAÚJO; ABIB, 2000). A Figura 15 apresenta ilustração da prática experimental.

**Figura 15** - Prática experimental circuito em série e em paralelo.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Apresentada a *situação-problema* os grupos tiveram 10 minutos para refletirem sobre possíveis relações entre o acidente no Centro de treinamento do Flamengo e fenômenos físicos observados no protótipo. O professor solicita que cada grupo explicita tais relações. A Figura 16 exibe os alunos apresentando o resultado do experimento de demonstração na VIII Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação, com participação das escolas das redes de ensino municipal, estadual e privada. O evento gratuito e aberto ao público em geral foi sediado no Jardim São Benedito, Campos dos Goytacazes entre os dias 19, 20 e 21 de outubro de 2022.

**Figura 16** – Apresentação dos alunos na X Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Campos.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Utilizou-se da prática experimental como ponte para a retomada de assuntos já abordados e estimular reflexão dos grupos sobre os conceitos trabalhados, favorecendo a *recursividade* (AUSUBEL, 2003). É essencial que assuntos já abordados sejam revisados de forma diferenciada. Segundo Moreira (2011, p. 11), ao retomar assuntos já vistos o professor/pesquisador atende aos pilares da TAS: *diferenciação progressiva e reconciliação integradora*. Refazendo uma tarefa, *subsunçores* podem ser organizados e, a mesma pode ser entendida como recurso didático, servindo de ponte entre o novo significado e a formação do conhecimento.

## REFLEXÃO TEXTUAL

### 4º Momento de problematização

Situação-problema: *Qual a potência máxima e limite de carga elétrica dos adaptadores “T” capaz de facilitar à ligação de eletrônicos em diferentes pontos de energia sem causar sobrecarga do circuito elétrico?*

Tempo para discussão: 10 minutos.

A *situação-problema* levantou discussão entre os grupos, que tiveram 15 minutos para ponderações sobre o texto elaborado pelo autor da pesquisa, intitulado: “*A casa que incendiou: utilização indevida de “benjamim” causando sobrecarga e curto-circuito em residências*”. O texto contextualiza situação com a finalidade de retomar assunto já discutido. A Figura 17 retrata o momento de leitura do texto.

**Figura 17** - Turma realizando leitura do Caso proposto.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel (2003) e evidenciado por Moreira (2012) existem duas condições que precisam ser observadas para que ocorra aprendizagem significativa, são elas: 1) *o aprendiz expresse o desejo em querer aprender;* 2) *o material em questão, seja potencialmente significativo.*

Os grupos A e D discutiram entre si para ler o texto. Observou-se a identificação com o tema, fator não característico da turma. Ficou evidenciado o desejo de aprender. Um sorteio foi realizado pelo professor/pesquisador, vencendo o Grupo A que teve 15 minutos para ler o Caso apresentado, revezando entre eles.

Acredita-se que a identificação com a temática se deu devido ao alto poder de abstração utilizado. Segundo Moreira (2006, p. 11), isto ocorre quando o material utilizado apresenta relação com conceitos já estudados e práticas experimentais. Ambos com alto nível de generalidade, abstração do conteúdo e relação com o cotidiano do aprendiz. Os conceitos da física são trabalhados ao longo da narrativa textual, que está conectada à situação-problema inicial. Talvez, estes fatores tenham estimulado a afinidade do aprendiz com o texto.

A *recursividade* também pode contribuir com o desejo em querer aprender. Isto pode mostrar a eficiência de um recurso textual utilizado em um contexto problematizador, característica de um material potencialmente significativo. Relacionando situações do cotidiano a conceitos científicos, pode-se potencializar a formação do novo conhecimento (MOREIRA, 2012 p. 24).

O texto utilizado está disponível no (Apêndice I) deste PE. Ao final do texto foi inserida pergunta de reflexão. Os grupos tiveram 10 minutos para respostas.

Outro recurso reconciliador do conhecimento foi o vídeo<sup>27</sup> intitulado “*Causa/consequência do acidente no CT do Flamengo*”.

Como atividade final e avaliativa, cada grupo iniciou a produção de uma *charge* com uso do *CANVAS*<sup>28</sup>. Grupos descrevem respostas a perguntas planejadas em balões (de forma explicativa) utilizando conceitos da física para explicar o motivador do acidente no CT do Flamengo. Este recurso (Apêndice T) incentiva relação conceitual por similaridade e correspondência na estrutura cognitiva do aprendiz, de modo a potencializar trocas de saberes entre grupos e a formulação de respostas (AUSUBEL, 2003).

## EXPERIMENTAÇÃO

### 5º Momento de problematização

Situação-problema: *O uso incorreto de adaptadores “T” pode desencadear sobrecarga do objeto e gerar sérios problemas em circuitos elétricos. Quais fenômenos físicos podem ser observados nesta situação e explicar o acidente no CT do Flamengo “Ninho do Urubu” e no texto estudado na aula 4 “A casa que se incendiou”?*

Tempo para discussão: 10 minutos.

Com a apresentação da questão problematizadora, por meio da videoaula<sup>29</sup> *Efeito Joule e Lei de Ohm*, utilizado como um OP, os grupos discutiram por 15 minutos, recebendo, em seguida, um *kit* experimental contendo materiais de baixo custo e um roteiro (Apêndice I), essenciais para a reprodução da prática para entender o fenômeno físico (ARAÚJO; ABIB, 2000).

A Figura 18 mostra o procedimento experimental sobre o efeito Joule.

### **Figura 18 - Prática experimental de investigação efeito Joule.**

---

<sup>27</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DiJxUx7mxhI>>.

<sup>28</sup> Disponível em: <https://www.canva.com/search/templates?q=jogos>

<sup>29</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=volcxwNj7qs>>.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

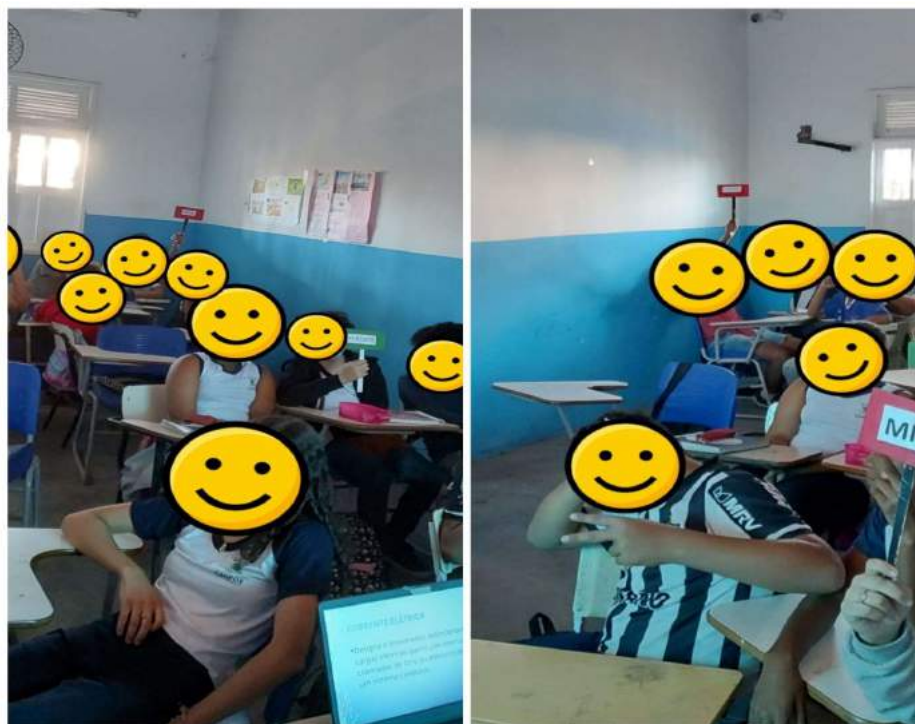
Segundo Araújo e Abib (2000), a prática experimental sobre corrente elétrica pode evidenciar quatro efeitos: o magnético, o químico, o fisiológico e o térmico. Sendo o efeito Joule entendido como um efeito térmico proveniente de colisões de elétrons livres contra os átomos que formam a estrutura do material condutor envolvido, que produzem vibrações cada vez mais intensas, resultando no aumento da temperatura (GRIFFITHS, 2011, p. 201). Essa explicação científica foi observada na prática de investigação realizada pelos alunos.

### JOGO EDUCATIVO

Este encontro foi encerrado com a prática do jogo “Mito ou Verdade”, com premiação. Acredita-se que jogos educativos são opções lúdicas e funcionam como ferramentas potenciais para tornar as aulas mais dinâmicas, atrativas, significativas e que promovem a recursividade (Figura 19).

**Figura 19** – Alunos no jogo “Mito e Verdade” sobre eletricidade.





Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Os grupos receberam placas, confeccionadas com material de baixo custo. Em um lado da placa a expressão “Mito” (alternativas erradas) e, no outro, “Verdade” (optativas corretas). Os grupos tiveram 1 minuto para rever cada tópico estudado sobre eletricidade. Representantes de cada grupo levantam ao mesmo tempo um lado da placa julgada, escolhendo Mito ou Verdade.

## EXPERIMENTAÇÃO

### 6º Momento de problematização

Situação-problema: *“Quais conceitos físicos estudados são observados utilizando o tubérculo batata-inglesa e/ou limão envolvendo a construção da batata-pilha?”*

Tempo para discussão: 10 minutos.

Em seguida, aula expositiva-dialogada por meio de *slides* (APÊNDICE S) sobre potência elétrica e cálculo de consumo de energia, o professor apresentou a discussão de que alguns alimentos podem ser comparados a equipamentos elétricos, pois geram energia pelo processo de oxirredução, funcionando como pilhas e/ou baterias. Já os equipamentos elétricos convertem energia elétrica em outras formas de energia.

Sabe-se que potência elétrica é a capacidade que os aparelhos possuem de captar um tipo de energia e transformá-la em um tipo de energia diferente (MÁXIMO; ALVARENGA, 2006). No SI, a potência elétrica é representada por watt.

Citou-se o exemplo da lâmpada. À medida que se aumenta a tensão elétrica, maior será o brilho, como consequência, mais essa lâmpada tende a se aquecer. E, quanto menor a tensão elétrica, menor será o brilho produzido pela lâmpada e, menor será seu aquecimento. Da mesma forma com a corrente, à medida que aumentamos a corrente elétrica, aumenta-se o brilho dessa lâmpada. À medida que diminuimos essa corrente elétrica, estamos diminuindo esse brilho e, como consequência ela irá se esquentar menos.

Por conseguinte, a turma foi dividida em 2 grupos (A e B) com 10 integrantes cada. A rotina experimental foi realizada na sala de aula, pois a escola não possui laboratório de ciências.

Foi entregue a cada grupo um *kit experimental* contendo materiais de baixo custo, roteiro experimental (disponível no Apêndice K) e multímetro. A Figura 20 ilustra a prática experimental realizada.

**Figura 20** - Grupos apresentando resultados do experimento.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

A pilha de Daniell atua como um gerador de energia que utiliza o tubérculo batata e a fruta limão. A batata inglesa, neste caso, serviu de condutor eletrolítico capaz de conduzir os elétrons liberados, resultantes da reação físico-química, entre o metal mais reativo (zinco), para o menos reativo (cobre). Isto gera corrente elétrica motivada pela polaridade nos alimentos.

## SIMULAÇÃO VIRTUAL

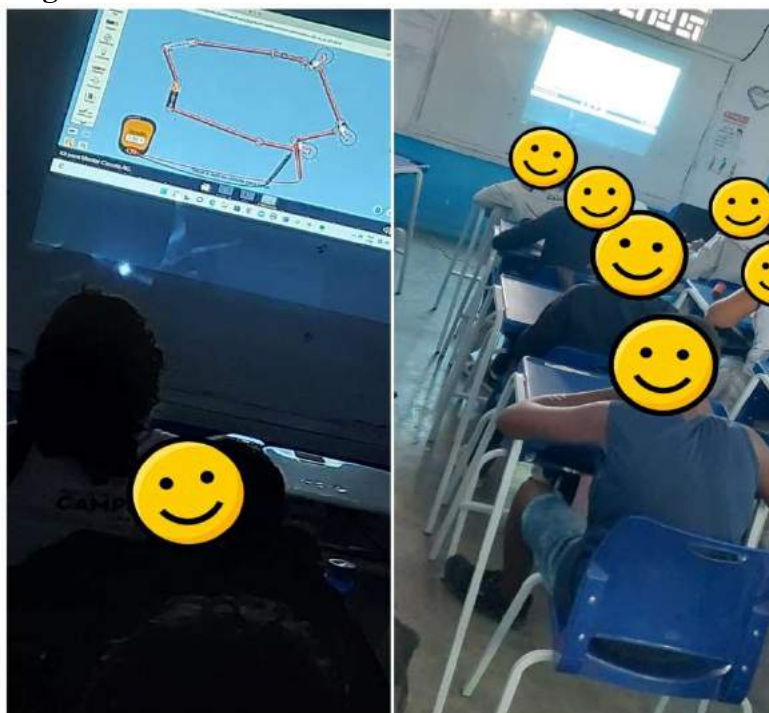
### 7º Momento de problematização

Situação-problema: *“É possível o uso incorreto dos adaptadores “T” ocasionar o aumento da carga de energia elétrica inquirida e, como consequência, elevar a temperatura de cabos e fios e, como resultante gerar alto consumo elétrico elevando o preço final de sua conta de luz?”*

Tempo para discussão: 10 minutos

Por conseguinte, os grupos participaram do experimento demonstrativo usando o aplicativo *Phet-kit* de construção de circuito (AC+DC). O objetivo foi rever conceitos sobre corrente elétrica, tipos de corrente elétrica, tensão elétrica, resistência e circuito elétrico (Figura 21).

**Figura 21** – Alunos em análise do simulador *Phet AC/DC*.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

A escola dos investigados carece de laboratório de informática, por isso dois *notebooks* foram levados para a sala e a simulação foi reproduzida com o auxílio de um *datashow*. Representantes dos grupos revezavam entre si, entre o preenchimento do roteiro experimental e execução da tarefa.

#### **ARCO DE MAGUEREZ - Etapa 4: (Hipótese de Solução)**

8º Momento de problematização: CANVAS de projeto

Situação-problema: *“Quais sugestões envolvendo materiais de baixo custo, você apresentaria para evitar o uso incorreto (gambiarras) destes objetos na falta de tomadas elétricas e assim evitar riscos de acidentes?”*

Tempo para discussão: 10 minutos

Em seguida, os grupos apresentaram suas hipóteses de soluções. Variadas possibilidades foram apresentadas. Por meio da intervenção do professor/pesquisador e diante das opções variadas com enfoque de planejar e empreender usando o conhecimento da Física, duas hipóteses de solução foram escolhidas para construção de uma estação para recarga de celular: *1) usando associação com bateria 9v; 2) usando célula fotovoltaica que transforma energia solar.*

Este foi um importante momento de motivar os alunos à visão empreendedora proposta pela BNCC. A construção desses protótipos traz o movimento da cooperação, proatividade, criatividade, coletividade, visão empresarial e de planejamento estratégico, dentre outros. Preconiza a formação de um indivíduo mais consciente de seu papel na sociedade. Prepara esse aluno para o mercado de trabalho, uma vez que visualiza os conhecimentos apreendidos em uma atividade geradora de renda.

Finalizando este momento o professor explicou que para ser um bom empreendedor é preciso planejar suas ações. Desta forma apresentou aos alunos detalhadamente os nove blocos que compõe a Tabela de Planejamento CANVA de Projeto, ferramenta de auxílio para o planejamento de ações.

### **Etapa 5 do Arco de Maguerez: (Aplicação à realidade/prática)**

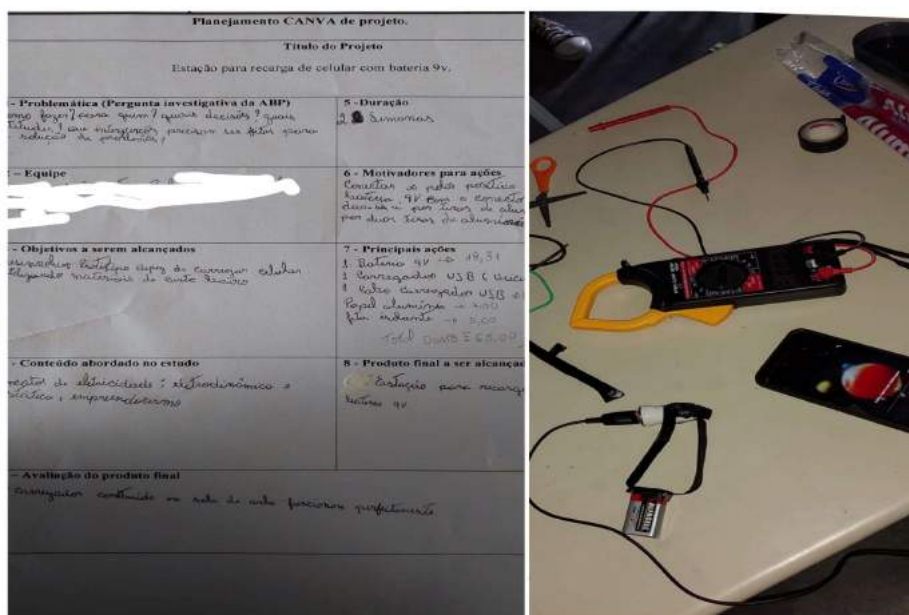
9ª Momento de problematização: confecção dos projetos/empreendedorismo.

Situação- problema: *Para quê e como (quais etapas) construir uma estação de recarga de celulares?*

Tempo para discussão e planejamento: 15 minutos

Os grupos realizaram o planejamento das ações com base no quadro Canva em *home-office*, para construção dos dois protótipos (Figura 22).

**Figura 22** – Grupo A: CANVA - construção da estação de recarga de celular com bateria 9V.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Os alunos puderam entender que existem fontes de energia consideradas limpa e renovável. Um exemplo é a energia solar fotovoltaica convertida em eletricidade. Considerada limpa, pois, em seu funcionamento não há emissões de gases indesejáveis ao meio ambiente e renovável, já que o sol é considerado de natureza inesgotável. A Figura 23 apresenta protótipo planejado pelo grupo B como proposta para resolver e/ou amenizar a *situação-problema* inicial.

**Figura 23** – Grupo B: CANVA para a construção da estação de recarga de celular com placa fotovoltaica (energia solar).



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Após montagem dos protótipos, os grupos apresentaram suas conclusões, respondendo às questões problematizadoras.

### MAPA CONCEITUAL

10º Momento de problematização: coleta de dados e avaliação

Situação- problema: *“O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).*

Tempo para discussão e planejamento: 15 minutos

Este momento contemplou a elaboração de um MC, atividade individual, com a finalidade de conhecer o conhecimento assimilado até o momento (MOREIRA, 2012 apud MOREIRA; BUCHWEITZ, 1993). Repetiu-se a mesma temática do MC utilizado 2º momento de problematização: *“O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).*

Após a entrega dos mapas elaborados, os alunos responderam ao questionário final sobre sua percepção quanto ao método utilizado “Metodologia da Problematização e Canva de Projeto”, bem como sobre as ferramentas pedagógicas utilizadas na presente sequência didática.

Por fim, os grupos apresentaram seus projetos construídos.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada análise de dados da pesquisa, com a finalidade de se buscar indícios que apontem para uma aprendizagem mais significativa (AUSUBEL, 2003), isto é, proposições relevantes de apropriação conceitual explicitadas nos seguintes instrumentos: questionários, questões problematizadoras e mapas conceituais individuais.

1) *Questionários*: constituídos de questões discursivas em cada momento de ensino, bem como nos roteiros experimentais e levantamentos de concepções e opiniões (APÊNDICES A a F).

O *questionário* aplicado no início da SD (APÊNDICE A) objetivou conhecer as concepções prévias dos alunos sobre a temática abordada na pesquisa. Ao final da aplicação da proposta, o *questionário* (APÊNDICE P) buscou indícios que apontassem mudança e/ou progressividade na aprendizagem, bem como opinião dos alunos acerca da metodologia de ensino utilizada (GIL, 1999, p. 132).

2) *Mapas conceituais (MC)*: em momentos diferentes foram solicitados aos alunos a elaboração de MC como instrumento de avaliação do conhecimento e verificação de aprendizagem significativa (APÊNDICE C), para se verificar as conexões, formando proposições carregadas de significados entre os conceitos já conhecidos (AUSUBEL, 2003; CALDAS, 2009; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006).

3) *Perguntas problematizadoras* (APÊNDICE Q): A problematização foi usada como um recurso pedagógico potencializador, a fim de provocar no aprendiz o desejo em desvendar e apresentar a solução para um problema (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015). Ao problematizar conceitos da Física com situações significativas contextualizadas no mundo real, o professor estimula a prática da investigação (BECKER, 1994; FREITAS; ZANON, 2007; POLETTI, 2001).

A análise dos dados coletados pelos citados instrumentos se fundamenta no método da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). Esta potencializa a diferenciação e agrupamento das informações coletadas em categorias previamente planejadas, bem como dá uma visão *heurística*, que permite a refutação/confirmação de hipóteses por meio da análise sistêmica dos dados (BARDIN, 2016, p. 27 - 36).

Segundo Bardin (2016), após leitura de respostas dadas pelos alunos ao instrumento de coleta de dados a etapa seguinte é a exploração do material de pesquisa. Todo material coletado é recortado e catalogado em unidades de registro (significação).

A seguir serão apresentadas tais unidades de significação (US) encontradas da análise de cada um dos citados instrumentos.

## 6.1 Exploração do Material

### 6.1.1 QUESTIONÁRIO DE PRÉ-CONCEPÇÃO

O Quadro 11 apresenta 6 categorias de análise e US, as quais foram inferidas das respostas dos alunos ao questionário inicial.

**Quadro 11** – Recortes: categorias e US relacionando eletricidade e importância – questionário inicial.

Exploração material do questionário de pré-concepção: frequência amostral.		
Categorias unificadas	Unidades	US
A eletricidade é perigosa	“Algo perigoso, porém, precisamos dela e devemos tomar cuidado”. (Aluno C);	1
A eletricidade é essencial para a vida	“Eu uso para fazer qualquer coisa no cotidiano”. (Aluno A); “Algo perigoso, porém, precisamos dela e devemos tomar cuidado”. (Aluno C); “Sem ela, não conseguiria fazer nada”. (Aluno D); “A eletricidade é algo essencial em nosso dia a dia. Para acender uma lâmpada os elétrons precisam fluir”. (Aluno E); “Bastante utilizada no cotidiano. Sem ela não teria alimentos refrigerados”. (Aluno F); “Coisas simples do dia a dia: ligar a TV, ventilador e carregar o celular”. (Aluno L); “Se não tivéssemos eletricidade não teríamos celular carregado e água nas residências”. (Aluno N).	7
Efeitos da eletricidade no corpo humano	“Ele tocou o fio desencapado, sem proteção isolante e preparo seguro e recebeu uma descarga elétrica”. (Aluno C); “Foi esconder o fio desencapado e tomou choque”. (Aluno G); “Ele tocou no fio desencapado e recebeu uma descarga elétrica”. (Aluno W).	3
A tecnologia e a eletricidade	“Utilizar a TV; o carregador de celular; internet; refrigerar os alimentos; ventilador”. (Aluno A); “Sim! Podemos observar em eletroeletrônicos, tais como: ventilador, carregadores, geladeiras, TV etc. (Aluno B); “Sim. Carregando celulares, chuveiro, fogão, lâmpada e ventilador”. (Aluno C); “Sim, observo! A TV funcionando, ventilador. Geladeira etc.”. (Aluno D); “É que a eletrodinâmica está em tudo em nosso dia a dia. Ex: ligando eletrônicos. (Aluno E); “Sim. Assistir TV, carregar o celular, utilizar aparelhos eletrônicos”. (Aluno F); “Sim! Carregar o celular, Assistir TV, congelar alimentos”. (Aluno G); “Sim! Para carregar o celular”. (Aluno H); “A eletrodinâmica é capaz de fazer uma TV “pegar””. (Aluno I); “Sim! Assistir TV e ventilador para dormir”. (Aluno J); “Sim! Funções como: carregar o celular, ligar a geladeira, internet em funcionamento, ligar ventilador”. (Aluno L); “Sim! Vejo sua atuação quando carrego o celular, estou assistindo TV, ao ligar o ventilador”. (Aluno M); “Sim! Carregar o celular, ligar o ventilador. Assistir TV”. (Aluno N); “Sim! Vejo sua função no carregamento do celular. O rádio. A geladeira”. (Aluno O); “Sim! Assistir a TV. Geladeira congelando os alimentos. Funcionamento de micro-ondas e carregar o celular”. (Aluno P); “Sim. Ligar ventiladores. Assistir TV, carregar celulares e outros”. (Aluno Q); “Sim! Carregar o celular. Assistir TV. Ligar ventiladores”. (Aluno R); “Sim. Observo ao ligar a TV, carregar o celular”. (Aluno S); “Sim. Observo no funcionamento do rádio. Celular e TV”. (Aluno T); “Vejo sim”. Funcionamento do ventilador. Recarregar o celular. Assistir TV, ouvir rádio, entre outros”. (Aluno U); “Sim. Vejo sua ação no funcionamento do rádio. Internet. Carregar o celular”. (Aluno W).	21



Circuitos elétricos e sua importância no cotidiano	<p>“Não. Todo o circuito elétrico foi perdido. Seria os componentes elétricos que o formam”. (Aluno B); “O incêndio pode ter sido causado por utilizar objetos de alta potência. Por isso, gerou sobrecarga naquele ponto do circuito elétrico. Pode ter sido causado por gambiarras, estas podem sobrecarregar o adaptador e derretê-lo”. (Aluno C); “Acho que houve sobrecarga na tomada. O circuito elétrico foi estragado”. (Aluno E); “Teríamos vários motivos para explicar essa situação. Mas, a gambiarra pode justificar a situação. Devido a gambiarra, todo o circuito elétrico foi danificado. Houve sobrecarga!”. (Aluno F); “Foi fazer gambiarra sem observar as consequências no futuro, acabou danificando o circuito e deu ruim”. (Aluno G); “A gambiarra exposta na tomada com o adaptador “T” gerou sobrecarga do objeto e causou prejuízo no circuito elétrico”. (Aluno I); “Sim. O Circuito elétrico foi danificado. Acho que a sobrecarga da tomada”. (Aluno J); “Uma gambiarra elétrica. Acho que o circuito foi avariado sim. Acho perigoso”. (Aluno L); “Pelo observado o que motivou foi a gambiarra. Devido a isso, derreteu o “T” e danificou o circuito elétrico da tomada”. (Aluno M); “Há bastante tomadas ligadas no “T”. O circuito elétrico pode ser entendido como o meio em que as cargas de energia que passam pelo fio (condutor) gerando a corrente elétrica. Nesse caso é a eletricidade e pode gerar o choque elétrico”. “Ele não observou o fio desencapado e tocou o mesmo”. (Aluno N); “Um adaptador “T” pegando fogo. Porque colocou várias tomadas. Não sei definir circuito elétrico”. (Aluno Q); “Não. Houve o derretimento de todo o circuito elétrico”. (Aluno R); “Não. Penso que houve o derretimento de todo o circuito elétrico”. (Aluno S).</p>	12
Potência elétrica e sua relação com adaptadores “T”	<p>“Porque corre o risco de derreter o adaptador”. (Aluno A); “Acaba gerando sobrecarga no adaptador (extensão) e pode causar incêndios”. (Aluno C); “Estes eletroeletrônicos possuem alta potência. Iria esquentar o objeto e provocar acidentes”. (Aluno E); “Porque o adaptador “T” não tem a capacidade para esses eletrônicos”. (Aluno F); “Estes objetos (micro-ondas) tem alta potência e consome muita energia. Sobrecarga do objeto”. (Aluno J); “Ele pode sofrer sobrecarga de energia na tomada e derreter”. (Aluno L); “Por terem alta potência não é recomendado sua utilização em conjunto”. (Aluno M); “Porque pode ter um incêndio. Estes objetos possuem alta potência e exigem muita eletricidade circulante”. (Aluno O); “Há riscos de derretimento do objeto devido à sobrecarga de energia e, como consequência, incêndio”. (Aluno P); “Por ter alta potência, podem aumentar a temperatura do objeto”. (Aluno R); “Devido a elevada potência desses objetos ele esquenta demais”. (Aluno S); “Segundo estudado, estes equipamentos eletroeletrônicos são considerados de alta potência. O “T”, pode sofrer sobrecarga e derreter”. (Aluno T); “Acredito que se conectar esses eletrônicos no adaptador “T”. Por eles exigirem potência elevada, pode gerar incêndio”. (Aluno U); “Estes eletrodomésticos citados são de alta potência. Eles exigem muita energia para o seu funcionamento”. (Aluno W).</p>	14

Fonte: o autor, 2022

### 6.1.2 QUESTÕES PROBLEMATIZADORAS

Após leitura das respostas dadas em grupo às questões problematizadoras, foram inferidas 3 US (Quadro 12).

**Quadro 12** - Categorias e US: eletricidade e questões problematizadoras.

Exploração material das questões problematizadoras: frequência amostral.		
Categorias unificadas	Unidades	US

Eletricidade: renovável e não renovável	<p>“Uma sugestão menos poluidora e renovável seriam as placas solares na conversão luz solar em eletricidade. Vimos no experimento a energia limpa produzida sem prejudicar o meio ambiente. O valor das placas é alto e pouco acessível. Seria alternativa viável” <b>(Grupo C)</b>; “Como vimos, o experimento com placas solares e geração de energia seria uma alternativa. Porém, as placas são caras. O ideal, seria refazer o circuito elétrico e inserir outras tomadas” <b>(Grupo D)</b>; “Na pesquisa vimos que, ótima alternativa seria a luz do sol, por meio de placas solares, convertendo a energia solar em eletricidade. Mas, as placas são caras. O jeito é utilizar a extensão” <b>(Grupo F)</b>.</p>	3
A física dos adaptadores “T” (benjamins)	<p>“Professor, de acordo com o vídeo é essencial evitar o uso do benjamim. É necessário respeitar a capacidade de passagem de corrente elétrica na tomada que varia de 10 a 20A. Se utilizar o benjamim, conectar aparelhos de baixa-potência (ventiladores, TV e celulares em carregamento. Assim, evita a sobrecarga de energia” <b>(Grupo A)</b>; “Seria recomendado respeitar a capacidade de corrente da tomada, professor. Seria em torno de 10 a 20A. Não é recomendado ligar ferros de passar, geladeiras em benjamim” <b>(Grupo B)</b>; “Professor, na minha casa temos tomadas de 10 e 20A. As conexões e encaixes de tomadas são diferentes. Meu pai é eletricista. Ele diz para não usar a chapinha (utilizo sempre no cabelo) com o benjamim. Ele falou que pode derreter. Seria essa opção uma forma de evitar a sobrecarga no circuito” <b>(Grupo C)</b>; “Professor a sobrecarga do circuito está relacionada a potência de equipamentos. Por exemplo, os micro-ondas não é recomendado uso do benjamim. A tomada pode ter de 10 a 20A de passagem de corrente elétrica. No caso de um micro-ondas e geladeira juntos nesse ponto, pode sobrecarregar o circuito elétrico e causar acidentes” <b>(Grupo E)</b>.</p>	4
Eletricidade e alimentos	<p>“Professor, vimos por meio do experimento que ocorreu uma reação química entre cobre e o zinco e, a batata funcionou como ponte salina para condução dos elétrons” <b>(Grupo A)</b>; “O experimento sobre a pilha de Daniell. Observamos a produção de energia elétrica. O limão serviu de meio para conduzir os elétrons frutos da reação entre o cobre e o zinco” <b>(Grupo C)</b>; “Vimos a batata e o limão produzindo energia por meio de reação química entre a moeda de cobre (5 centavos) e o cliques de zinco (metal). Houve liberação de elétrons e ligou a calculadora”. <b>(Grupo D)</b>.</p>	3

Fonte: o autor, 2022.

### 6.1.3 MAPAS CONCEITUAIS

No Capítulo 2 desta dissertação apresentou-se a ideia de MC utilizado como ferramenta de avaliação diagnóstica e qualitativa a partir de uma *pergunta-focal*. O Capítulo 4 traz um modelo de Mapa de Referência - MC, o qual não tem a pretensão de trazer uma visão única do conhecimento, mas de apresentar um parâmetro limitador para a correção dos MC elaborados pelos alunos.

Utilizou-se o MC em dois momentos da aplicação do PE. O primeiro MC foi elaborado em grupo. Seis grupos, cada qual com até quatro alunos foram submetidos a explicação detalhada sobre: *frase-focal, proposições, hierarquia, termos de ligação, ligações cruzadas e exemplos* (ALMEIDA; SOUZA; URENDA, 2004, p. 5; AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 146; NOVAK, 2010). No segundo momento, os alunos foram submetidos a elaboração de MC individual.

Segundo Almeida *et al.* (2004, p. 5), para se atribuir valores quantitativos a análise do mapa conceitual individual é necessária que, quatro critérios sejam avaliados: *proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos*”. Entretanto, novos critérios foram inseridos além destes: *relação*

funcional com o adaptador “T”: pontos positivos e negativos; pergunta focal: pertinência ao tema e conceitos da física. Tomando-se como base a Tabela 1, foram atribuídos pesos (pontos) aos critérios de classificação.

**Tabela 1** – Pontuação geral do mapa de referência individual.

<b>Critérios Classificatórios</b>	<b>Quantidade</b>
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	4
Hierarquia conceitual: cada nível válido	3
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa	2
Exemplos: cada exemplo válido	2
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos	2
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos	2
Pergunta focal: pertinência ao tema	1
Conceitos da Física	3

Fonte: o autor (2022) - Adaptado de Caldas *et al.* (2009).

A partir de então, atribui-se valores aos tópicos analisados no Mapa de Referência que pontuou o máximo de 100 pontos. Cada tópico analisado na coluna “Quantidade” possui peso 5 (Tabela 2).

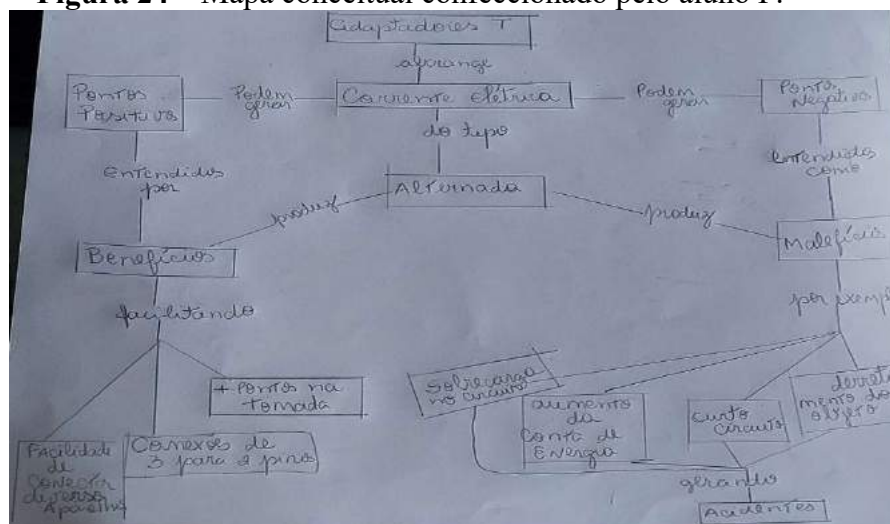
**Tabela 2** – Critério de pontuação do Mapa de referência.

<b>Critérios Classificatórios</b>	<b>Peso atribuído</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Pontos</b>
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	5 pontos	4	20
Hierarquia conceitual: cada nível válido		3	15
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa		2	10
Exemplos: cada exemplo válido		2	10
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos		2	10
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos		2	10
Pergunta focal: pertinência ao tema		1	5
Conceitos da física		4	20
<b>Total de pontos</b>			<b>100</b>

Fonte: o autor (2022) - Adaptado de Caldas *et al.* (2009).

Dos 23 MC elaborados individualmente, quatro deles foram analisados e estão representados nas Figuras 24 a 28. O aluno F elaborou o mapa conceitual apresentado na Figura 24, no qual o conceito escolhido mais inclusivo foi “Adaptadores T”, sendo apresentada interessante estruturação dos níveis hierárquicos.

**Figura 24** – Mapa conceitual confeccionado pelo aluno F.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

A exemplo, o conceito “corrente elétrica” do tipo alternada, relacionando “pontos positivos e negativos”, parece indicar o objeto em questão, se utilizado corretamente, pode facilitar a “ampliação de pontos na tomada naquele ponto do circuito” e/ou causar fenômenos da física considerados ruins. O aluno ainda relacionou como consequência “sobrecarga no circuito elétrico”, “aumento no consumo de energia elétrica”, “curto-circuito” e “derretimento dos pinos” que integram o objeto do adaptador “T”.

De forma geral, o MC é considerado satisfatório devido a sua organização. Vários exemplos foram citados. Verifica-se a presença de termos de ligação entre os conceitos, formando as proposições, porém nenhuma ligação cruzada. A Tabela 3 traz a pontuação obtida pela análise em confronto com o MR.

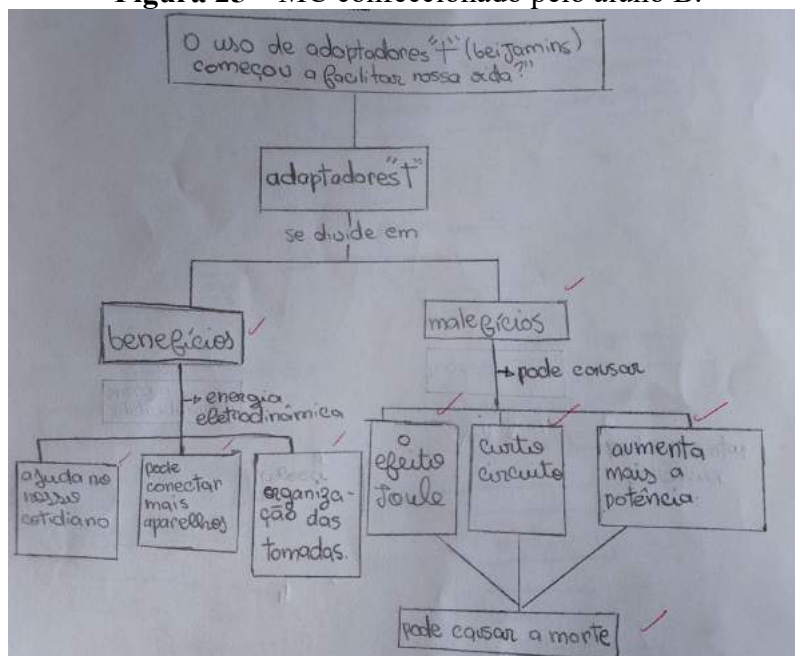
**Tabela 3** – Pontuação do MC elaborado pelo aluno F.

Critérios Classificatórios	Peso atribuído	Quantidade	Pontos
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	5 pontos	3	15
Hierarquia conceitual: cada nível válido		2	10
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa		0	0
Exemplos: cada exemplo válido		3	15
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos		3	15
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos		3	15
Pergunta focal: pertinência ao tema		1	5
Conceitos da física		4	20
Total de pontos			95

Fonte: o autor (2022) - Adaptado de Caldas *et al.* (2009).

A Figura 25 apresenta MC elaborado pelo aluno B, destacando a frase-focal “O uso dos adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?”, utilizada como tópico principal.

**Figura 25** – MC confeccionado pelo aluno B.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

O aluno escolheu o conceito principal da frase *adaptadores “T”* e fez separação dos benefícios e prejuízos da utilização correta deste objeto; destaca a importância deste acessório na organização das tomadas e, como consequência a ampliação (acessos) naquele ponto do circuito.

Pontos negativos ressaltados no MC: relação da potência aumentada da tomada quando se sobrecarrega um ponto, podendo gerar o curto-circuito. Apesar de organizado, a frase “energia eletrodinâmica” localizada abaixo de “benefícios” foi inserida de forma equivocada, aparecendo como termo de ligação. O correto estaria se a referência “eletrodinâmica” viesse antes dos conceitos “benefícios” e “malefícios”, pois segundo Griffiths (2011) a eletrodinâmica é um ramo da física que estuda cargas elétricas em movimento que, neste caso, seria o termo mais abrangente no MC.

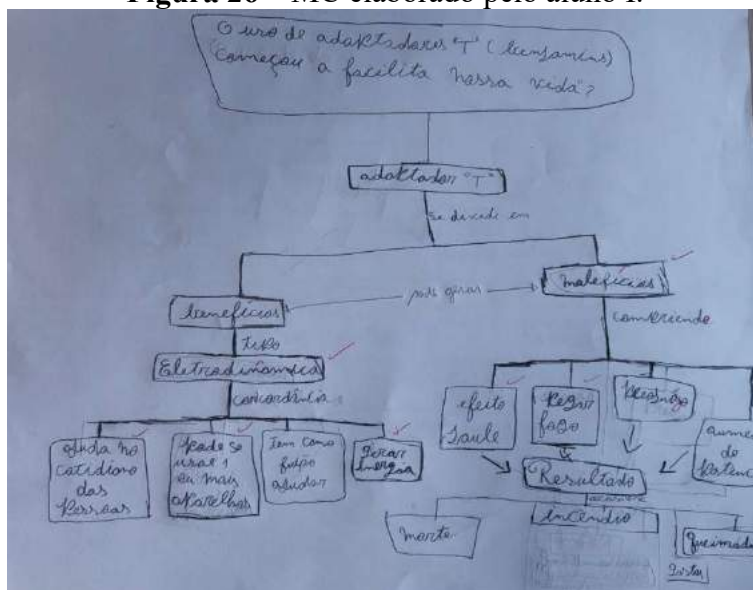
Ao relacionar o adaptador “T” a partir deste ponto é essencial saber que a capacidade da tomada não é multiplicada. Deste modo, a quantidade de eletroeletrônicos conectados em um mesmo multiplicador “T” irá aumentar o fluxo de corrente elétrica circulante. Caso haja variação brusca de corrente elétrica (energia) tem-se o aquecimento do objeto e, sobrecarga de energia. A resultante é a oscilação brusca de energia (curto-circuito) e incêndio (GRIFFITHS, 2011, p. 201). A Tabela 4 apresenta total em pontos obtidos pelo aluno B em comparação a Tabela 3 de controle.

**Tabela 4** – Pontos obtidos no MC do aluno B.

Critérios Classificatórios	Peso atribuído	Quantidade	Pontos
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	5 pontos	1	5
Hierarquia conceitual: cada nível válido		2	10
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa		0	0
Exemplos: cada exemplo válido		4	20
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos		3	15
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos		2	10
Pergunta focal: pertinência ao tema		1	5
Conceitos da física		4	20
Total de pontos			85

Fonte: o autor (2022): adaptado de Caldas *et al.* (2009).

O aluno I elaborou MC representado pela Figura 26, com uma estrutura hierárquica iniciada pela *frase-focal*. O conceito mais inclusivo, no topo do mapa, foi considerado *adaptadores “T”*.

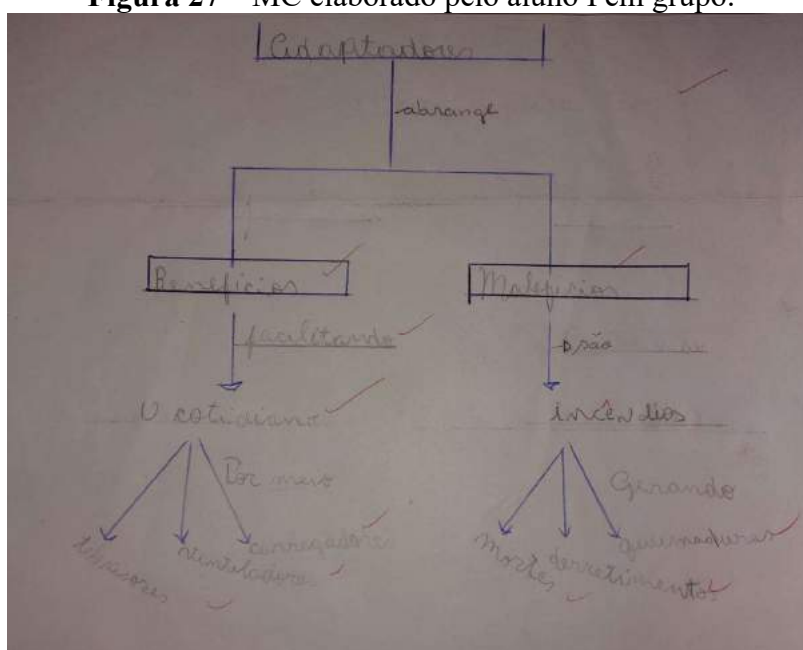
**Figura 26** – MC elaborado pelo aluno I.

Fonte: arquivo pessoal, 2022.

O aluno tentou gerar ligações cruzadas entre as palavras “benefícios e malefícios”. Fez relação dos “benefícios” apresentados na utilização correta deste objeto (benjamim), tais como: facilitar ações do cotidiano por meio da ampliação de pontos na tomada; o uso inadequado pode gerar desprendimento de chama provocado pelo aquecimento de objetos de alta potência. Entretanto são observados equívocos entre conceitos da física apresentados pelo aluno, entre eles, a palavra “eletrodinâmica” abaixo de “benefícios”. A relação estaria correta se, “eletrodinâmica” viesse antes dos conceitos “benefícios” e “malefícios”.

Outro exemplo equivocado é representado o efeito Joule que, neste caso exemplificado está relacionado a “pegar fogo” e, como resultado gerar “incêndio” e “queimaduras”. Observa-se a ausência de conceitos da física discutidos ao longo do bimestre, tais como, entender o conceito de curto-circuito como uma alteração na corrente elétrica circulante. A partir de então, oscilações de energia ao sair de determinado gerador volta com uma intensidade, excessivamente, elevada. Danos são causados nos circuitos elétricos tendo como consequência dissipação abrupta de energia que potencializa explosões, produção de fagulhas e dissipação de calor (GRIFFITHS, 2011, p. 201). A Figura 27 traz o MC realizado por este aluno em grupo. Ao comparar o MC (Figura 27 e 26) observa-se avanços progressivos.

**Figura 27** – MC elaborado pelo aluno I em grupo.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

O MC realizado em grupo não apresenta conceitos variados da física, tais como, eletrodinâmica, potência elétrica, efeito Joule e noções da importância dos adaptadores “T” (benjamim) de forma organizada. A Tabela 5 apresenta pontuação do aluno I comparando-a com a Tabela 3 de referência.

**Tabela 5** – Pontuação do MC elaborado pelo aluno I.

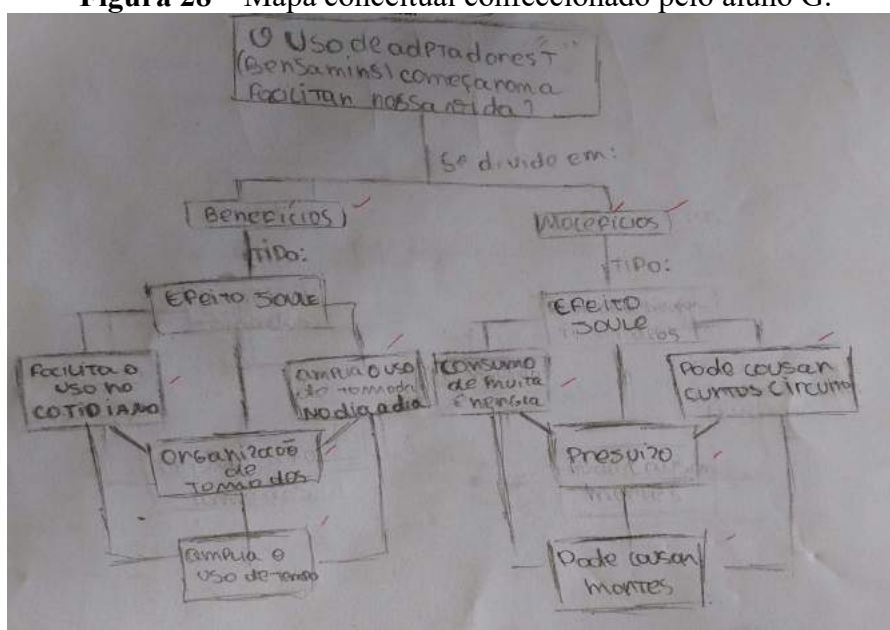
<b>Critérios Classificatórios</b>	<b>Peso atribuído</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Pontos</b>
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	5 pontos	1	5
Hierarquia conceitual: cada nível válido		2	10
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa		0	0

Exemplos: cada exemplo válido		4	20
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos		1	5
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos		2	10
Pergunta focal: pertinência ao tema		1	5
Conceitos da física		3	15
Total de pontos			70

Fonte: o autor (2022); adaptado de Caldas *et al.* (2009).

A Figura 28 apresenta MC elaborado pelo aluno G com a frase-focal “O uso dos adaptadores “T” (*benjamins*) começou a facilitar nossa vida?” no topo, ligado aos conceitos “benefícios e malefícios” gerados.

**Figura 28** – Mapa conceitual confeccionado pelo aluno G.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

O conceito “efeito Joule” está representado de forma equivocada. Ao que parece o aluno tentou mostrar que o fenômeno apresenta aspectos bons e ruins. Contudo, sua representação ficou prejudicada em função da posição hierárquica e repetida. Sob essa visão, o MC apresenta um aspecto linear (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 147). O aluno pode até identificar o efeito Joule como “algo ruim”, do ponto de vista do aquecimento indesejado dos componentes elétricos, mas não mostra compreensão de que se trata de um fenômeno que traz benefícios como: transformação de energia elétrica em térmica (calor), aproveitamento da energia para aquecimento de água, dentre outras aplicações (GRIFFITHS, 2011, p. 201).



A Tabela 6 apresenta o total em pontos obtidos pelo aluno G, comparado a Tabela 2 de referência.

**Tabela 6** – Pontos obtidos no Mapa Conceitual do aluno G.

<b>Critérios Classificatórios</b>	<b>Peso atribuído</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Pontos</b>
Proposições: cada ligação entre conceitos (clareza e semântica das proposições), se for válida e significativa	5 pontos	0	0
Hierarquia conceitual: cada nível válido		2	10
Ligações Transversais: válida, significativa e/ou criativa		0	0
Exemplos: cada exemplo válido		5	25
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos positivos		2	10
Relação funcional com o Adaptador “T”: pontos negativos		2	10
Pergunta focal: pertinência ao tema		1	5
Conceitos da física		3	15
		Total de pontos	75

Fonte: o autor (2022): adaptado de Caldas *et al.* (2009).

Segundo Aguiar e Correia (2013, p. 156) há quatro parâmetros de referência que necessitam ser observados ao mapear mapas conceituais: *clareza semântica das proposições*, *pergunta-focal*, *organização hierárquica dos conceitos*. E, outro foi adaptado contribuindo para análise: *conceitos da física*.

O Quadro 13 apresenta análise sistemática dos MC Figuras 24 a 28 em observância aos parâmetros de referência de acordo com Aguiar e Correia (2013).

**Quadro 13** – Avaliação sistemática dos MC produzidos por alunos.

<b>Parâmetro de referência</b>	<b>MC</b>	<b>Avaliação</b>
Clareza semântica das proposições	F	Das 4 proposições formadas no MC elaborado pela aluna <b>F</b> , apenas duas são consideradas satisfatórias. Exemplos: corrente elétrica → do tipo → alternada → produz → benefícios. As outras proposições criadas estão flexibilizadas em decorrência ao conceito inicial criado (conceito anterior em dependência do conceito posterior). Comprometendo assim a proposição criada. A exemplos tem-se a proposição criada: corrente elétrica → “podem gerar” → pontos negativos. A flexão verbal “podem gerar” faz entender o processo em andamento e, isso não forma uma proposição considerada válida de acordo com Aguiar e Correia (2013, p. 154). Se a aluna <b>F</b> tivesse aplicado o verbo flexionado com a ideia de certeza (os conceitos anterior e posterior ligados por palavra afirmando certeza), a exemplo: “corrente elétrica → “gera” → pontos negativos a proposição seria considerada satisfatória e válida ao mesmo tempo.

	B	Das 2 proposições formadas no MC construído pelo aluno <b>B</b> , apenas 1 está razoavelmente aceitável. Exemplo: malefícios → pode causar → curto-circuito. Por mais que o verbo flexionado demonstre ideia de algo em andamento o conceito “malefício” (adjetivo relacionado ao uso incorreto dos adaptadores “T”) remete a curto-circuito naquele ponto do circuito elétrico. O verbo flexionado concorda com o termo anterior e o conceito da física. A palavra “malefício” poderia ser substituída por corrente alternada → gera → uso incorreto de adaptadores “T” → estimula → curto-circuito. A proposição criada pelo aluno foi considerada válida, porém, não satisfatória. Além disto fica em evidência conceitos trabalhados ao longo do bimestre: <b>efeito Joule, potência elétrica e curto-circuito</b> , porém, de forma precipitada. Neste caso, é bom deixar em evidência que o objetivo não é a correção de conceitos. Todos são considerados válidos. Entretanto, de acordo com Aguiar e Correia (2013, p. 154) são necessários que a ligação entre os conceitos expresse clareza semântica para evidenciar uma proposição considerada satisfatória.
	I	O Aluno <b>I</b> elaborou MC razoável. Apresentou conceitos da física estudados no bimestre: <b>eletrodinâmica, efeito Joule e potência elétrica</b> . Entretanto, apenas 1 proposição foi considerada válida, porém não satisfatória. Não apresentou clareza semântica. Exemplo: A palavra malefícios (adjetivo relacionado ao uso incorreto dos adaptadores “T”), está ligado ao conceito efeito Joule utilizando o termo de ligação “compreende”. O efeito Joule (efeito térmico) não é considerado algo ruim. Mas, um fenômeno em decorrência de outros. Desse modo, o conceito utilizado não apresenta clareza conceitual. Um exemplo válido e satisfatório considerado o vocábulo “malefício” substituído por: Corrente A/C → pode causar → pontos negativos → circuito elétrico → gera → curto-circuito → motivado → efeito Joule.
	G	O MC elaborado pelo aluno <b>G</b> não apresentou clareza semântica entre as proposições. Apesar de apresentar conceitos válidos estudados no bimestre: <b>efeito Joule, curto-circuito, consumo de energia elétrica</b> carece de <i>termos de ligação</i> e organização conceitual. Observa-se a duplicidade do conceito efeito Joule entre duas hierarquias formadas. Entretanto, estruturados de forma insatisfatória e não válida (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 154).
Frases-focais	F	Diante da frase-focal a aluna <b>F</b> identificou a palavra central “Adaptadores “T”. A <i>diferenciação progressiva</i> foi observada neste MC ao longo da complexidade do tema com a inserção de tópicos da física estudados ao longo do bimestre: <b>corrente elétrica, tipos de corrente elétrica (alternada), efeitos da corrente elétrica no corpo humano, curto-circuito, sobrecarga de circuitos elétricos, consumo de energia elétrica e pontos positivos dos adaptadores “T”</b> . Todos os conceitos são explorados de forma hierarquizada no MC. Exemplo de mapa considerado válido e satisfatório.
	B	A palavra focal “adaptadores T” citada pelo aluno <b>B</b> é pertinente e considerada satisfatória, pois faz parte do núcleo da oração com a frase-focal proposta na atividade em questão. Os conceitos apresentados no mapa foram discutidos em sala de aula. Exibindo o grau de <i>abstração, generalidade e inclusão</i> do conteúdo. O MC foi considerado satisfatório.
	I	Diante da frase-focal, o aluno <b>I</b> escolheu palavra pertinente a temática central: “adaptadores “T”. A partir de então, os conceitos foram criados. Evidenciando apenas uma proposição considerada válida. Porém, não satisfatória. Todos os conceitos observados estão relacionados com a frase-focal.
	G	A aluna <b>G</b> iniciou a elaboração do MC a partir da frase-focal. Não se deteve na identificação da temática central da pergunta-focal. A rede proposicional

		formada por conceitos sugeridos pela aluna no MC demonstra atenção aos conteúdos trabalhados no bimestre, embora alguns estejam hierarquizados de forma precipitada.
Ordem hierárquica dos conceitos	F	Este MC foi elaborado pela aluna <b>F</b> (individual) na aula 10 da sequência didática. Observa-se a organização da hierárquica conceitual em rede. As proposições carregadas de significados conceitual expressam <i>reconciliações integradoras e diferenciações progressivas</i> do conteúdo trabalhado no plano de aula. Evidencia-se indícios que apontam para uma aprendizagem significativa. Um MC simples, porém, envolvendo hierarquicamente os conceitos da física de forma correta. Iniciando do maior grau de <i>abstração</i> do conteúdo. Os erros conceituais são válidos e facilita a mediação do professor.
	B	O MC elaborado pelo aluno <b>B</b> (individual) apresenta linearidade, sugerindo uma aprendizagem mecânica. Analisando as proposições hierárquicas sugeridas no conceito “malefícios” vê-se a estruturação dos conceitos tal qual em texto corrido. Carece de observações das concepções ausubelianas: <i>diferenciações progressivas e reconciliações integradoras</i> do conteúdo trabalhado e exploradas ao longo dos bimestres.
	I	Há apenas uma proposição hierárquica expressa no MC elaborado pelo aluno <b>I</b> e demonstra alto grau de <i>abstração e generalidade</i> do conteúdo. Os conceitos “benefícios” e “malefícios” originam uma série de outros conceitos formados por <i>diferenciações progressivas e reconciliações integradoras</i> do conteúdo desenvolvido ao longo do bimestre. Apesar de tópicos da física como “eletrodinâmica” estarem de forma precipitada. Este MC foi construído pelo aluno na aula 10 da SD.
	G	O MC apresenta estrutura linear. Os conceitos da física estão presentes e hierarquizados de forma precipitada. Não há termo de ligação formando as proposições. Observa-se precipitações do conceito da física “efeito Joule” nas duas estruturas hierárquicas iniciais o que denota uma aprendizagem mecânica do conteúdo. A aluna <b>G</b> elaborou MC na 10 da sequência didática.
Conceitos da física	F	A aluna <b>F</b> apresenta alto grau de <i>abstração e complexidade</i> do conteúdo ao elaborar MC com conceitos hierárquicos da física de forma organizada. Exemplo 1: <b>Corrente elétrica</b> → gera → <b>corrente alternada</b> → defini → malefícios → sobrecarga no circuito elétrico → <b>aumento da conta de energia</b> → <b>curto-circuito</b> → derretimento do objeto (adaptador “T”) → gerar → acidentes. Exemplo 2: <b>Corrente elétrica</b> → gera → <b>corrente alternada</b> → defini → benefícios → facilita → <b>ampliação de ponto de acesso à tomada</b> → <b>adaptação de tomadas de 3 pinos para 2 pinos</b> → facilita à conexão de diversos aparelhos eletrônicos. Este MC é considerado satisfatório e atende aos parâmetros de referência (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 155).
	B	Apesar de estruturado, o MC apresenta conceitos da física desorganizados. Exemplos 1: O conceito “eletrodinâmica” abaixo de “benefícios”. O correto estaria: “adaptadores “T” → abrange → <b>eletrodinâmica</b> → estuda → cargas elétricas em movimento → possui → benefícios → <b>ampliação dos pontos de acesso à tomada</b> . Exemplo 2: “adaptadores “T” → abrange → eletrodinâmica → estuda → cargas elétricas em movimento → o uso incorreto do “T” → gera → malefícios → <b>efeito Joule</b> → gera → <b>curto-circuito</b> → devido a → <b>sobrecarga</b> .
	I	Apesar de presentes, os conceitos da física estão representados de forma precipitada. O MC do aluno <b>I</b> foi elaborado na aula 10 da sequência didática e carece de organização hierárquica e clareza semântica. A forma válida e significativa seria: Exemplos 1: adaptadores “T” → auxilia →

		<p><b>eletrodinâmica</b> → estuda → cargas elétricas em movimento → exemplo → corrente alternada → gera → pontos positivos → <b>ampliação de acesso à tomada naquele circuito.</b></p> <p>Exemplo 2: adaptadores “T” → auxilia → eletrodinâmica → estuda → cargas elétricas em movimento → exemplo → corrente alternada → gera → pontos negativos → <b>efeito Joule</b> → gera → <b>curto-circuito.</b></p>
	G	<p>Os conceitos da física são vistos de forma aleatória e linear no MC, porém desorganizados. Exemplos 1: adaptadores “T” → auxilia → cargas elétricas em movimento → gera → pontos positivos → <b>ampliação do uso das tomadas.</b> Exemplos 2: adaptadores “T” → auxilia → cargas elétricas em movimento → gera → pontos negativos → <b>aumentar o consumo de energia</b> → estimula o → <b>efeito Joule</b> → gera → <b>curto-circuito.</b></p>

Fonte: o autor (2022) - adaptado de (De Aguiar e Correia, 2013).

Acredita-se na eficiência do mapeamento conceitual como potencial ferramenta inovadora utilizada na avaliação do processo ensino e aprendizagem capaz de diagnosticar indícios que apontem para uma aprendizagem significativa (AGUIAR; CORREIA, 2013), como já discutidos no Capítulo 2 desta dissertação. Ficou em evidência que, quando se propõe a elaboração de MC em conjunto com o método de ensino baseado na problematização, os alunos são estimulados à investigação científica e capazes de produzir razoáveis MC segundo critérios pré-estabelecidos: *relação funcional com o adaptador “T”: pontos positivos e negativos; pergunta focal: pertinência ao tema e conceitos da física.*

De acordo com Aguiar e Correia (2013, p. 149), ao avaliar indícios de aprendizagem significativa em MC, é normal identificar a presença de erros entre os conceitos formados indicando as proposições. Os erros servem de pontes para direcionar próximas ações no processo ensino e aprendizagem e oportuniza criação de materiais potencialmente significativos, diante das dificuldades apresentadas no MC (CICUTO; CORREIA, 2013).

Dos 23 mapas analisados, nenhum apresentou ligações transversais entre os conceitos. Os demais MC, apesar de apresentarem parâmetros de referência *hierarquia conceitual, proposições, exemplos válidos e relação funcional com o adaptador “T” (pontos positivos e negativos) e conceitos da física*, observou-se equívocos na estruturação dos mesmos. Acredita-se que tal fator esteja relacionado ao pouco tempo de aulas dedicadas ao treinamento dos alunos na técnica de construção, análise e discussão de diferentes MC com temáticas variadas (CONRADTY; BOGNER, 2010; HILBERT; RENKL, 2008; KINCHIN, 2001; CAÑAS; NOVAK, 2006).

Desta, recomenda-se em novas oportunidades a adequação de um número maior de momentos de aulas para exploração dessa estratégia, para que os alunos aprendam a elaborar bons mapas, expressando o conhecimento retido durante o processo ensino e aprendizagem e atinjam o objetivo proposto na atividade em questão.

## 6.2 Compilação dos Dados

Neste momento ocorre a inferência e interpretação dos dados segundo o referencial teórico com a finalidade de dar sentido aos significados das respostas apresentadas pelos pesquisados (BARDIN, 2016, p. 296). Categorias são compiladas, de modo a existir uma só US atribuindo a cada uma delas um só sentido. O Quadro 14 apresenta as unidades semelhantes criadas pela aglutinação das categorias.

**Quadro 14** – Compilação dos dados.

<b>Compilação dos dados: frequência amostral</b>	
<b>Categorias unificadas</b>	<b>US</b>
Eletricidade: importância para ações do cotidiano	11
Efeitos da eletricidade no corpo humano	23
Alimentos como fonte de energia	6
Eletricidade: renovável e não renovável	6
A eletricidade e a tecnologia/Ações empreendedoras	2

Fonte: o autor, 2022.

Com a compilação dos dados foram criadas **cinco categorias** a partir da temática “*A física dos adaptadores “T”*” extraídas das respostas dadas pelos alunos.

## 6.3 Dialogando com os referenciais teóricos: inferência e interpretação dos dados

A **primeira categoria** “Eletricidade: importância para ações do cotidiano”, evidenciou respostas parecidas em mais de duas US diferentes. Para Moreira (2011) isto está relacionado a *subsunçores* disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz.

Aluno E: “*A eletricidade é algo essencial em nosso dia a dia. Para acender uma lâmpada os elétrons precisam fluir*”.

Outra unidade recortada do mesmo aluno expõe a facilidade em relacionar o conceito eletricidade com elétrons fluindo em um meio condutor:

Aluno E: “*É que a eletrodinâmica está em tudo em nosso dia a dia. Ex: ligando eletrônicos*”.

Aluno F: “*Sem ela não teria alimentos refrigerados*”.

O mesmo aluno relaciona a importância da eletricidade em seu cotidiano por meio de ações:

Aluno F: “*Sim. Assistir TV, carregar o celular, utilizar aparelhos eletrônicos*”.

Na US que mostra a associação da eletricidade às rotinas básicas realizadas em seu cotidiano, destaca-se:

Aluno N: “*Se não tivéssemos eletricidade não teríamos celular carregado e água nas residências*”; “*Sim! Carregar o celular, ligar o ventilador. Assistir TV*”.

Outros exemplos de US são destacados no contexto dessa categoria:

Relação da eletricidade com tarefas executadas no cotidiano, porém, de forma superficial:

Aluno A: “*Eu uso para fazer qualquer coisa no cotidiano*”; “*Utilizar a TV; o carregador de celular; internet; refrigerar os alimentos; ventilador*”

Relaciona a importância da eletricidade com as ações diárias:

Aluno L: “*Coisas simples do dia a dia: ligar a TV, ventilador e carregar o celular*”; “*Sim! Funções como: carregar o celular, ligar a geladeira, internet em funcionamento, ligar ventilador*”

Relação da eletricidade como algo perigoso em ações cotidianas:

Aluno C: “*Algo perigoso, porém, precisamos dela e devemos tomar cuidado*”; (sobre a importância da eletricidade no dia a dia);

Alunos P, Q e R: “*Sim. Carregando celulares, chuveiro, fogão, lâmpada e ventilador*”; “*Para mim a eletricidade tem importância e vejo isso no meu dia a dia. Utilizo-a para carregar o celular, assistir TV e outros*” em outra unidade recortada, os mesmos educandos respectivamente: Aluno P: “*Sim! Assistir a TV. Geladeira congelando os alimentos. Funcionamento de micro-ondas e carregar o celular*”; Aluno Q: “*Sim. Ligar ventiladores. Assistir TV, carregar celulares e outros*” e R: “*Sim! Carregar o celular. Assistir TV. Ligar ventiladores*”.

Segundo Griffiths (2011, p. 198) o fluxo de cargas elétricas pode ser entendido como a movimentação de elétrons livres, digo, cargas livres com movimentação aleatória em anexo ao trecho do material observado. O fluxo de deslocamento dessa carga é conceituado como corrente elétrica. Partindo de um gerador elétrico, fios condutores conectados a um determinado circuito é capaz de gerar tensão elétrica e induzir direção preferencial conduzindo energia elétrica por todo o circuito. Assim, qualquer equipamento eletroeletrônico conectado aquele circuito é capaz de funcionar.

A **segunda categoria** compilada “Efeitos da eletricidade no corpo humano” apresentou 23 unidades recortadas.

Aluno G respondeu: “*Foi esconder o fio desencapado e tomou choque*”; Aluno W: “*Ele tocou no fio desencapado e recebeu uma descarga elétrica*”; Aluno N: “*Ele não observou o fio desencapado e tocou o mesmo*”; Aluno V: “*O menino tocou no fio desencapado*”; Aluno P: “*Ele foi impedir que o seu cachorro tocasse o fio. Acabou tocando e levando o choque*”; Aluno C: “*Ele tocou o fio desencapado, sem proteção isolante e preparo seguro e recebeu uma descarga elétrica*”.

O aluno **C** apresenta *subsunçores* observados nas 5 unidades compiladas, sobre isto destaca-se suas respostas: “*Algo perigoso, porém, precisamos dela e devemos tomar cuidado*”; “*Perigosa, porém útil*”; “*Dependendo da situação, pode ser bom e/ou ruim*”; “*Se você fizer gambiarra com o adaptador “T” está expondo sua vida à riscos. Mas, se você utilizar com consciência, seguindo o recomendado, então não terá problemas. Estará seguro*”. Ao ser perguntado se utiliza o adaptador “T” seguindo as orientações do INMETRO (BRASIL, 2005): “*Sim, eu utilizo de forma correta*”.

Ao responder à questão sobre os efeitos do uso incorreto dos adaptadores “T” e os danos que isso pode ocasionar no corpo humano e ações do cotidiano, inclusive acidentes com desprendimento de chama (incêndio):

Aluno C: “*O incêndio pode ter sido causado por utilizar objetos de alta potência. Por isso, gerou sobrecarga naquele ponto do circuito elétrico. Pode ter sido causado por gambiarras, estas podem sobrecarregar o adaptador e derretê-lo*”.

De forma geral, os *subsunçores* do aluno demonstram conhecimento sobre eletricidade.

De acordo com Moraes e Teixeira (2006), determinada corrente elétrica quando estabelecida em um condutor qualquer pode produzir efeitos diversos, tais como: efeito térmico, químico, magnético e fisiológico. Este último, efeitos e consequências diversas, dentre elas o choque elétrico que, dependendo da intensidade da corrente elétrica pode gerar espasmos musculares, problemas cardíacos e morte” (GUYTON; HALL, 2002 *apud* LOURENÇO; SILVA; SILVA FILHO, 2007, p. 136).

Na **terceira categoria** “Alimentos como fonte de energia” são destacadas 6 US explicitadas pelos grupos:

Grupo A: “*Professor, vimos por meio do experimento que ocorreu uma reação química entre cobre e o zinco e, a batata funcionou como ponte salina para condução dos elétrons*”; Grupo B: “*Vimos a geração de energia elétrica por meio de reação química entre a moeda (cobre) e o zinco (clips de metal). O limão serviu de meio essencial por onde os elétrons cedidos foram conduzidos. Achei demais esse experimento*”; Grupo C: “*O experimento foi sobre a pilha de Daniell. Observamos a produção de energia elétrica. O limão serviu de meio para conduzir os elétrons frutos da reação entre o cobre e o zinco*”; Grupo D: “*Vimos a batata e o limão produzindo energia por meio de reação química entre a moeda de cobre (5 centavos) e o cliques de zinco (metal). Houve liberação de elétrons e ligou a calculadora*”; Grupo E: “*Houve reação química entre dois metais (cobre e zinco). Moeda de cobre e cliques de zinco. A partir de então, liberação de elétrons e produção de energia*”; Grupo F: “*Professor, observamos a produção de energia por meio da reação entre o cobre com o zinco*”.

O experimento Pilha de Daniel transcreve, de forma criativa e dinâmica, o funcionamento de pilhas e baterias como potenciais geradores de corrente elétrica contínua, por meio do processo de *oxidação e redução* provenientes de dois metais: zinco (Zn) e cobre (Cu). Alimentos como batata, limão, abacaxi entre outros funcionam como ponte salina favorecendo a passagem de *íons* (elétrons) entre os metais envolvidos (HEWITT, 2015; SINNECKER; TORT; RAPP, 2010).

De posse do alicate voltímetro, o educando pode perceber a corrente elétrica gerada e ligar uma calculadora de bolso. Assim, perceber a importância de alimentos na condução da eletricidade. No final da prática os alunos reproduziram os experimentos e explicaram para os demais os fenômenos de *oxirredução* observado, tais respostas vislumbram indícios que apontem para uma aprendizagem significativa.

Na **quarta categoria** “Eletricidade: renovável e não renovável”, com 6 US os alunos expuseram o conhecimento sobre o tipo de matriz energética capaz de gerar energia elétrica, do tipo renovável e limpa: energia solar fotovoltaica (BEN, 2013).

Grupo A: “Acho que refazer todo o circuito elétrico seria a opção correta. Mas, a energia solar é uma opção. O experimento de construção de carregador de celular utilizando a placa solar foi uma alternativa”; Grupo B: “Gambiarra na eletricidade é algo complicado e perigoso. A energia solar transformada seria alternativa interessante. Mas, é cara. As placas são caras. Mas, seria uma alternativa”; Grupo C: “Uma sugestão menos poluidora e renovável seriam as placas solares na conversão luz solar em eletricidade. Vimos no experimento a energia limpa produzida sem prejudicar o meio ambiente. O valor das placas é alto e pouco acessível. Seria alternativa viável”; Grupo D: “Como vimos, o experimento com placas solares e geração de energia seria uma alternativa. Porém, as placas são caras. O ideal, seria refazer o circuito elétrico e inserir outras tomadas”; Grupo E: “Na escola os carregadores com placa solar e/baterias 9v seriam alternativas ideais. Mas, as placas solares possuem alto custo. O uso de tomadas (extensão), seria um paliativo”; Grupo F: “Na pesquisa vimos que, ótima alternativa seria a luz do sol, por meio de placas solares, convertendo a energia solar em eletricidade. Mas, as placas são caras. O jeito é utilizar a extensão”.

A transcrição demonstra *subsunçores* sobre geração de energia limpa armazenados na estrutura cognitiva destes educandos. Por mais que não saibam detalhar todo o processo técnico, conseguem detalhar a conversão direta da luz do sol por meio de efeito fotovoltaico e, como resultado gerar eletricidade, num processo renovável e limpo (GAZOLI; VILLALVA; GUERRA, 2013, p. 48).

A **quinta categoria** “A eletricidade e a Tecnologia/Ações empreendedoras”, apresentou 2 US, nas quais os grupos apresentaram planejamento de ações empreendedoras e medidas para redução da problemática inicial na escola, bem como citaram a importância de gerar energia limpa, sustentável e renovável como facilitadora desse processo:

Grupo A: “Pensamos na placa solar. Planejar a execução, preencher as etapas do planejamento CANVA e empreender o carregador de celulares. Seria uma alternativa acessível e viável”; Grupo B: “Planejar as etapas e execução de ações para confeccionar o protótipo com as baterias 9v”.



Segundo Gazoli *et al.* (2013, p. 58) as células fotovoltaicas são uma ótima alternativa quando o assunto são novas maneiras tecnológicas de empreender energia limpa de forma sustentável.

#### 6.4 Avaliação da proposta de ensino

No contexto geral, por meio do questionário final (APÊNDICE P) os alunos aprovaram a SD. Sobre o método utilizado envolvendo a problematização e os recursos pedagógicos: roteiros experimentais, videoaulas, mapas conceituais e ferramenta CANVA de projeto para o estímulo do processo ensino e aprendizagem da Física. Diante de várias pontuações sobre o método utilizado em sala de aula, vale destacar algumas:

*“Os problemas iniciando as aulas e os experimentos realizados me ajudaram a compreender melhor a física. Ficou mais interessante. Por meio dos experimentos eu consegui visualizar e entender os conceitos teóricos” (Aluno B);*

*“Claro, por meio dos problemas e os experimentos eu pude visualizar e entender a teoria. Além disso, consegui entender melhor o professor e promoveu minha interação com os outros alunos durante o processo” (Aluno D);*

Sobre a utilização das videoaulas, vale ressaltar:

*“Muito bom! Quando as aulas foram iniciadas com os vídeos. Eu consegui entender os conceitos teóricos todos após a explicação e, em seguida observava-os nos experimentos” (Aluno F);*

*“Essa maneira de ensinar facilitou meu entendimento. Eu não entendia a física” (Aluno G);*

Quanto aos mapas conceituais, destaca-se:

*“Eu achei legal. Precisei lembrar tudo e esboçar em uma única folha o que estudei” (Aluno M);*

*“Ao mesmo tempo que é fácil é divertido. Me fez buscar informações já estudadas. Achei super claro. Me ajudou bastante, professor” (Aluno A);*

Completa o aluno S e o aluno D:

*“No início não gostei. Depois dos exercícios com outros mapas eu achei fácil. Rápido de fazer” (Aluno S).*

*“Na primeira vez que fiz o mapa achei chato. Mas, depois do exercício sobre a ordem dos conceitos da eletrodinâmica eu gostei” (Aluno D).*

Sobre a ferramenta CANVA de Projeto no planejamento das ações finais, todos demonstraram satisfação. O aluno R e T, comentam:

*“Achei interessante, pois as ações finais dos protótipos nós planejamos em grupo. Foi divertido” (Aluno R);*

*“Eu gostei. Planejamos todas as ações no final e construímos a estação de recarga de celulares utilizando a energia solar (Aluno T).*

Em relação a contextualização do conteúdo da física com a utilização correta dos adaptadores “T”, de acordo com o INMETRO, os alunos expressaram respostas conscientes (BRASIL, 2015):

Aluno A: “Vimos que sim. Mas, precisa ser utilizado de forma correta e obedecer a amperagem da tomada e a potência dos objetos”; Aluno B: “Sim, facilitam porque amplia o acesso de pontos de energia na tomada. Mas, é essencial seguir a recomendação do uso correto destes objetos”; Aluno C: “Professor, meu pai diz que sim. São ampliadores de ponto de energia elétrica. Mas, ele disse que há reajuste na conta de energia devido à sobrecarga. O correto é nunca conectar aparelhos de alta potência em um benjamim. Dá erro, professor”; Aluno D: “É um adiantado, professor! Mas, pode gerar acidentes se não observar as orientações do fabricante. Potência dos equipamentos elétricos e amperagem da tomada”; Aluno E: “No meu dia a dia é uma mão na roda. Mas, vimos sobre o uso correto deste objeto. A potência e a sobrecarga dos objetos envolvidos precisam ser observados”; Aluno F: “Lá em casa facilita sim. Temos apenas 1 tomada na sala. 3 eletrônicos estão conectados nela por um benjamim. Todos de baixa potência, professor (TV, SOM e celular)”; Aluno G: “Sim. Facilita tudo. Mas, precisamos observar a potência dos objetos e a amperagem da tomada para evitar acidentes”; Aluno H: “Lá em casa evitamos o benjamim, professor. Temos a extensão! Mas, o benjamim facilita muito nas emergências. Vimos sobre a sobrecarga de energia na tomada. Precisamos evitar isso”; Aluno I: “Sim. Na escola e em casa eu observo isso. Mas, é preciso se atentar para os eletroeletrônicos de alta potência. Não os conectar a benjamim. Mas, direto nas tomadas”; Aluno J: “Sim, os benjamins facilitam e muito. Tem a função de ampliar os acessos na tomada. Mas, é essencial saber a amperagem da tomada e não conectar chapinhas, micro-ondas, cafeteiras e sanduicheiras na tomada utilizando o benjamim. Evitar a sobrecarga”; Aluno K: “Vejo que auxilia e muito lá em casa. Imagina ter que desligar a TV para carregar o celular. Não rola! Mas, evitar conexão de aparelhos de alta potência com outros. Pode causar acidentes como visto nas aulas com experimento”; Aluno L: “Sim, facilita as ações do dia a dia. Mas, pode causar acidentes quando usados incorretamente”; Aluno M: “Meu pai não é favor dos benjamins. Ele disse que há reportagens sobre acidentes com este acessório. Ele instalou novas tomadas em casa para evitar isso. Mas, usamos nas emergências. Acho que facilita sim. Mas, observar conexões de aparelhos com baixa potência é essencial”; Aluno N: “Facilita sim”; Aluno O: “Facilita sim. Deve-se observar a potência dos objetos, a amperagem da tomada para evitar sobrecarga. Lá em casa utilizamos a extensão com 6 entradas”; Aluno P: “Professor, lá em casa já derreteu e queimou algumas coisas. Mas, acho que facilita sim. Utilizamos errado o objeto”; Aluno Q: “Sim, facilita o dia a dia. Na escola utilizamos sempre para cargas no celular. Mas, evitar sobrecarga e acidentes é recomendável”; Aluno R: “Na minha casa já derreteu. Fui conectar o micro-ondas com a geladeira. A Sorte que o disjuntou desarmou. Agora sei sobre eletroeletrônicos de alta potência e amperagem das tomadas”; Aluno S: “Sim, facilita sim. Só não sei explicar como isso ocorre. Faltei muitas aulas”; Aluno T: “No meu quarto tenho um benjamim. Faz conexão do ventilador, meu aparelho de som e, às vezes, meu celular. Vejo sua utilidade. Só há uma tomada no meu quarto. Por serem de baixa potência nunca tive problemas. Mas, estou ligado sobre a potência e amperagem da tomada”; Aluno U: “Acho que facilidade há. Mas, consome muita energia devido à sobrecarga. Eu utilizo o “T” somente na TV, Som e carregador do celular. Evitar incêndios por sobrecarga”; Aluno V: “Minha mãe fala sobre isso. Mas, eu minha irmã teimamos e conectamos a chapinha no benjamim com a TV. Sei que é errado, professor. É a pressa”; Aluno W: “Vejo a utilidade do benjamim na minha casa. Facilita e muito. Casa antiga. Apenas 1 tomada na sala. Utilizamos o benjamim observando a potência dos equipamentos”; Aluno X: “Sim, facilita, professor! Mas, é recomendado a utilização em eletroeletrônicos de baixa potência. Em casa, meu pai regula bastante isso. Ele fala sobre o aumento no consumo de energia também é relacionado a isso.

A análise das cinco categorias compiladas envolvendo os instrumentos de coleta de dados deixou em evidência que, a maioria dos alunos se adaptaram significativamente ao novo método de ensino aplicado. Ao comparar o questionário investigativo de concepções prévias, questionários pós roteiros experimentais, questões problematizadoras e mapas conceituais desenvolvidos durante as aulas e o mapa conceitual final verificou-se indícios que apontem para uma aprendizagem mais significativa sobre eletricidade. A análise do questionário inicial evidenciou que alguns alunos não apresentavam *subsunçores* sobre conceitos básicos da eletricidade, por exemplo: circuitos elétricos e seus componentes, efeito Joule entre outros. Após aplicação do PE, observou-se respostas mais elaboradas e sua relação com componentes de um circuito elétrico, associações de resistores, condutores e isolantes térmicos e potência elétrica. Outro ponto importante é a solução de problemas que estimulou o empreendedorismo discente proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017).

Sobre isto, nos dias 19, 20 e 21 de outubro de 2022 a Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia (SEDUCT) em Campos dos Goytacazes realizou a IX Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no Jardim São Benedito. Além da Feira de Ciências o evento sediou a VIII Feira Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação de Campos dos Goytacazes (FEMuCTI). As Figuras 29 e 30 exibe os alunos apresentando os resultados significativos dos protótipos construídos.

**Figura 29:** Grupo A: apresentação do carregador de celular com bateria 9v – FEMuCTI.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

**Figura 30:** Grupo B - apresentação do carregador de celular com energia solar – FEMuCTI.



Fonte: arquivo pessoal, 2022.

Os alunos diante de *situações-problemas* empreenderam solução aplicada à realidade investigada despertando a criticidade, proatividade e tomada de decisão frente a situações desafiadoras (BORDENAVE, 2004, p. 23).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) disponibiliza duas áreas de concentração “*Física na Educação Básica*” e “*Formação de professores de Física em nível de mestrado*”. As diferentes linhas de pesquisas, são: “*Física no Ensino Fundamental*”; “*Física no Ensino Médio*” e “*Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física*”.

A presente pesquisa qualitativa segue o campo de concentração “*Física na Educação Básica*” com a linha de pesquisa, “*Física no Ensino Fundamental*” e tem como objetivo principal analisar contribuições de uma sequência didática pautada na Metodologia da Problematização, desenhada pelo Arco de Maguerez, sobre o uso consciente de adaptadores T para a aprendizagem significativa de eletricidade em nível fundamental. Como objetivos específicos em destaque são: elaborar e aplicar uma sequência didática (SD) na forma problematizadora do Arco de Maguerez para o estudo da eletricidade; analisar as contribuições da SD para mudança de atitude quanto à visão empreendedora e crítica dos alunos; elaborar um Produto Educacional (PE) constituído de tutoriais para o estudo de tópicos da Eletricidade, servindo de material instrucional auxiliar para o professor de ciências do ensino fundamental.

A análise do questionário de sondagem das concepções prévias apontou que os educandos apresentavam conhecimentos básicos sobre eletricidade, pelo fato de tópicos conceituais como história da eletricidade e eletrostática terem sido trabalhados antes da aplicação da SD, com foco na eletrodinâmica. Entretanto, os alunos não apresentavam *subsunçores* sobre conceitos básicos relacionados a eletrodinâmica, tais como: circuito elétrico, efeito joule, curto-circuito dentre outros.

Ao final de cada momento problematizador envolvendo roteiros experimentais, simulação virtual e jogos lúdicos foram utilizados questionários com a função de coletar dados e sondar a assimilação dos conhecimentos armazenados na estrutura cognitiva do aprendiz. Essas ferramentas de *feedback* forneceram indícios que apontam para uma aprendizagem mais significativa sobre tópicos da eletricidade. Isto ficou mais aparente na passagem de um momento problematizador da SD para o outro.

Dos 23 alunos investigados, 82% demonstraram aproveitamento acima de 65%. Outros 4 alunos, ficaram abaixo da média, pois apresentarem sintomas COVID-19 e/ou síndrome gripal. De acordo com o protocolo da Secretaria Municipal de Educação, Ciência e Tecnologia (SEDUCT), não puderam frequentar as aulas.

Logo, a pesquisa mostra as contribuições de um ensino baseado em situações-problemas e contextualizado com a realidade social do educando. Neste cenário, o professor é visto como

mediador e estimulador do processo de ensino e aprendizagem. Possui autonomia no planejamento de aulas, tornando-as atraentes, dinâmicas e contextualizadas. O aluno é entendido como protagonista de toda a ação pedagógica. Não é visto como coadjuvante do processo, mas, coautor deste processo.

Este ambiente favorece a construção de uma aprendizagem mais significativa sobre o ensino da física, evidenciando desejo pelo aprendizado, curiosidade e motivação para a realização das atividades propostas. Cada situação levantada pelo professor resulta em nova oportunidade de participação dos alunos, de forma colaborativa e proativa.

Na pesquisa, os alunos também foram estimulados ao empreendedorismo por meio de reuniões de planejamento *CANVA* de projeto, uma adaptação do original proposto por Alex Osterwalder (OSTERWALDER, 2010). Divididos em grupo os alunos planejaram ações, culminando na confecção de duas estações de recargas de celulares: Grupo A: *Estação para recarga de celular com bateria 9v*; Grupo B: *Produção de protótipo capaz de carregar celulares por meio da energia solar (fotovoltaica)*.

De posse das ações planejadas, cada um dos grupos demonstrou desejo pela solução no papel de empreendedor. Foram apresentadas soluções com a finalidade de diminuir a utilização de tomadas na escola dos investigados e minimizar a problemática inicial proposta na SD (BRASIL, 2017; OSTERWALDER, 2010). Ambos os grupos apresentaram proatividade, tomada de decisão para o empreendedorismo, esboço do planejamento, bem como a confecção dos protótipos.

É importante aqui destacar que ao longo da aplicação da SD alguns pontos negativos foram observados:

i) a escola não possui espaço físico com laboratórios de Ciências e Informática. Todas as aulas práticas, envolvendo rotinas experimentais, foram adaptadas e realizadas em sala de aula;

ii) a falta de computadores disponíveis para atender ao público-alvo, bem como, a oscilação de conexão da *internet* local com a rede mundial de computadores. A solução foi efetuar o *download* do *software* educacional “simulador *PhET*”, em mídia removível e instalá-lo nas máquinas disponíveis, para demonstração da tela do simulador no *Datashow*, com projeção e visualização de todos. Apesar disto, todos os alunos participaram ativamente. Todos conseguiram realizar os roteiros experimentais, alcançando os objetivos propostos;

iii) tempo para treinamento sobre a elaboração dos mapas conceituais (MC). Alguns alunos apresentaram dificuldades e inquietação, alegando necessidade de mais aulas práticas para a familiarização com a ferramenta. Diante do exposto, foi realizada adaptação na SD, de modo a inserir um intervalo entre os momentos problematizadores. Isto posto, mais exercícios com repetições foram elaborados. Após 2 semanas de aulas (o equivalente a 6 tempos de h/a) e

consecutivas repetições de diferentes MC, a turma apresentou integração e afinidade com a ferramenta e, como consequência, construção de bons MC;

iv) com a situação pandêmica COVID-19 muitos alunos apresentaram síndrome gripal, contaminação viral e/ou familiares com diagnóstico positivo (COVID-19) não frequentando as aulas. Isso gerou baixa-frequência e consequente reprovação bimestral de 4 alunos.

Em contrapartida, a pesquisa apresentou vários pontos positivos, dentre eles:

i) engajamento da direção escolar em todas as etapas da SD, com disponibilização de álcool em gel e máscaras, materiais necessários para a higiene individual em tempos pandêmicos;

ii) o ensino problematizador proposto pela metodologia de ensino *Arco de Magueres*, potencializou a relação dos conceitos da física com questões cotidianas, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos;

iii) as rotinas experimentais, envolvendo materiais de baixo custo, potencializou a investigação prática, diminuindo a abstração conceitual e facilitando a relação dos conceitos estudados e a problemática apresentada em cada momento problematizador;

vi) os jogos lúdicos oportunizaram momentos de descontração entre os alunos, nos quais a disputa saudável potencializou a *diferenciação progressiva e reconciliação integradora* dos conteúdos. Ao rever o que foi estudado o aluno pode tirar dúvidas e perceber similaridades e congruências conceituais antes não vistas por meio da ludicidade (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011);

v) ao planejar ações na tabela *CANVA* de planejamento para o empreendimento de protótipos, foi estimulado o empreendedorismo (BRASIL, 2017; OSTERWALDER, 2010), resultando criatividade, criticidade e tomada de decisão diante de situações desafiadoras.

Finaliza-se esta conclusão apontando a relevância do Produto Educacional (APÊNDICE A) elaborado como resultado da pesquisa. Este se mostrou exequível e promissor, uma vez que conduziu a tomada de atitudes, reflexão sobre valores sociais e éticos, proatividade, empreendedorismo e estimulou a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1978, p. 190; 2003).

Acredita-se que o referido PE tem potencial para auxiliar professores de Ciências do Ensino Fundamental, a fim de facilitar a aprendizagem significativa do educando sobre conceitos da Eletricidade e temas variados da Física, bem como promover desenvoltura para o empreendedorismo, proatividade para solução de problemáticas e crescimento cultural e social de forma mais ampla (BRASIL, 2017).

## REFERÊNCIAS

AGAPITO, F. M.; STROHSCHOEN, A. A. G. Aprendizagem baseada em problemas e mapa conceitual: uma experiência com alunos do Curso de pedagogia. *Revista Signos*, v. 37, n. 2, p. 10 – 24, 2016.

AGUIAR, J. G. de e CORREIA, P. R. M. *Como fazer bons mapas conceituais?: estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013 Tradução. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265/2830>. Acesso em: 21 dez. 2022.

ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas/Cortez, 77, p. 53-61, maio 1991.

ALTOÉ, A; SILVA, H. da. *O Desenvolvimento histórico das novas tecnologias e seu emprego na educação*. In: ALTOÉ, Anair; COSTA, Maria Luiza Furlan; TERUYA, Teresa Kazuko. Educação e Novas Tecnologias. Maringá: Eduem, 2005, p. 13-25. Disponível em [http://www.pucrs.br/famat/viali/tic\\_literatura/artigos/historia/dhnt.PEf](http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/artigos/historia/dhnt.PEf). Acesso em 15/04/2020.

ANDRÉ, M. E. D. A. *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*. Brasília: Liberlivro, 2005.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. (2000). “*Experimentação no ensino médio: Novas possibilidades e tendências*”. in caderno de Resumos do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, pág. 134-135 e CD-ROM, Florianópolis - SC, 27 a31/03/2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16001:2004. *Norma Nacional de Responsabilidade*. Brasil, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR: Portaria n.º 019, de 16 de janeiro de 2004: *da certificação compulsória e da comercialização de plugues e tomadas*. Brasil, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR: Portaria n.º 324, de 21 de agosto de 2007: *Termo de Referência do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade*. Brasil, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6147: 2001: *Regra Específica para Certificação de Plugues e Tomadas*. Brasil, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14936: 2006: *Adequação Para Certificação Compulsória de Adaptadores de Plugues e Tomadas*. Brasil, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14136: 2013: *Padrão de Plugues e Tomadas*. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Informações ao consumidor: uso correto de adaptadores “T”*. Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/benjamins.asp>. Acesso em 04/06/2021.

AUSUBEL, D.P. *Educational Psychology: A CognitiveView*. New York, Holt: Rinehart and Winston, 1978.



AUSUBEL, David. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

AVENI, A. Canvas Social: tecnologia para modelar a missão e os impactos do terceiro setor. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos - Ano I* (2018), volume I, n.2, ISSN: 2595-1661 – 22.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2016.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERBEL, N. A. N. *A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?* Interface – Comunicação, Saúde, Educação. Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev. 1998.

\_\_\_\_\_. *As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes*. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, Jun. 2011.

\_\_\_\_\_. *A metodologia da problematização com o arco de Maguerez*. Uma reflexão teórico-epistemológica. Londrina: Eduel; 2012.

BIAVA, J. (2017). *A metodologia CANVAS e suas variações para o desenvolvimento do empreendedorismo*. TCC (Graduação), UNESC, Curso de Administração, Criciúma.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. D.O.U., Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: <Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm) >. Acesso em: 20 abr. 2020. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Proposta preliminar. Abr. 2016b. Disponível em: <Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio> >. Acesso em: 20 abril. 2019. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y4lqrr4s>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Plano Nacional de Educação PNE 2014 2024*. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <<http://pne.mec.gov.br/18planosubnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-deeducacao-lei-n-13-005-2014>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Planejando a Próxima Década Conhecendo as 20 Metas do Plano Nacional de Educação*. Brasília: MEC, 2014a. Disponível em: [http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne\\_conhecendo\\_20\\_metas.pdf](http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne_conhecendo_20_metas.pdf). Acesso em: 12 de jan. de 2022. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. *Aprova o Plano Nacional de Educação-PNE e dá outras providências*. Brasília, 2014b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm)>. Acesso em: 12 de jan. de 2022. [ Links ]

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Lei nº 010172, de 9 de janeiro de 2001. *Aprova o Plano Nacional de Educação-PNE e dá outras providências*. Brasília: MEC, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/L10172.pdf>>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

BECKER, Fernando. *Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos*. Educação e Realidade. Porto Alegre, v. 19 (1), 89:96, jan./jun. 1994.

BORDENAVE, J. E. D.; PEREIRA, A. M.: *Estratégias de ensino aprendizagem*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

BORDENAVE, J. E. D. *Alguns fatores pedagógicos*. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Geral. Capacitação pedagógica para instrutor/supervisor. Área da saúde. Brasília, 1989. p. 19-26.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria à aos métodos*. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. 337 p. (Coleção ciências da educação). Tradução de: Qualitative Research for Education.

CARTH, John Land. *A Base Nacional Comum Curricular e a aplicação da política de Educação para Educação das Relações Etnico-Raciais (afro-brasileira, quilombola, cigana)*. Brasília, 2017 Disponível em: <<http://etnicoracial.mec.gov.br/images/pdf/artigos/A-BNCC2018-e-aERER.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2022. [ Links ]

CALDAS, R. L. *A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação*. 2006. 188f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2006.

CARVALHO, A. M. P. e SASSERON, L. H., *Sequências de Ensino Investigativas - Seis: o que os alunos aprendem?* In: Gionara Tauchen; João Aberto da Silva. (Org.). Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas. 1ed. Curitiba: CRV, p. 1-175, 2012.

FREITAS, D; ZANON, D. A. *Volante: A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem*. Acesso em: 15 mai. 2020, 02:32. <[http://www.cdcc.usp.br/maomassa/artigo\\_dulcimeire\\_m317150.PEf](http://www.cdcc.usp.br/maomassa/artigo_dulcimeire_m317150.PEf)>

FOUREZ, Gerard. *Crise no Ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências – V8 (2)*, pp. 109 - 123, 2003.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 1, p. 131-146, 1998.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIORDAN, M. *O papel da experimentação no ensino de ciências*. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOBARA, Shirley. T.; GARCIA, João.R.B.. As licenciaturas em Física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, p. 519-526, 2007.

GRIFFITHS, D. J. *Eletrodinâmica*. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 790. P

KALLÁS, D. (2012). *Inovação em modelo de negócios: forma e conteúdo*. RAE (Impresso), v. 52, pág. 704-705

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. In Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). *Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico Português de Psicopedagogia*. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

LORDÊLO, T. S.; VASCONCELOS, R. F. *Indústria Criativa e Ensino-Aprendizagem: o uso do Canvas Acadêmico com Mídias Digitais*. In: Congresso Internacional de Tecnologia na Educação, 16., 2018, Recife. Anais [...] Recife: Instituto Fecomércio, 2018, p. 1-13.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Física*. Volume 3. Scipione, 2006.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo: v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MORAES, M. B.dos S. A. & TEIXEIRA, R. M. R. *Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio*. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre: 2012.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, no. 1, março, 2000.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 2006, 103 p. Disponível em: <[http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas\\_Conceituais\\_e\\_Diagramas\\_V.PE#f](http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.PE#f)> Acesso em: 10 jul. de 2019.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. D. S. *Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino*. Campo Grande: UFMS, 2016.

MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993. 128

MOREIRA, M. A.; MASINI, Elcie F. Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MOTA, S.M *Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) para aprendizagem de tópicos da eletrodinâmica*. Dissertação de Mestrado, 197 fls - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, IFFLUMINENSE, Campos dos Goytacazes: 2018.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento*. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa: v.5, n.1, p. 9-29, 2010.

OSTERMANN, F. Um texto para professores do ensino médio sobre partículas elementares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 21, n. 3, p. 415-436, set. 1999.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business Model Generation (John Wiley & sons, Eds.)*. p.278 p. New Jersey - USA, 2010.

PHET. *Simulações de Física*. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics)> Acesso em: 20 out. 2020.

PENTEADO, H. D. *Meio ambiente e formação de professores*. São Paulo: Cortez, 2010.

PEPE, V.P *Aplicação do método sala de aula invertida ao ensino de eletrodinâmica em nível médio*. Dissertação de Mestrado, 202 fls- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, IFFLUMINENSE, Campos dos Goytacazes: 2020.

POLETTI, N; *Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental*. 26 ed. São Paulo: Ática, 2001.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *Aprender y enseñar ciencia*. 3 ed. Madrid: Morata, 2001.

ROSITO, Berenice Alvares. *O ensino de ciências e a experimentação*. In: MORAES, Roque (org). *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.195-208.

RUIZ, Cristiane Regina. Criação de um modelo Canvas para planejamento acadêmico aliado a ferramentas de Design Thinking. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 321-327, maio/ago., 2019. E-ISSN:1519-9029. DOI: 10.22633/rpge.v23i2.11762.

SANTOS, C. S. *Ensino de Ciências: abordagem histórico – crítica*. Campinas: Armazém do ipê, 2005.

SANTOS, S. M. P. *O brincar na escola. Metodologia lúdico-vivencial, coletânea de jogos, brinquedos e dinâmicas*. 1. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SILVA, L. A. S.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 905-933, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4817>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SINNECKER, J. P.; TORT, A. C.; RAPP, R. *Física 3B*. V. 1. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. *Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio-histórica*. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, SC 2009.

SEBRAE. *Cartilha o quadro de modelo de negócios*, 2013. Disponível em: Acesso em: mai. 2020.

SOARES, Magda. *Alfabetização e letramento*. 6 ed. São Paulo: Contexto, 2011.

SOUZA, Samir; DOURADO, Luis. *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo*. HOLOS, Natal, v. 5, n. 31, p. 182-200, 2015. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880/1143>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

## APÊNDICES

PRODUTO EDUCACIONAL

# A FÍSICA DOS ADAPTADORES T (BENJAMIM)

Um estudo sobre conceitos da  
eletricidade



MURILO DE ALMEIDA SANTOS



# Material do Professor

Autor:  
Murilo de Almeida Santos

Orientador (a):  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata Lacerda Caldas



Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Fluminense (IFFluminense)

Campos dos Goytacazes/RJ  
2022

# APRESENTAÇÃO

Prezado (a) professor (a),

Este material é constituído de uma Sequência Didática (SD) com foco no ensino problematizador, proposto pelo método ativo da Problematização (MP) com aporte do Arco de Maguerez dividido em cinco etapas (BERBEL, 1998): observação da realidade (problematização), pontos-chave, teorização, hipóteses de solução e aplicação à realidade.

A problemática desta SD aborda "A Física dos adaptadores "T" (benjamim). Planejada com 10 momentos de aprendizagem prevê atividades sobre a temática interdisciplinar, com subsídios conceituais da eletricidade (eletrodinâmica), aplicadas em turma de alunos do 8º ano do ensino fundamental.

Em consonância com a BNCC a SD utiliza a ferramenta CANVA de Projeto para trabalhar habilidades relacionadas ao empreendedorismo.

Todas as atividades foram planejadas seguindo os princípios norteadores da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel (2003), a saber, a reconciliação integrativa (ao rever o que foi ensinado, o aluno pode identificar similaridades e congruências conceituais antes não vistas) e a diferenciação progressiva (as atividades de ensino são planejadas partindo de conceitos mais gerais para os mais específicos).

Desejamos que a Metodologia da Problematização e as etapas do empreendedorismo proporcionem momentos de aprendizado para você e seu aluno.

Ótimo trabalho!

Murilo de Almeida Santos





# CONTEÚDOS



- Corrente elétrica

Definição

Intensidade e sentido da corrente elétrica

- Resistores

Efeito Joule

Primeira Lei de Ohm

Segunda Lei de Ohm

- Circuito elétrico

Componentes do circuito elétrico

Associação de resistores

Potência elétrica



Figura 1 Print de tela.



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CCBY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Fonte: <https://overbr.com.br/dicas/benjamim-usado-incorretamente-pode-provocar-acidente>

# SUMÁRIO

<b>PÁGINA 130</b>	Sequência Didática planejada
<b>PÁGINA 132</b>	Questionário investigativo/Observação da Realidade Social
<b>PÁGINA 135</b>	Busca por pontos-chave/problemas: Mapa conceitual/videoaula
<b>PÁGINA 139</b>	Teorização - prática experimental 1: circuitos elétricos/questões
<b>PÁGINA 143</b>	Reflexão e discussão textual: efeitos da corrente elétrica
<b>PÁGINA 147</b>	Prática experimental 2: problematização: efeito Joule
<b>PÁGINA 150</b>	Prática experimental 3/problematização: polaridade em alimentos
<b>PÁGINA 153</b>	Simulação Phet (virtual)/problematização e questões
<b>PÁGINA 155</b>	Hipótese de solução: planejamento e empreendedorismo na Física
<b>PÁGINA 157</b>	Aplicação à realidade prática: confecção dos projetos/empreendedorismo
<b>PÁGINA 160</b>	Elaboração de Mapa Conceitual/coleta de dados
<b>PÁGINA 163</b>	Referências
<b>PÁGINA 164</b>	Apêndices
<b>PÁGINA 200</b>	Anexos



*OBSERVAÇÃO: DESTACADOS EM NEGRITO (N) E EM VERMELHO ESTÃO AS CINCO ETAPAS DO MÉTODO ATIVO DE ENSINO ARCO DE MAGUERZ (AM) DANDO APORTE À METODOLOGIA DA PROBLEMATIZAÇÃO (MP) (BERBEL, 1998).*

# SEQUÊNCIA DIDÁTICA

## (INFORMAÇÕES PRELIMINARES)

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por David Ausubel fornece fundamentação teórica para a elaboração desta sequência didática (SD). Para Ausubel (2003) a valorização das informações prévias é essencial para a construção do novo conhecimento na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 2006).

Os Mapas Conceituais (MC), ferramentas elaboradas por Novak (2006) são utilizadas neste trabalho como acesso às informações prévias armazenadas no cognitivo dos alunos. Além disso, as proposições formadas no (MC) são carregadas de significados, servindo como ferramenta para a avaliação do conhecimento pelo professor, e dessa forma verificar indícios que apontem uma aprendizagem significativa (CALDAS, 2009; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006).

O método ativo de ensino aplicado nesta (SD) é o Arco de Maguerez que fornece estrutura metodológica em formato de arco que facilita a integração do conhecimento estudado com a Metodologia da Problematização (MP), por meios de situações-problema geradas a partir de minuciosa observação da realidade social do educando. A Figura 2 apresenta um modelo estruturado para implementação da MP tendo como aporte o Arco de Maguerez.

Figura 2 - Esquema estrutural do Arco de Maguerez.



Fonte: SciELO - Brasil - Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações.

## PROBLEMATIZAÇÃO

A problematização é um recurso pedagógico, potencializador, capaz de provocar no aprendiz o desejo em desvendar e apresentar a solução para o problema. Instigar o aluno é função do professor. Ele é um facilitador nesse processo de construção do conhecimento por meio da investigação. Investigar potencializa a autonomia das colocações pelos alunos, bem como a discussão ocorre de forma direta, sem qualquer estímulo externo (BORDENAVE, 2014, p. 37).

As situações-problema estão relacionadas ao uso correto dos adaptadores "T" (benjamim). O professor é visto como agente facilitador ao problematizar, situações reais do cotidiano dos alunos com o conhecimento estudado (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015). Aliado a isto, temos a ferramenta CANVA de Projeto, adaptação pedagógica do modelo original proposto por Alex Osterwalder (2009; 2010) com o objetivo de estimular ao planejamento e empreendedorismo discente. Assim, o aluno é desafiado a esboçar um passo a passo de projeto de ação a ser desenvolvido (BRASIL, 2017; KALLÁS, 2012; LORDÊLO; VASCONCELOS, 2018).

### A Sequência Didática (SD) proposta

A (SD) proposta é fundamentada em 10 (dez) momentos com ênfase na problematização, sendo os 2 (dois) últimos com foco no empreendedorismo (as perguntas problematizadoras estão disponíveis no APÊNDICE Q desta cartilha). A sequência se desenvolve em um bimestre, abordando os conteúdos de eletricidade e eletrodinâmica.



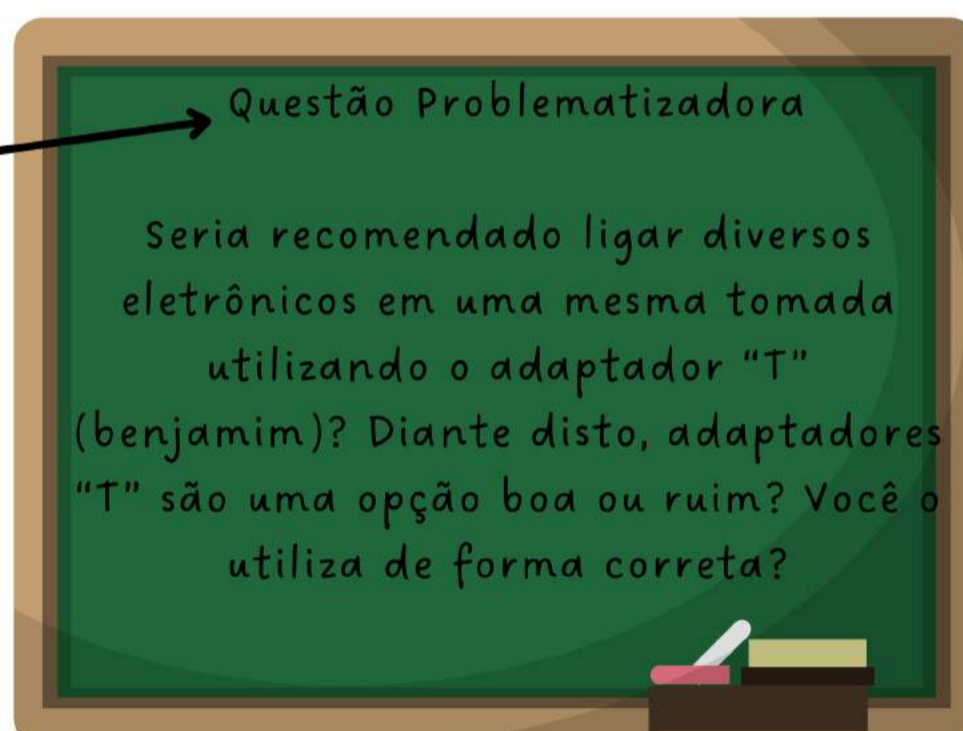
# 1ª ETAPA DO ARCO DE MAGUEREZ: OBSERVAÇÃO DA REALIDADE SOCIAL

## TEMÁTICA: “A FÍSICA DOS ADAPTADORES T”. (MOMENTO DE INVESTIGAÇÃO DE CONCEPÇÕES PRÉVIAS)

A primeira etapa do Arco de Maguerz se especifica em uma observação minuciosa da realidade social do indivíduo. Prioriza um acontecimento de forma geral, ou um tema relevante em sua comunidade.



A realidade observada está relacionada ao uso correto de adaptadores “T” (benjamim). É essencial que essa observação siga de exemplos (reportagens e/ou vídeos) envolvendo o uso incorreto destes objetos, desencadeando acidentes (problemas). A primeira problemática propõe reflexão sobre utilização correta destes objetos, de acordo com normas regulamentadoras propostas pelo INMETRO.



### ATIVIDADES SUGERIDAS

APRESENTAÇÃO DO MÉTODO DE ENSINO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS;

1. APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO AOS ALUNOS PARA COLETAR INFORMAÇÕES PRÉVIAS;
2. LEITURA E DISCUSSÃO DA REPORTAGEM SOBRE ACIDENTE NO “CENTRO DE TREINAMENTO DO FLAMENGO - GEORGE HELAL- “NINHO DO URUBU”;
3. APRESENTAÇÃO E CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS (CONHECER O QUE É E MANEIRAS DE ELABORAÇÃO);
4. SEPARAÇÃO DA TURMA EM GRUPOS (GRUPO DE QUATRO A CINCO ALUNOS).

### CONTEÚDOS TRABALHADOS

(EF08CI01) - REVISÃO: FONTES DE ENERGIA; TIPOS DE ENERGIA E MATRIZ ENERGÉTICA; CONCEITO DE MAPA CONCEITUAL.

TEMPO ESTIMADO: 2 HORAS/AULA.

## ATIVIDADE 1

### QUESTIONÁRIO INICIAL

Objetivo: coletar informações (prévias) armazenadas na estrutura cognitiva do aluno.

Informações sobre a importância de coleta das informações prévias e disponibilização do questionário de coleta de dados (íntegra) estão em anexo ao APÊNDICE A desta cartilha.

Após a aplicação do questionário de concepções prévias será promovido momento de reflexão e discussão na atividade 2 para retomar conceitos já estudados no conteúdo sobre eletricidade com a intenção de promover a reconciliação integradora proposta por Ausubel (2003).

## ATIVIDADE 2

### LEITURA E DISCUSSÃO DA REPORTAGEM SOBRE ACIDENTE NO “CENTRO DE TREINAMENTO DO FLAMENGO – GEORGE HELAL “NINHO DO URUBU”

Figura 3: Print de tela.



Fonte: <a href="http://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia">g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia</a>.

Nesta atividade será utilizada reportagem envolvendo o tema estudado. Trata-se de acidente no Centro de Treinamento do Flamengo em 2019, com total de 10 adolescentes mortos.

A leitura e discussão do texto devem ser feita em grupo. A intenção é localizar no texto apresentado elementos discutidos no estudo da eletricidade e que possam ser relacionados à motivação do problema. Em seguida, a turma irá expor os pontos-chave, por meio de discussão geral, compartilhando com os demais grupos o que pode ter motivado o acidente.

#### Objetivo da atividade

Proposta de reflexão sobre a relação de conceitos estudados na Física e fenômenos que acontecem no cotidiano do aluno por meio de fatos, utilizando textos jornalísticos/reportagens.

A intencionalidade é aflorar concepções prévias sobre o tema inicial, promover a revisão de tópicos estudados e suscitar o esclarecimento de todos após comentários em grupo.

A reportagem utilizada está disponível no site G1 (Globo Rio) e pode ser encontrada no APÊNDICE B desta cartilha.

A próxima etapa será momento de elaboração/modelo de Mapa Conceitual.

### ATIVIDADE 3:

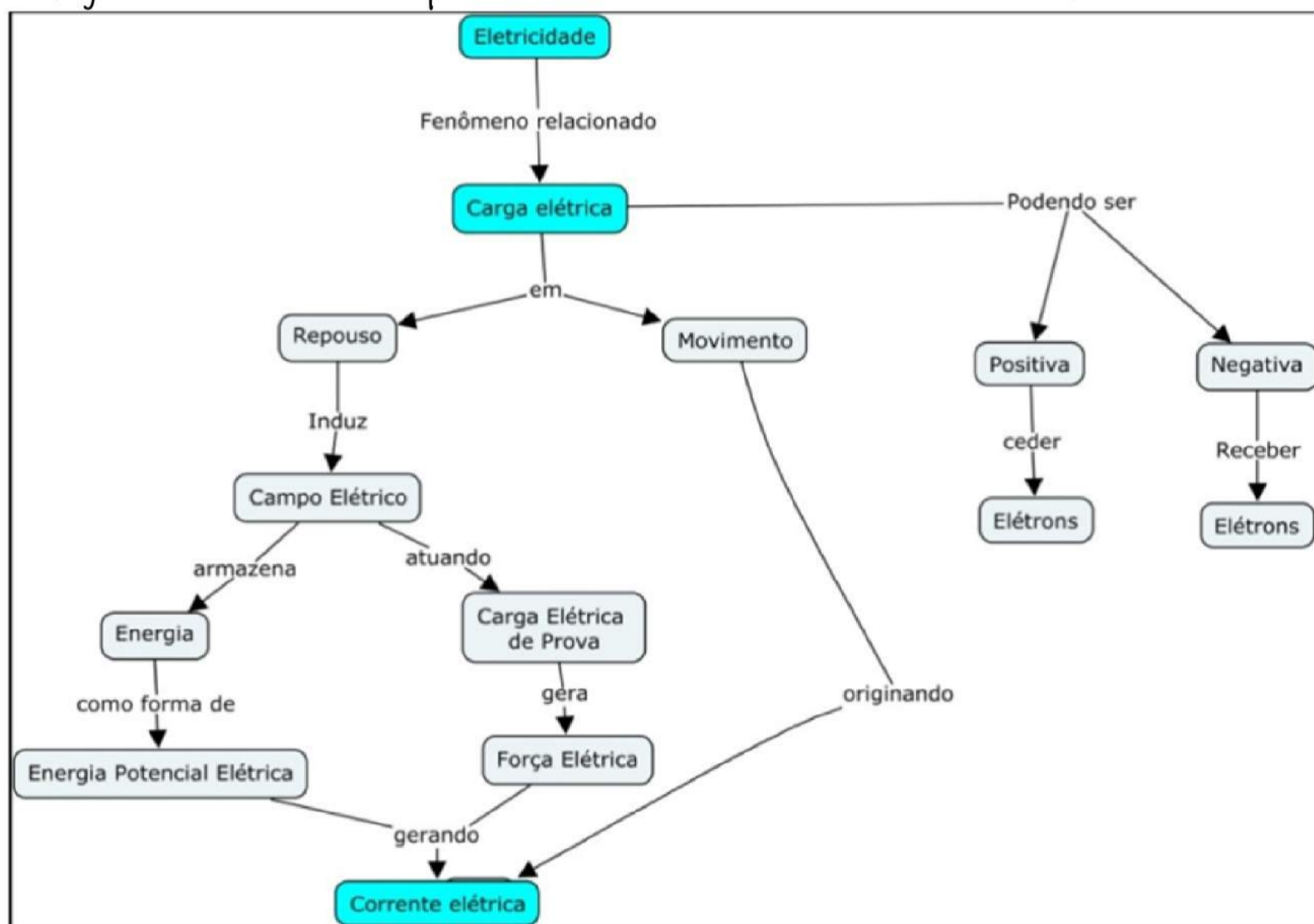
## LEITURA E DISCUSSÃO DA REPORTAGEM SOBRE ACIDENTE NO “CENTRO DE TREINAMENTO DO FLAMENGO – GEORGE HELAL “NINHO DO URUBU”

Apresentação e confecção de Mapas Conceituais  
(como elaborar e etapas de construção)

Neste primeiro momento a atividade proposta será apenas de demonstração e percepção de conceitos e estruturação de como se inicia a confecção de um Mapa Conceitual. Conceitos como: proposição, palavras (termos) de ligação e pergunta-focal serão abordados.

As proposições formadas nos Mapas Conceituais elaborados estão carregadas de significados para a avaliação do conhecimento do aluno pelo professor. Abaixo, exemplo de um mapa conceitual-modelo para atividade inicial dos alunos

Figura 4: Modelo de Mapa Conceitual com conceitos iniciais da Eletricidade.



Fonte: o autor, 2022.

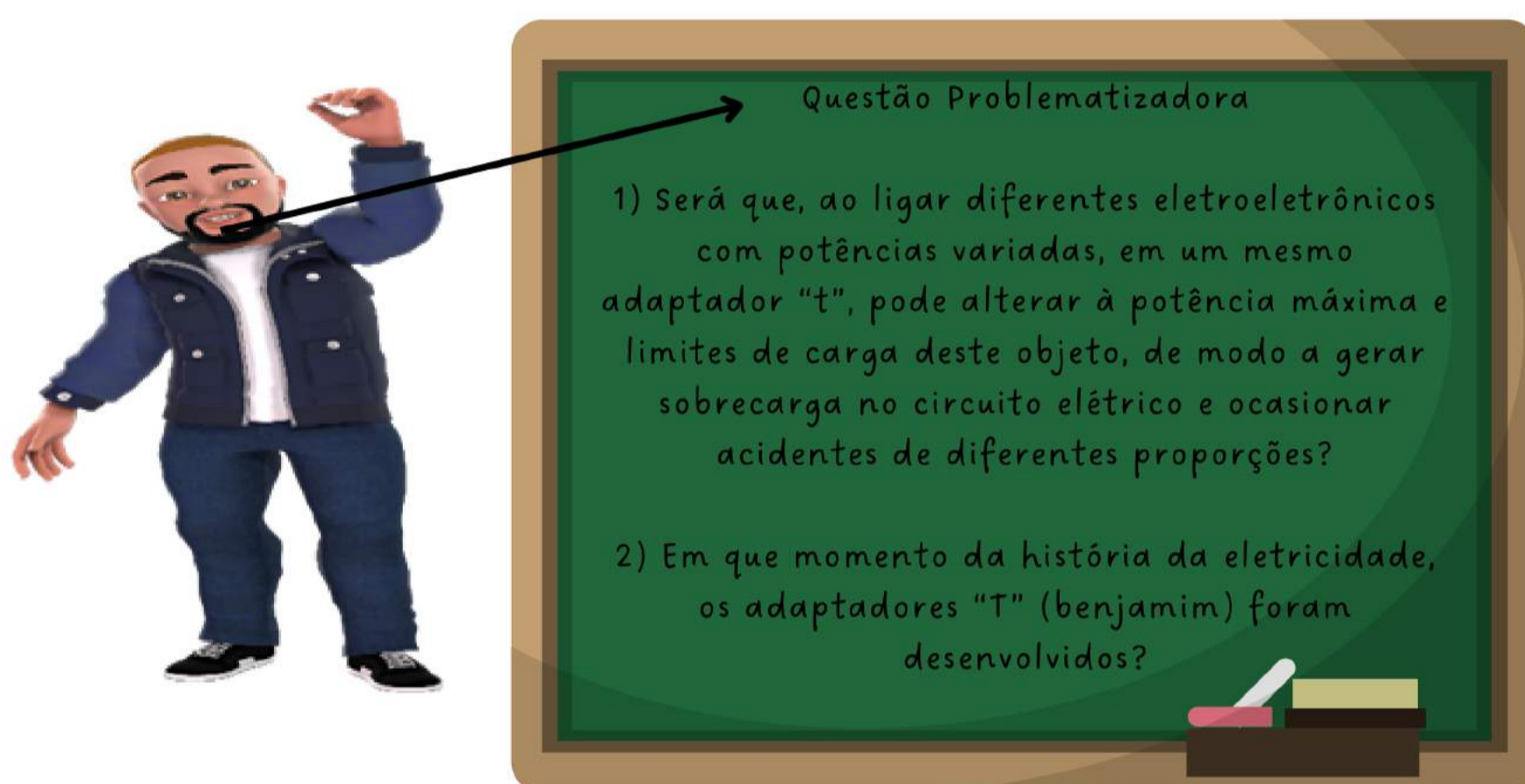


## 2ª ETAPA DO ARCO DE MAGUEREZ: PONTOS-CHAVES

TEMÁTICA: O USO INCORRETO DOS ADAPTADORES “T” PODE OCASIONAR QUAIS PROBLEMAS?

2º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO: MAPA CONCEITUAL/VÍDEO-AULA (ORGANIZADOR PRÉVIO)

A segunda etapa do Arco de Maguerz se compõe na busca pelos pontos-chaves que motivaram o problema inicial. Iremos relacionar as situações-problema com conceitos abordados em eletrodinâmica. Os alunos irão refletir sobre o motivo causador dessa situação social, por meio da seguinte situação-problema:



### Conteúdos trabalhados

- (EF08C101) - Revisão: história da eletricidade e interação elétrica;
- (EF08C102) - Carga e corrente elétrica; Intensidade e sentido da corrente elétrica; Diferença de potencial elétrico; Uso dos adaptadores “T” (benjamim) no dia a dia de acordo com o INMETRO.

### Atividades sugeridas

1) Apresentação de vídeos

Vídeo 1: história da eletricidade (organizador prévio). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1CKY7LG7Jvo>;

Vídeo 2: mau uso dos adaptadores “T” (ênfase na realidade social). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>.

2) Aula expositiva (slides PowerPoint): carga e corrente elétrica; intensidade e sentido e diferença de potencial elétrico.

3) Mapa conceitual (Grupos): sobre questão focal: “O uso de adaptadores “T” (benjamins) começou a facilitar nossa vida?” (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).

4) Grupos apresentam seus mapas.

Tempo estimado: 2 horas/aula.



## ATIVIDADE 1

No APÊNDICE D desta cartilha encontram-se informações detalhadas sobre os vídeos em questão.

1º Vídeo: história da eletricidade

Figura 5: print da tela - História da eletricidade.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=1CKY7LG7Jvo>>.

2º Vídeo: Mal uso de adaptadores "T": sobrecarga de energia e incêndio (ênfase na realidade social)

Figura 6: print da tela - Mau uso de adaptadores "T": incêndio e sobrecarga de energia.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>>.

No APÊNDICE E estão as questões que serão respondidas após os alunos assistirem os vídeos.

Em seguida, slides serão apresentados para aprofundar os tópicos estudados.

## ATIVIDADE 2

### AULA TEÓRICA EXPOSITIVA

Ao promover a discussão de conceitos da física é essencial arrumá-los e ordená-los na estrutura cognitiva do aluno, de modo a favorecer reflexão e relação sobre tópicos estudados e fenômenos físicos do seu cotidiano. Mas, dúvidas podem ter insistido em permanecer. Para isso, vamos abordar rapidamente os principais marcos da história da eletricidade, carga e corrente elétrica, intensidade e sentido e diferença de potencial elétrico.

# ELETRICIDADE

SUBCONTEÚDO

## APRESENTAÇÃO

```

    graph TD
      A[Electricidade] --> B[Divisão básica]
      B --> C[Eletrônica]
      B --> D[Eletrodinâmica]
    
```

## ELETRODINÂMICA

- Está relacionado ao estudo dos fenômenos elétricos que se manifestam quando os portadores de carga elétrica estão em movimento.

## ATENÇÃO!

**EXPLICAÇÃO 1**

Ocorre atração entre as placas. Porém, não há fluxo de elétrons. Existe um fortalecimento do ar.

**EXPLICAÇÃO 2**

Existe a presença de um fio condutor conectado ao circuito entre as placas. Assim, ocorre o fluxo de elétrons e, como consequência, emerge um incandescência.

Por atuar em condições de carga ocorre um aquecimento entre as placas de placa negativa para a positiva.

## CONCEITUANDO CORRENTE ELÉTRICA

É o Movimento ordenado de elétrons ao longo de um meio condutor

**Atenção!**

- É essencial saber que, o sentido da corrente elétrica é o sentido contrário ao do fluxo de elétrons, ou seja:

- Sentido de fluxo de elétrons: →
- Sentido de corrente: ←

## DESSE MODO....

• Corrente de elétrons

• Corrente convencional

## TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA

**CORRENTE CONTÍNUA (CC OU DC)**

- O fluxo de carga elétrica ocorre quase em um sentido.

Ex: pilhas, a bateria.

**CORRENTE ALTERNADA (CA OU AC)**

- Ocorre uma variação no fluxo de carga elétrica ao se ir de um sentido para um outro.

Ex: lâmpadas elétricas ou lâmpadas incandescentes e LEDs.

## OBSERVAÇÃO!

A intensidade de uma corrente elétrica é medida em ampère (A).

O aparelho usado para medir a intensidade da corrente elétrica é o amperímetro.

## DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO

**Diferença de potencial elétrica (ddp) ou tensão elétrica ou voltagem.**

Ocorre quando há uma energia potencial elétrica num sistema.

**DEFINIÇÃO**

Para que haja corrente elétrica circulando pelo fio condutor de um circuito elétrico, deve haver uma diferença de potencial elétrico (ddp) entre os terminais de um gerador (pilha, bateria). Esse gerador tem polo positivo (maior potencial) e um polo negativo (de menor potencial). O sentido da corrente elétrica num circuito elétrico se dá do polo positivo para o polo negativo.

## O QUE É MESMO TENSÃO ELÉTRICA?

Entende-se por tensão elétrica a grandeza que representa a diferença de potencial elétrico entre dois pontos de um circuito elétrico.

**simbolização**

Tensão elétrica medida em volt (V). A tensão elétrica por falta de energia elétrica no sistema elétrico brasileiro é 127 ou 220V.

**simbolização matemática da tensão elétrica**

$U$  ou  $V$  ou  $\Delta V$  ou  $V_{ab}$

- U = ddp (potencial elétrico) em Volt (V)
- V = tensão elétrica em Volt (V)
- $\Delta V$  = diferença de potencial elétrico em Volts (V)

Fonte: o autor, 2022.

Ao terminar a aula expositiva/dialogada os alunos, em grupo, irão elaborar mapa conceitual.

### ATIVIDADE 3

## CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS (MC)

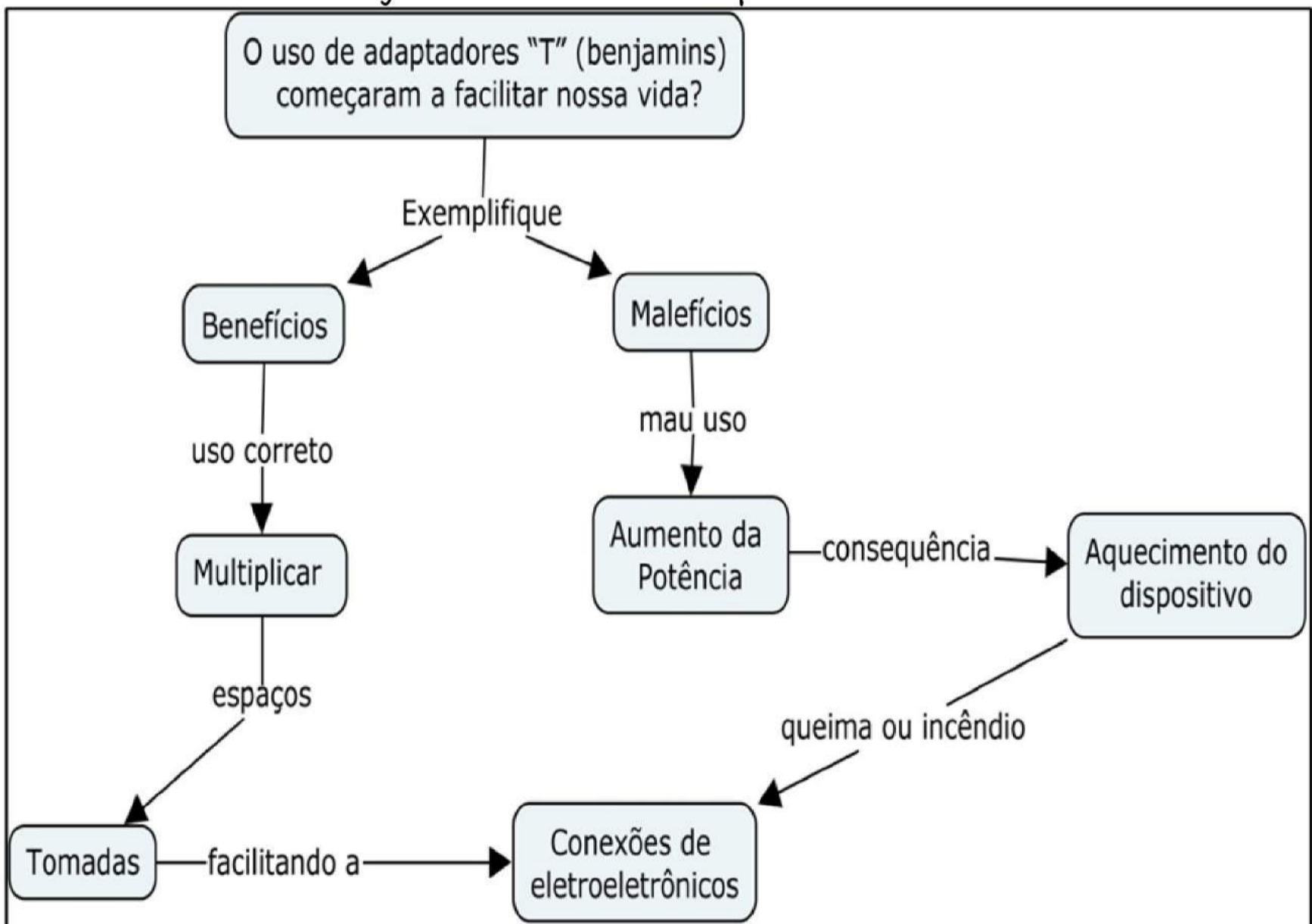
#### Modelo de Mapa Conceitual (MC)

Esta atividade será realizada em grupo. Presume-se que, os grupos de alunos esquematizem o (MC) com as proposições formadas em sua estrutura cognitiva.

É essencial a valorização, por parte do professor, dos conceitos formados pelos alunos, por isso, este momento requer apenas observação por parte do professor. Deixá-los à vontade, de modo a aflorar, de forma autônoma, os termos de ligação, às proposições desafiadas do início ao fim de sua confecção.

Ao final, grupos apresentem os (MC) elaborados, por meio da Pergunta - focal: "O uso de adaptadores "T" (benjamins) começou a facilitar nossa vida?" (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).

Figura 7: modelo de mapa conceitual.



Fonte: o autor, 2022.



## 3ª ETAPA DO ARCO DE MAGUEREZ: TEORIZAÇÃO

TEMÁTICA: GRUPOS IRÃO BUSCAR CONCEITOS FÍSICOS PARA ENTENDER OS PONTOS-CHAVES QUE DESENCADARAM O PROBLEMA INICIAL (ACIDENTES DE DIFERENTES PROPORÇÕES COM O USO INCORRETO DE ADAPTADORES “T”).

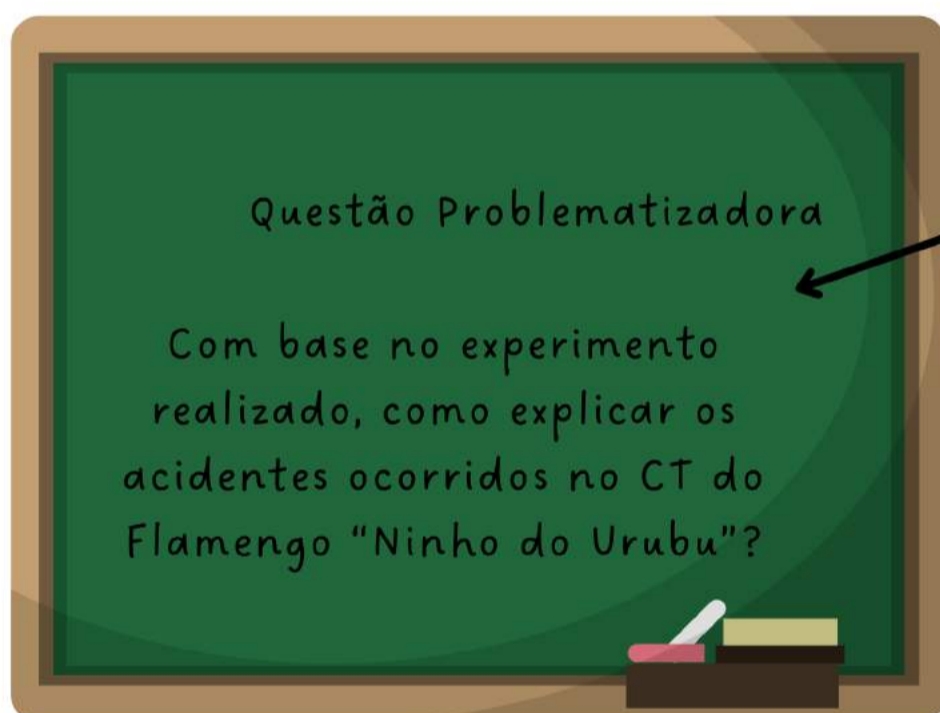
### 3º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO/PRÁTICA EXPERIMENTAL 1: CIRCUITOS ELÉTRICOS/QUESTÕES

A teorização compõe a terceira etapa do Arco de Magueréz. Os grupos irão buscar em fontes profundas (referenciais teóricos) subsídios científicos para entender os pontos-chaves que desencadearam o problema. É o momento de investigação científica e individual de cada componente do grupo em bibliotecas, internet, livros irão solicitar informações mais detalhadas de especialistas no assunto.

Figura 8: Print de tela.



Fonte: Youtube: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>>.



#### Atividades sugeridas

#### Conteúdos trabalhados

(EF08CI02): Circuitos elétricos e seus elementos (resistores e associação de resistores); gerador elétrico.

#### Atividades sugeridas

- Aula expositiva (slides);
- Prática experimental 3: “Curto-circuito: Circuito em série e em Paralelo”

Figura 9: Print de tela.



Fonte: <<https://www.bbc.com/news>>.

Tempo estimado: 2 horas/aula

# ATIVIDADE 1

## AULA EXPOSITIVA/DIALOGADA

A aula expositiva tem como objetivo o estudo de conceitos, tais como circuitos elétricos e seus elementos; resistores e associação de resistores, cuja função exclusiva é efetuar a conversão de energia elétrica em energia térmica. Faremos, ainda, análises das diferentes maneiras de associá-los, bem como as aplicações do efeito Joule.

### RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

ELETRODINÂMICA

### RESISTORES - DEFINIÇÃO

- São condutores de alta resistência.
- Função: Tendem a converter energia elétrica em energia térmica, calor (efeito Joule).
- De qual depende a resistência de um condutor?
- Do tipo de material que o compõe.
- Materiais diferentes, apresentam resistências diferentes à passagem da corrente elétrica. Materiais condutores de alta resistência são usados na fabricação de resistores.
- Qual a principal função do resistor?
- Diminuir o valor da corrente elétrica que circula pelo trecho do circuito onde está inserido.

**ATENÇÃO:** Encontramos os resistores em aparelhos como ferro de passar, secador de cabelo, chuveiro elétrico.

### SÍMBOLOS

Simbolos de um resistor

### COMO UMA LÂMPADA ACENDE QUANDO ACIONAMOS UM INTERRUPTOR?

- Porque as lâmpadas se acendem ao acionar um interruptor?
- É correto afirmar que a tomada é uma espécie de "fonte" de energia elétrica residencial?

**RESPOSTA**

São fontes de energia elétrica: Baterias, pilhas e tomadas. Os fios elétricos são conectados à tomada. Existe um circuito elétrico em anexo a parede que permite a Lâmpada ser acesa e/ou apagada. Para tanto, há uma corrente elétrica, com fluxo contínuo e ordenado de cargas elétricas. Tão logo, ao acionar um interruptor, pode-se fechar e/ou abrir o circuito em anexo.

### CIRCUITO ELÉTRICO

COMPONENTES DE UM CIRCUITO ELÉTRICO

- Resistor: função de transformar energia elétrica em energia luminosa e calor (lâmpada);
- Interruptor: fechar e/ou abrir o circuito elétrico;
- Fios: Condutores de corrente elétrica;
- Gerador: fornece energia elétrica (pilha).

### ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Em Série:

Ocorre uma associação em sequência, de modo que, na mesma direção e na mesma sequência os componentes deste circuito ligam-se entre si.

**ATENÇÃO!**

- Neste caso, a corrente elétrica tem a mesma intensidade durante seu percurso em um só caminho.
- A tensão elétrica fornecida pelo gerador (pilha, bateria, tomada) é dividida entre os componentes do circuito (ex: resistores).

$U = U_1 + U_2 + U_3$

**EXEMPLO**

Lâmpadas em série usadas na decoração das árvores de Natal.

**OBSERVAÇÃO**

Em uma associação em série se, uma das lâmpadas envolvidas queimar, ou for desconectada, todo o circuito elétrico será interrompido. Logo, deixa de existir corrente elétrica.

### ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

CARACTERÍSTICAS

- Neste tipo de associação a corrente elétrica se divide ao longo do circuito.
- Acontece tensão elétrica constante em todos os pontos do circuito.

**ATENÇÃO**

Em uma associação em paralelo se, uma das lâmpadas for retirada e/ou queimar, as outras permanecem acesas. Isso é possível, pois, há um circuito elétrico fechado, totalmente autônomo, de modo que, a corrente elétrica continua circulando por ele.

$I = I_1 + I_2 + I_3$

**EXEMPLO**

circuito elétrico residencial.

### REGRA

P	S	I
+	=	+
=	+	U

- Associação em paralelo: temos a ddp igual. Logo, soma-se as correntes de cada resistor;
- Associação em Série: temos, a intensidade da corrente igual e soma-se as ddp de cada resistor.

### CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS

**DEFINIÇÃO**

São materiais elétricos que apresentam comportamento opostos em relação à passagem de corrente elétrica.

**ATENÇÃO**

Os materiais condutores tem função de permitir o fluxo (movimentação) dos elétrons. Encontra partida, os materiais isolantes dificultam esse fluxo de elétrons (movimentação), ou seja, a passagem da eletricidade.

### EXEMPLOS DE CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS

**CONDUTORES ELÉTRICOS**

METAIS (ferro, cobre, alumínio)

CORPO HUMANO

**ISOLANTES ELÉTRICOS**

Fonte: o autor, 2022.

Em seguida, aula experimental com maquete física para representar as associações, elementos de um circuito elétrico e suas funções.

## ATIVIDADE 2

### PRÁTICA EXPERIMENTAL: CIRCUITO EM SÉRIE E EM PARALELO – CURTO-CIRCUITO.

#### Roteiro

O objetivo desta atividade é estimular o processo de ensino e aprendizagem sobre conceitos de circuitos elétricos e associação de circuitos elétricos. Tem como função a retomada de conceitos da eletrodinâmica e a inserção de outros.

Objetivo: Será apresentado painel contendo os componentes que estabelecem um circuito elétrico. Nele, itens como: fonte de tensão, resistência elétrica, fio condutor, interruptor estarão acessíveis. A intenção é levar o painel montado para a sala de aula, pois essa etapa demanda tempo e pré-teste. Neste caso, utiliza-se uma atividade de demonstração pelo fato de os grupos estarem formados e o tempo de aula ser reduzido. Vídeos explicativos podem auxiliar os alunos no entendimento da prática.

#### Materiais necessários

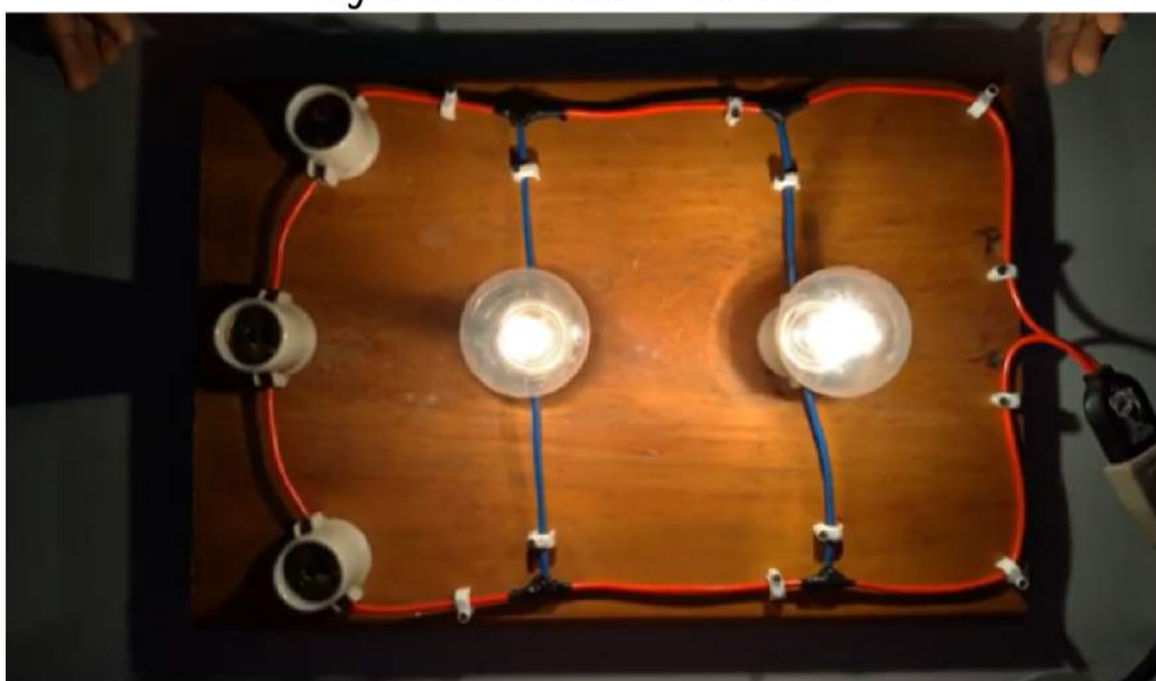
- Tábua 60x60 cm;
- Fio condutor (condução da corrente elétrica);
- Interruptor (chaveta para ligação);
- Resistência Elétrica (lâmpadas);
- Fonte de tensão (alimentação do circuito)

#### Procedimento Experimental

##### Montagem do painel com circuito em paralelo

Nas extremidades da tábua estará a alimentação, onde serão fixos os fios, de modo que, de um lado a fase, do outro o neutro. A fase passará pelo interruptor e o procedimento será repetido nos dois polos de cada uma das lâmpadas.

Figura 10: Print de tela



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=tzHptvg5tco>>

### Procedimento: circuito em paralelo

A turma terá acesso ao painel elétrico estruturado com esquema de lâmpadas em série montados. Porém, o início do procedimento dar-se-á, com apenas uma lâmpada ligada de acordo com as etapas:

1) O professor, com o auxílio do multímetro, deve realizar as aferições de corrente tensão e resistência do circuito com apenas uma lâmpada ligada, de modo que os alunos estejam visualizando e anotando os dados.

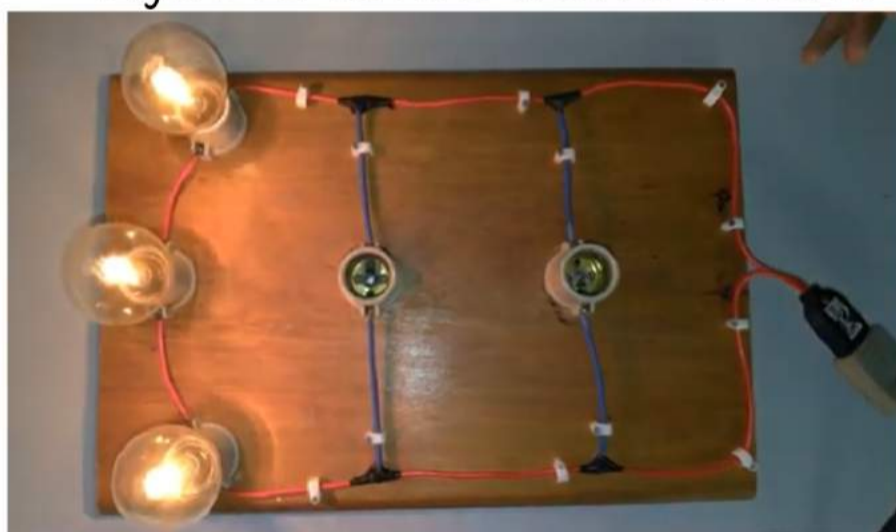
2) Em seguida, acrescentar mais duas lâmpadas ligadas ao circuito e realizar a medida, se, os mesmos volts aferidos na primeira lâmpada serão encontrados nas demais, provando que a tensão é a mesma, por mais que a sequência de lâmpadas estejam ligadas em um mesmo interruptor. Por fim, a corrente elétrica total do circuito. Desse modo, mostra-se aos alunos que, o circuito em paralelo as tensões são iguais, porém a corrente elétrica é dividida.

O professor pode inserir lâmpadas com potências diferentes. Assim, os alunos irão observar que a tensão será a mesma, porém, a corrente elétrica será dividida de modo diferente. A lâmpada de menor potência receberá menor corrente, as demais correntes iguais. Uma lâmpada não depende da outra. São autônomas entre si.

### Montagem do painel em série

A fonte de alimentação está fixa na extremidade da tábua onde temos o interruptor. O fio se conecta a primeira lâmpada e, em seguida, extremidade do mesmo fio de conecta a lâmpadas seguintes, de modo que, o procedimento de conexão é realizado em todas as lâmpadas até retornar a fonte.

Figura 11: Circuito elétrico em série



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=tzHptvg5tco>>.

É primordial que os alunos percebam que, retirando uma lâmpada do circuito em série, todas as lâmpadas em série irão apagar, caso não haja conexão de cada lâmpada com um interruptor, de modo que, o mesmo funcione abrindo e fechando o curto no circuito elétrico.

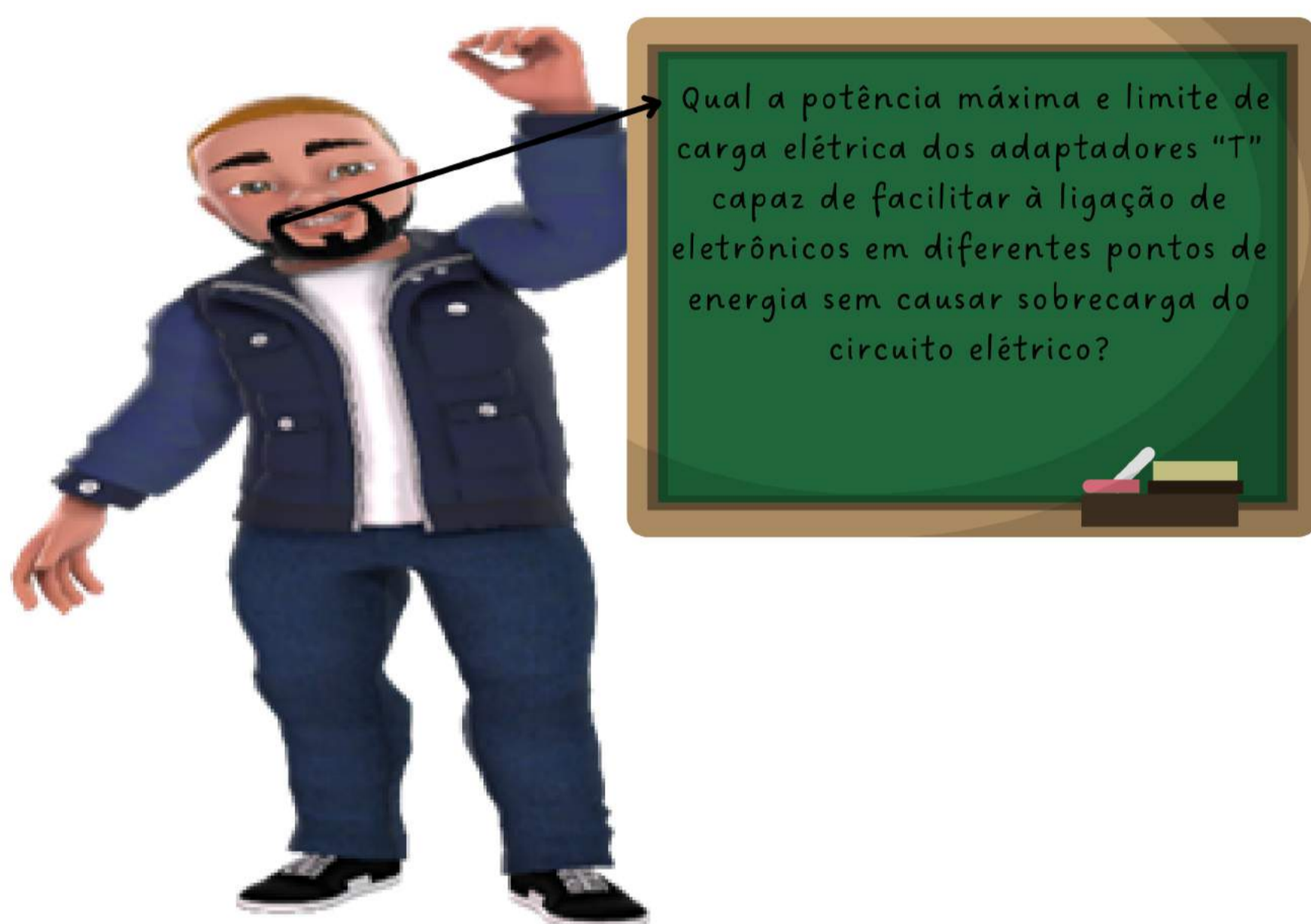
Na escala das medições, a tensão da fonte é de 127 v. No circuito em série, a corrente elétrica é a mesma, porém, a tensão se divide em série, de modo que, cada resistor gerou uma ddp de aproximadamente, 43,8V.

Ao término do roteiro experimental, o educando irá responder questões sobre o assunto disponível no APÊNDICE F.

# 4º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO

TEMÁTICA: REFLEXÃO E DISCUSSÃO TEXTUAL - EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA

Este momento se inicia com a reflexão sobre o texto de autoria própria: "A casa que se incendiou: utilização indevida de "benjamim" causando sobrecarga e curto-circuito em residências". Tem como objetivo promover a reflexão quanto ao uso incorreto de adaptadores "T", resultando em sobrecarga e curto-circuito em redes elétricas. A intenção é a promoção sobre o uso seguro deste objeto, de acordo com o INMETRO, em observância das especificações técnicas da ABNT NBR 14136 (BRASIL, 2013).



## Conteúdos trabalhados

(EF08CI02): Tensão elétrica (ddp) e amperagem; Condutores e isolantes elétricos; Superaquecimento de adaptadores "T" (benjamim).

## Atividades sugeridas

- Texto: "A casa que incendiou": (utilização indevida de "benjamim" causando sobrecarga e curto-circuito em residências) e Apresentação do vídeo 3: Causa/consequência do acidente no CT do Flamengo: <(https://www.youtube.com/watch?v=DiJxUx7mxh1)>.
- Atividade: aplicativo CANVA para elaboração de tirinhas sobre uso de adaptadores.



Tempo estimado

2 horas/aula.



## ATIVIDADE 1

### LEITURA DE TEXTO SOBRE ACIDENTE CAUSADO POR MAU USO DE ADAPTADORES "T" (BENJAMIM)

A turma, em grupo, irá realizar a leitura e discussão do texto abaixo e, em seguida, responder as questões em anexo.

Objetivo: estimular reflexão e discussão de casos do cotidiano e sua relação com o conteúdo estudado. A identificação da problemática com o tema e a realidade dos alunos estimula o processo de reflexão e troca de saberes sobre o objeto de investigação.

A casa que se incendiou  
"Utilização indevida de "benjamim" causando sobrecarga e curto-circuito em residências"

Kamily, de 17 anos e residente da cidade de Campos dos Goytacazes estava ansiosa por assistir a reprise da novela das 21h, Fina Estampa, em uma emissora brasileira. Seu celular descarregou. Na mesma hora, a adolescente buscou o seu carregador. Na hora de conectar a tomada percebeu que, infelizmente, a única tomada da residência estava ocupada. Ligada a ela havia um benjamim com a conexão da TV, som e o celular de sua mãe recarregando. No bendito equipamento havia apenas uma conexão sobrando.

Não poderia desligar a TV, os capítulos finais da novela era o item principal e esperado. A mãe não permitia desligar o som e, ao menos tirar o seu carregador de celular do benjamim.

Na indecisão entre realizar a desconexão e assistir a tão esperada novela, Kamily empurrou a cortina de tecido, de marca Oxford, que estava atrás do Rack marrom e, na última conexão do benjamim, conectou o carregador de seu celular.

Naquele exato momento um cheiro de plástico derretido começou a exalar por toda a residência.

Passados uns 10 minutos a mãe de kamily, em alto e bom tom, questiona:

-Que cheiro de plástico derretido é este?

-Não sei mãe! Não estou sentindo...

Passados 15 minutos, a mãe libera outro grito:

-Menina, você está queimando o que na sala?

-Nada mãe! Esse cheiro está vindo de fora. Vizinhos queimando o lixo.

Do nada, a TV desliga!

Kamily, já irritada sai da sala sem perceber o que estava prestes a acontecer indo em direção a varanda.

A mãe, super atenta, corre nos cômodos da casa e, por último chega à sala. Assustada vendo a sala enfumaçada e, o fogo subindo pela cortina, começa a chorar e pedir socorro.

Desesperada a mãe começa a gritar:

-Kamily, onde você está?

-Estou no banheiro, a TV desligou!

-Vamos filha, corre, vamos sair de casa com pressa. A cortina está pegando fogo, o rack também!

O fogo rapidamente se alastra consumindo toda a sala, cozinha e quartos.

Não havia um disjuntor chave geral. O relógio estava com defeitos no padrão já antigo.

Vizinhos, rapidamente, chamam o corpo de bombeiros que, logo chegam à residência já consumida por labaredas de um fogo intenso.

Desesperadas, mãe e filha choram ao ver a casa que moravam e mobiliaram com tanto esforço se consumir, virando cinzas.

-Ah filha, o que aconteceu na sala? Eu estava na cozinha lavando louças.

-Mãe, não sei! Apenas conectei meu celular no benjamim atrás do Rack, ao lado da cortina.

Mãe e filha não conseguiam entender como, onde e por que o incêndio começou.

#### Momento de Reflexão

Se você fosse um amigo de Kamily e sua mãe, como explicaria o motivo pelo qual a casa se incendiou?

---



---

### Exibição de vídeo.

#### Objetivo do vídeo.

Promover à reconciliação integradora proposta por Ausubel ao exemplificar fatos do cotidiano do aluno. Por meio desse recurso pedagógico, o aluno percebe que, fenômenos que acontecem no dia a dia possuem relação direta e podem ser explicados por meio de conceitos estudados na física. Assim, ocorre a promoção da aprendizagem por meio de conceitos dos mais gerais, para os mais específicos (AUSUBEL, 2003).

Figura 12: Reportagem sobre o laudo avisado ao CT do Flamengo.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=DiJxUx7mxhI>>.

Informações sobre conteúdo do vídeo, duração e laudo técnico estão no APÊNDICE G e os exercícios sobre a temática em questão no APÊNDICE H.

Após leitura do texto e vídeo os alunos irão responder questões relacionadas à temática em questão.

## ATIVIDADE 2

### CONFEÇÃO DE CHARGE

Este recurso tem objetivo de auxiliar à revisão de conceitos vistos (reconciliação integradora) proposta por Ausubel (2003) e será realizado por meio do aplicativo CANVAS[1].

#### Explicação da atividade

Alunos dispostos em grupo irão descrever em balões (de forma explicativa), fenômenos da física estudados relacionados a fatos que podem ter desencadeado o acidente ocorrido no CT do Flamengo. Este recurso estimula percepção e absorção de conceitos. Incentiva a relação conceitual por similaridade e correspondência na estrutura cognitiva do aprendiz, de modo a potencializar trocas de saberes entre grupos e a formulação de respostas (AUSUBEL, 2003).

[1] Disponível em: <https://www.canva.com/search/templates?q=jogos>

Figura 13: ilustração com aplicativo CANVA.

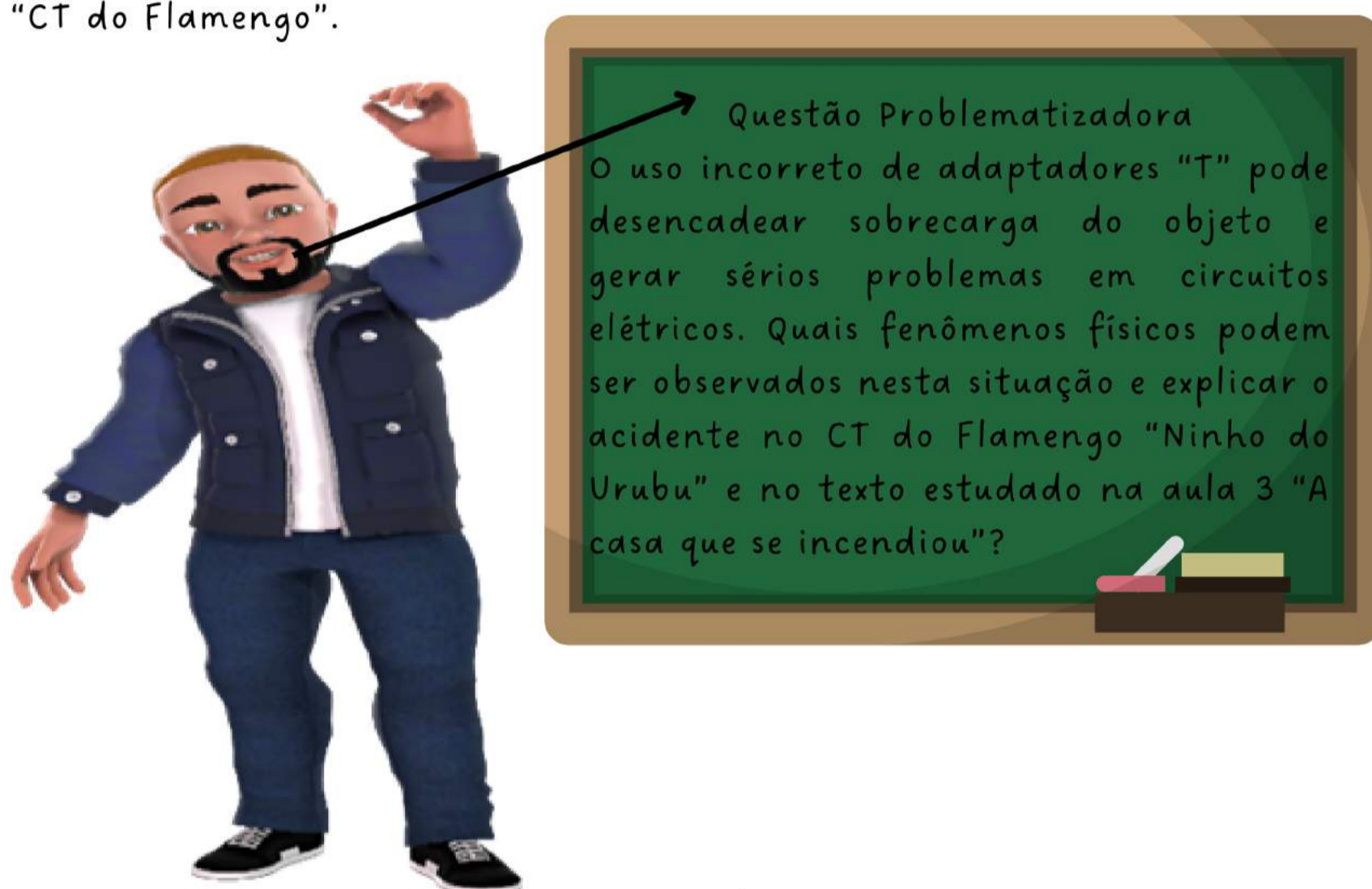


Fonte: o autor, 2022.

# 5º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO

TEMÁTICA: 2ª PRÁTICA EXPERIMENTAL - EFEITO JOULE.

O objetivo dessa atividade é retomar conceitos físicos estudados, estimulando a reconciliação integrativa proposta por Ausubel (2003). A revisão dos conteúdos são um recurso pedagógico, utilizado pelo professor, na promoção do entendimento dos motivos causadores do incêndio no "CT do Flamengo". A intencionalidade está em relacionar a tragédia ocorrida com o fenômeno físico conceitual curto-circuito. Dessa forma, o procedimento experimental: "Efeito Joule" reproduz em sala de aula, fenômeno físico capaz de explicar o que poderia ter motivado a tragédia no "CT do Flamengo".



Conteúdos trabalhados

(EF08C103): Efeitos da corrente elétrica: efeito Joule; Resistividade

Figura 14: print de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>>.

Atividades sugeridas

- Prática experimental: "Efeito Joule";
- Apresentação do vídeo 4: Corrente Elétrica; Lei de Ohm; Efeito Joule (<https://www.youtube.com/watch?v=vo1cxwNj7qs>).
- Jogo Lúdico: "Mito ou Verdade" (com premiação).

Tempo estimado  
2 horas/aula.

## ATIVIDADE 1

### ROTEIRO EXPERIMENTAL: EFEITO JOULE

Roteiro experimental: Efeito Joule.

Este momento utiliza a problematização com o objetivo de retomar um conteúdo já estudado utilizando rotina experimental: "Efeito Joule". A intenção é reproduzir em sala de aula, fenômeno físico capaz de explicar o que poderia ter motivado a tragédia no "CT do Flamengo".

Objetivo: Entender o curto-circuito como uma alteração na corrente elétrica. Compreender que, oscilações de energia saem do gerador e voltam com uma intensidade, excessivamente, elevadas. Desse modo, danos são causados nos circuitos elétricos e, como consequência dissipação abrupta de energia que potencializa explosões, produção de fagulhas e dissipação de calor.

#### Materiais necessários

- 1 esponja de aço ("Bombril");
- 1 Bateria de 9V;
- 1 Placa de vidro (suporte)

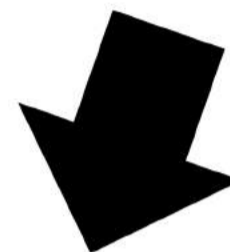


Figura 15: ilustração com aplicativo CANVA.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=volcxwNj7qs>

Os itens apresentados são suficientes para a experimentação por um grupo de 5 alunos. Números maiores de alunos é recomendável dobrar o número de itens.

#### Procedimento experimental

Estando a esponja de fios de aço sobre o suporte de vidro encoste os terminais da bateria 9v. Este procedimento favorece passagem de corrente elétrica. Dependendo da intensidade da corrente elétrica há aquecimento dos fios. Desse modo, ocorre reação química (fenômeno físico/químico), proveniente da combustão entre o ferro (esponja de aço) e oxigênio encontrado no ambiente, gerando a incandescência. Mesmo cessada a corrente elétrica, os fios de aço continuam o processo de combustão.

#### Observação

No lugar do Variac (fonte de tensão variável), pode-se utilizar material de baixo custo como a bateria 9v e, substituir a placa de vidro por um prato de mesmo material, porém, resistente. Ao final da prática experimental os alunos irão responder ao questionário organizado com questões disponível no APÊNDICE 1.

Em seguida, jogo lúdico com conceitos físicos estudados. A intenção é rever o conteúdo estudado.

## ATIVIDADE 2

### LUDICIDADE: MITOS E VERDADES SOBRE TÓPICOS DA ELETRODINÂMICA

O objetivo deste momento é utilizar da ludicidade e avaliar o conhecimento. Aqui, o professor tem acesso aos conceitos adquiridos pelos alunos por meio das questões já trabalhadas e relacionadas a situações do cotidiano. Este momento estabelece o confronto e entendimento do conhecimento científico e o senso comum construído no cotidiano do aluno de forma dinâmica.

#### Organização/Preparação

Turma organizada em grupos. Cada grupo formado por até 5 alunos. Grupos irão confeccionar placas em cores definidas: azul e preto com letras em vermelho. As placas, respectivamente, com a grafia: MITO e VERDADE.

#### Aplicação/Execução

As afirmações serão expostas com uso do recurso do PowerPoint. Cada grupo elegerá um representante com a função de indicar o letreiro correto com a expressão "MITO ou VERDADE" assim que as assertivas forem exibidas. Azul (MITO) se o grupo acredita ser essa informação falsa ou Preta (VERDADE) se for verdadeira. Assertivas e pontuações serão exibidas na lousa. Respostas corretas valem 5 pontos de um total de 10 questões. O grupo que acertar mais questões levará o total de 50 pontos.

Figura 16: jogo lúdico "mito e verdade.



Fonte: o autor, 2022.

As questões trabalhadas no jogo "mito e verdade" estão no APÊNDICE J desta cartilha.

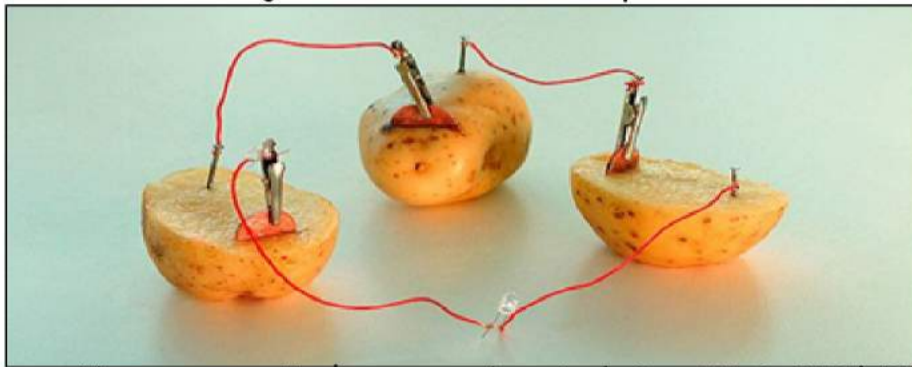


# 6º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO

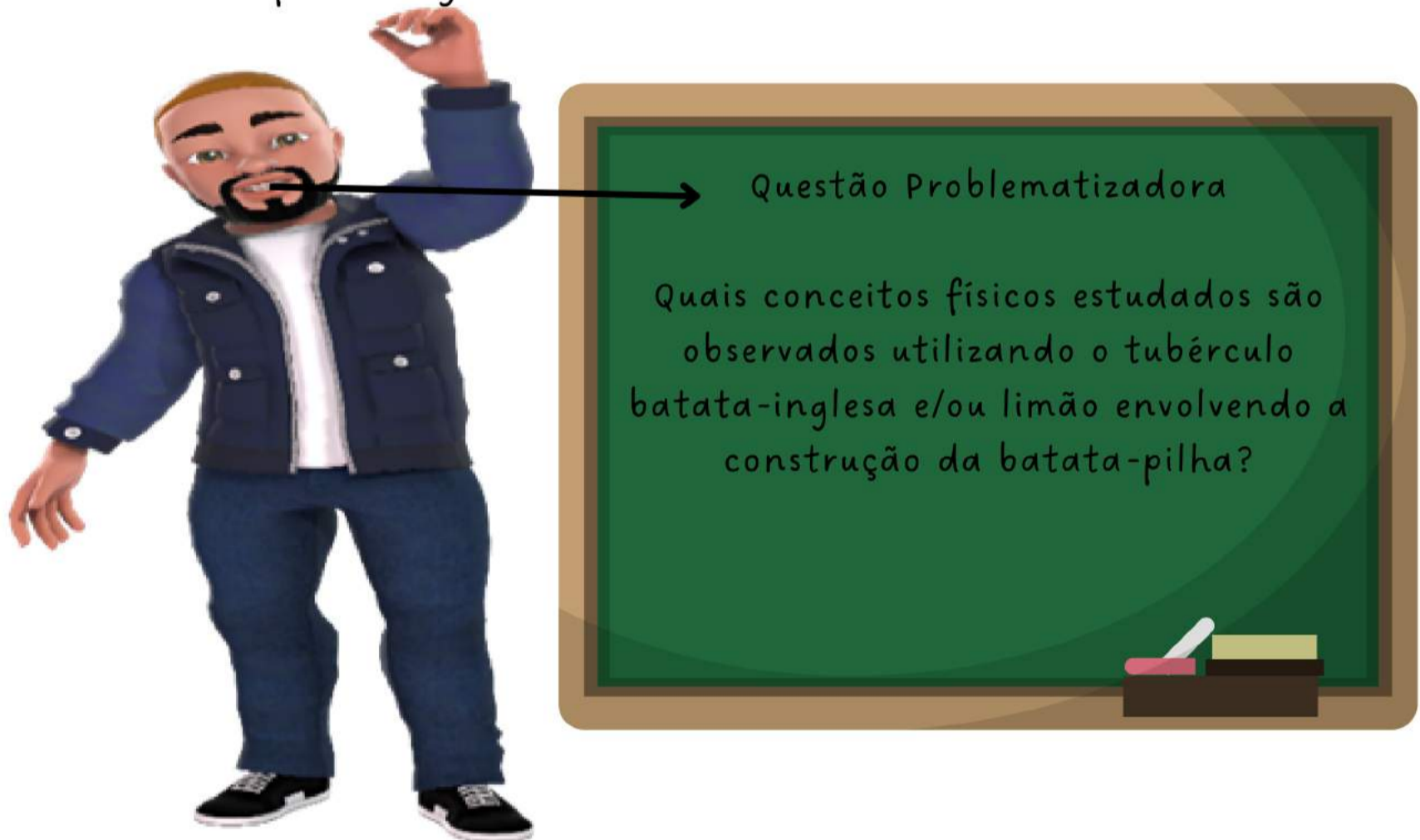
TEMÁTICA: 3ª PRÁTICA EXPERIMENTAL - PILHA DE DANIELL E POLARIDADE EM ALIMENTOS.

Este momento tem como objetivo o estímulo da prática experimental sobre fenômenos físicos e, relacioná-los aos conceitos da física estudados. Assim, ao investigar como alimentos encontrados no meio ambiente servem de condutor eletrolítico, os alunos podem simular o entendimento do fluxo de energia elétrica e como a mesma pode auxiliar para o funcionamento de objetos do cotidiano utilizando materiais de baixo custo.

Figura 17: batata-pilha.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=UtYIHFkFFh4&t=3s>>.



## Conteúdos trabalhados

- (EF08C103): Potência elétrica; Tipos de transformação de energia elétrica.
- (EF08C104): Cálculo e consumo de energia elétrica.

## Atividades sugeridas

- Aula expositiva (slides PowerPoint): potência elétrica, diferença de potencial (revisão) e Cálculo de consumo elétrico.
- Prática experimental: "Pilha de Daniell e Polaridade em alimentos".

Figura 18: imagem experimental.



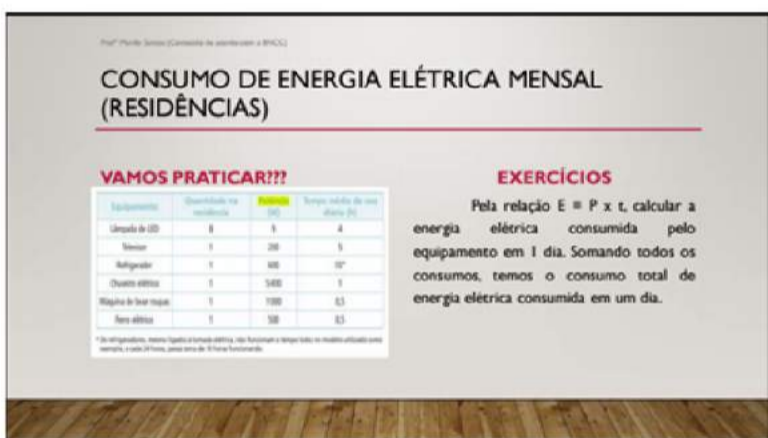
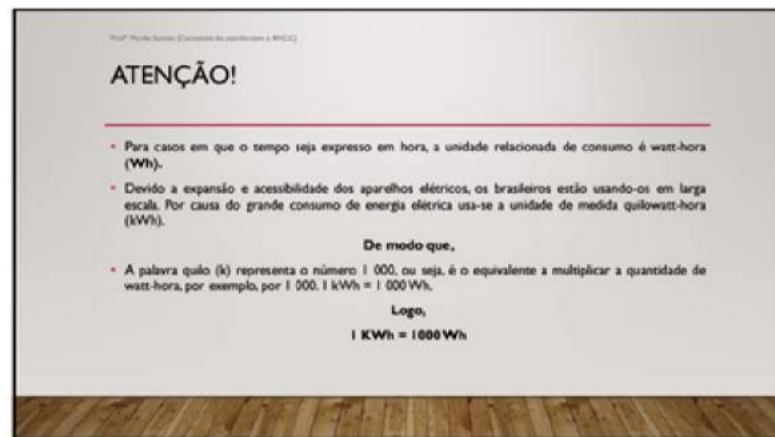
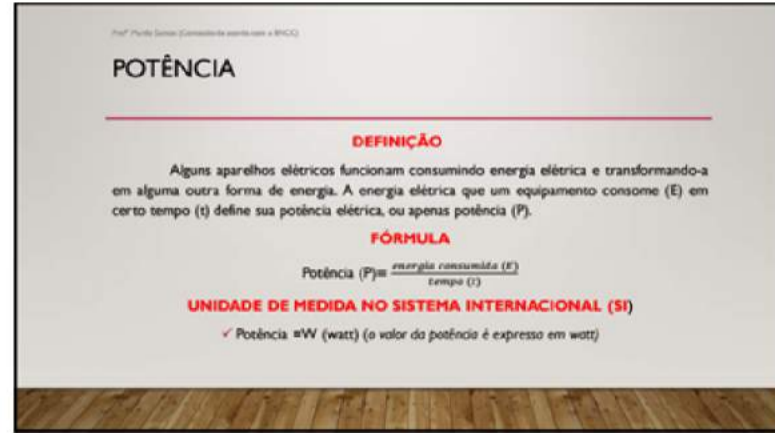
Fonte: <https://pt.dreamstime.com/>

Tempo estimado  
2 horas/aula.

# ATIVIDADE 1

## AULA TEÓRICA EXPOSITIVA/QUESTÕES

A aula expositiva a seguir aborda conceitos como potência elétrica, cálculo de consumo elétrico de acordo com a BNCC.



Fonte: o autor, 2022.

Em seguida, prática experimental será realizada com a intenção de identificação e diferença dos conceitos estudados.

# ATIVIDADE 2

## ROTEIRO EXPERIMENTAL: PRÁTICA EXPERIMENTAL DE POLARIDADE POR MEIO DE BATATAS.

Essa representação experimental simula o tubérculo "solanum tuberosum" (batata) como condutor eletrolítico, capaz de conduzir corrente elétrica[1]. A experimentação gera formação de pilha e funciona com a participação de metais, tais como: zinco e cobre.

Objetivo: ligar uma calculadora utilizando batata como fonte de geração de energia.

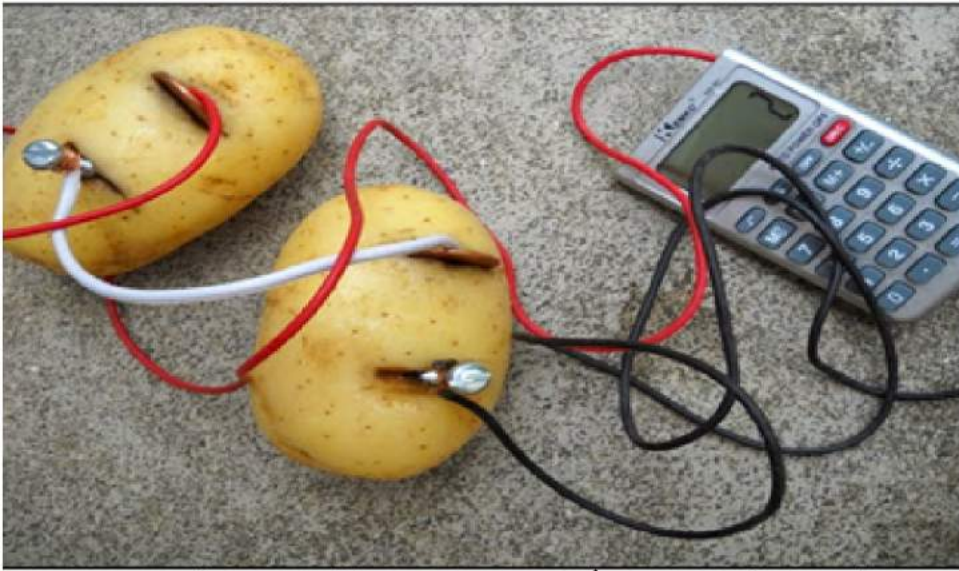
### Materiais necessários

- 2 batatas (limão, entre outros);
- 4 clips ou parafusos (metálicos);
- 4 moedas de cobre;
- 6 pedaços de fios de cobre;
- 1 calculadora.

[1] Para auxiliar a prática experimental vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UtYIHFkFFh4&t=3s>>.



Figura 19: print de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=UtY1HFkFFh4&t=3s>>.

#### Procedimento experimental

As duas batatas precisam ser perfuradas, de modo que, os dois furos sejam realizados preservando uma distância de aproximadamente 4 centímetros entre eles. E, em seguida:

- 1) Encaixe o parafuso e a moeda na superfície da batata;
- 2) Fixe o fio de cobre em uma ponta do parafuso de uma batata e encaixe a outra ponta do fio de cobre na outra batata próxima a moeda, de modo que, deixe um fio de cobre conectado às duas batatas;
- 3) Fixe um fio de cobre em uma batata próxima à moeda e outro fio de cobre na ponta de um parafuso da outra batata. Observe que, duas pontas livres do fio de cobre estarão soltas e serão ligadas a calculadora;
- 4) Fixe as extremidades soltas do fio de cobre no conector onde é encaixada a bateria, de maneira que, a extremidade livre do fio de cobre seja conectada junto à moeda no polo positivo (na batata) e, o fio fixo, no parafuso seja o polo negativo.

Observação: Este procedimento experimental possibilita aos alunos verificar diferença de potencial (ddp) produzido no experimento (de posse do voltímetro). Ao colocar diversas batatas associadas em paralelo, podem gerar corrente elétrica de 0,8 V, ideal para ligar um relógio digital.

No APÊNDICE K encontra-se as questões sobre a prática experimental em questão.

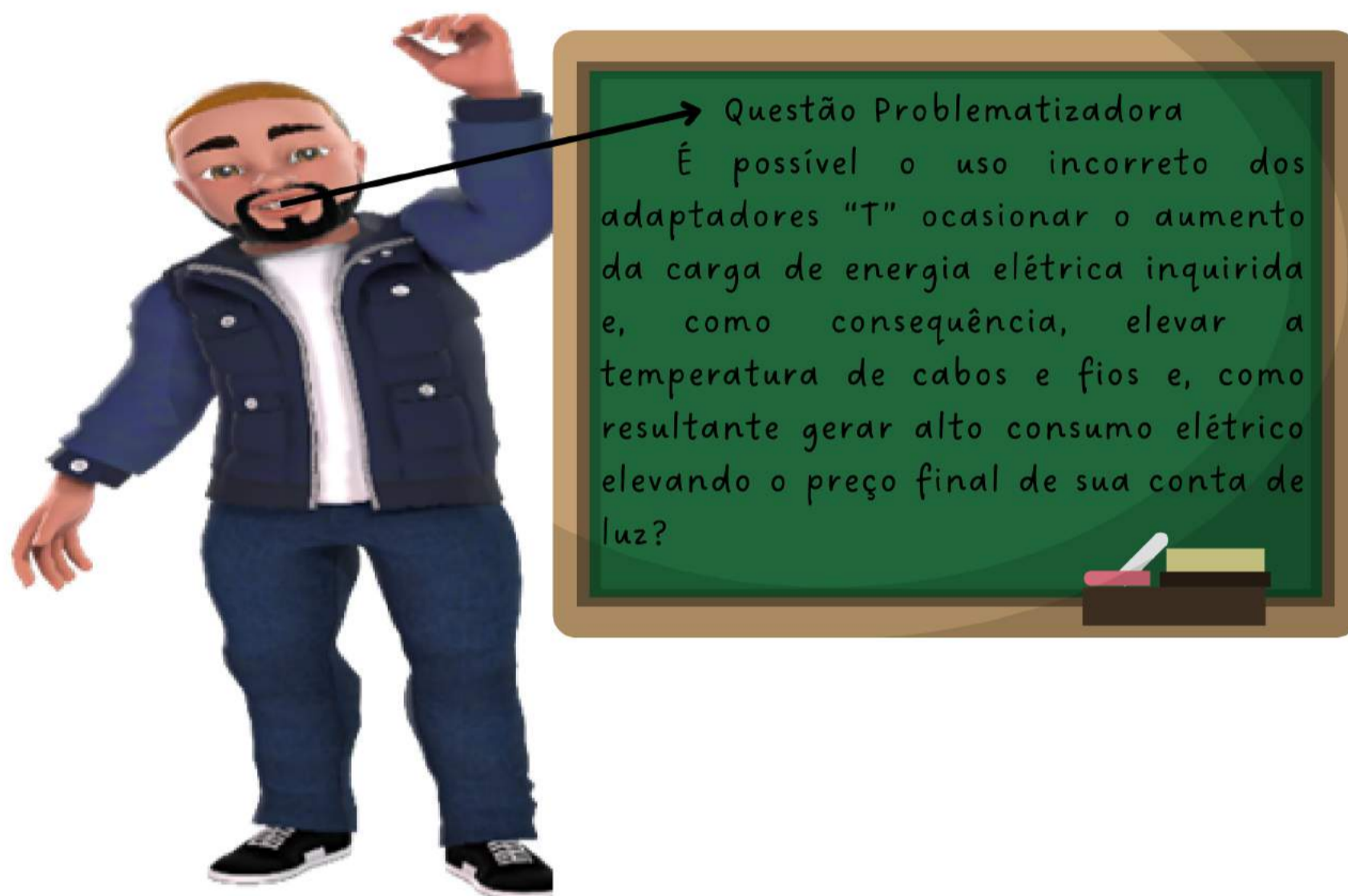


# 7º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO

TEMÁTICA: 4ª PRÁTICA EXPERIMENTAL - SIMULAÇÃO PHET (VIRTUAL).

Experimento 4 (virtual): "Phet Colorado: Curto-circuito; circuito de corrente AC e DC.

Este momento está relacionado à utilização da tecnologia/simuladores para a representação de fenômenos sobre circuitos elétricos de corrente AC/DC utilizando simulação gratuita, de fácil instalação e utilização que auxilia o professor a estimular processo de ensino e aprendizagem.



Conteúdos trabalhados

(EF08C102: corrente contínua (AC); corrente alternada (DC); (revisão experimental).

Atividade sugerida

- Prática experimental 4: "Simulador: "Phet Colorado: Curto-circuito; circuito de corrente AC e DC".

Figura 20: print de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwkbP4BfTk>>.

Tempo estimado  
2 horas/aula.

## ATIVIDADE 1

### SIMULAÇÃO VIRTUAL NA FÍSICA

Os conceitos da eletrodinâmica podem ser entendidos por meio de simuladores virtuais. Estes recursos tecnológicos facilitam a compreensão de fenômenos físicos e permite ao aluno entender de forma diferente e com clareza ações e variáveis de conceitos como: corrente AC/DC e circuito elétrico. Para tanto, utiliza-se nesta atividade o simulador PhET.

#### PhET

Trata-se de um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado, que disponibiliza diversas simulações gratuitas, de fácil instalação e utilização, permitindo ainda a colaboração de professores na proposta de atividades.

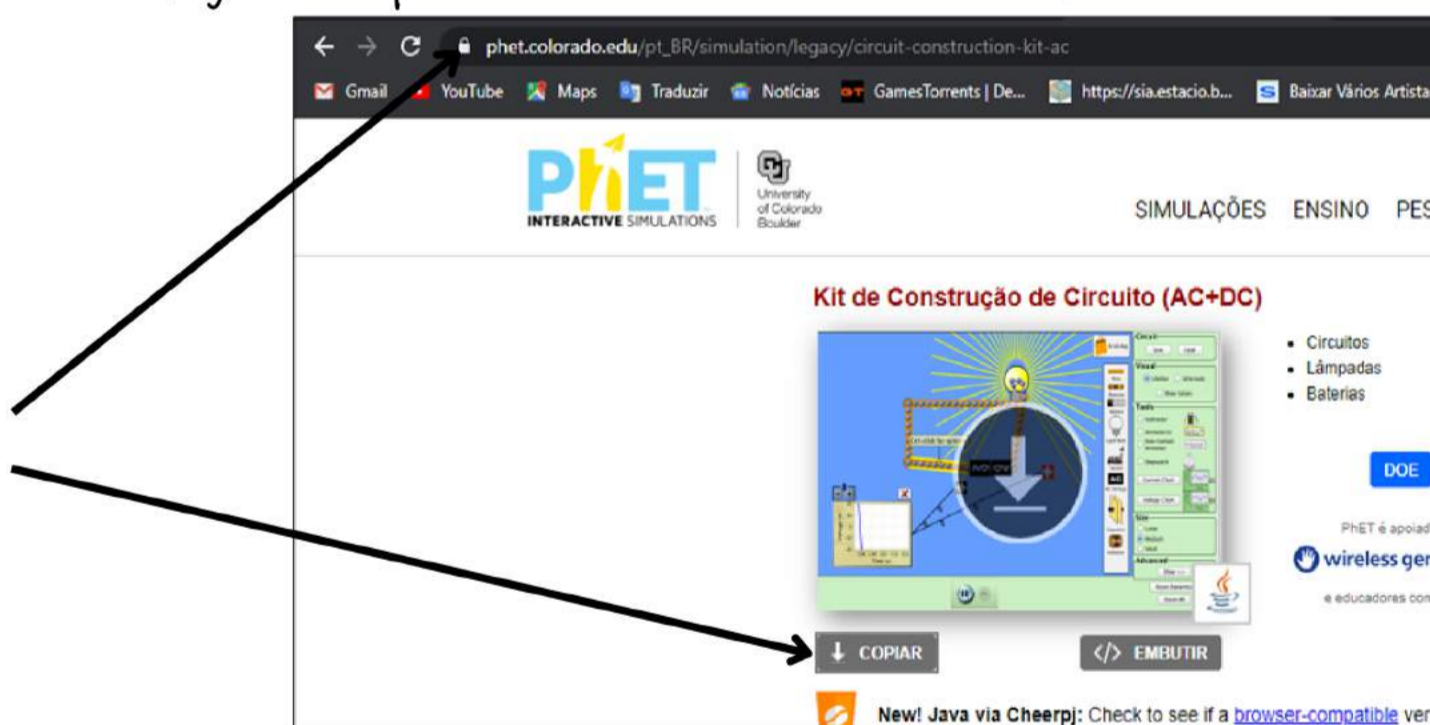
Em várias simulações, o Phet permite ao aluno “montar” o experimento, variando alguns parâmetros, como se estivesse em um laboratório real. Essas possibilidades podem e devem ser trabalhadas com os alunos.

A execução de alguns simuladores pode ser realizada dentro do próprio site ou por meio da plataforma Java. Porém, outros simuladores só podem ser executados mediante download e execução via Java.

Prática experimental 4: “Simulador: “Phet Colorado: Curto-circuito; circuito de corrente AC e DC[1]”.

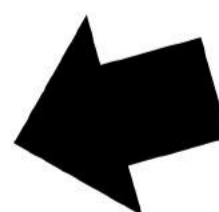
A intenção é apresentar de maneira objetiva e didática como são formados os diferentes tipos de circuitos elétricos, entendimento sobre corrente AC/DC.

Figura 21: print da tela do simulador PHET corrente AC/DC.



Disponível em: <[https://www.java.com/pt\\_BR/download/](https://www.java.com/pt_BR/download/)>. Acesso em: 14 de dezembro de 2021.

O roteiro completo da execução da simulação encontra-se no APÊNDICE L e fechando essa etapa, temos questões relacionadas ao conteúdo que serão respondidas pelos alunos e estão disponíveis no APÊNDICE M desta cartilha.



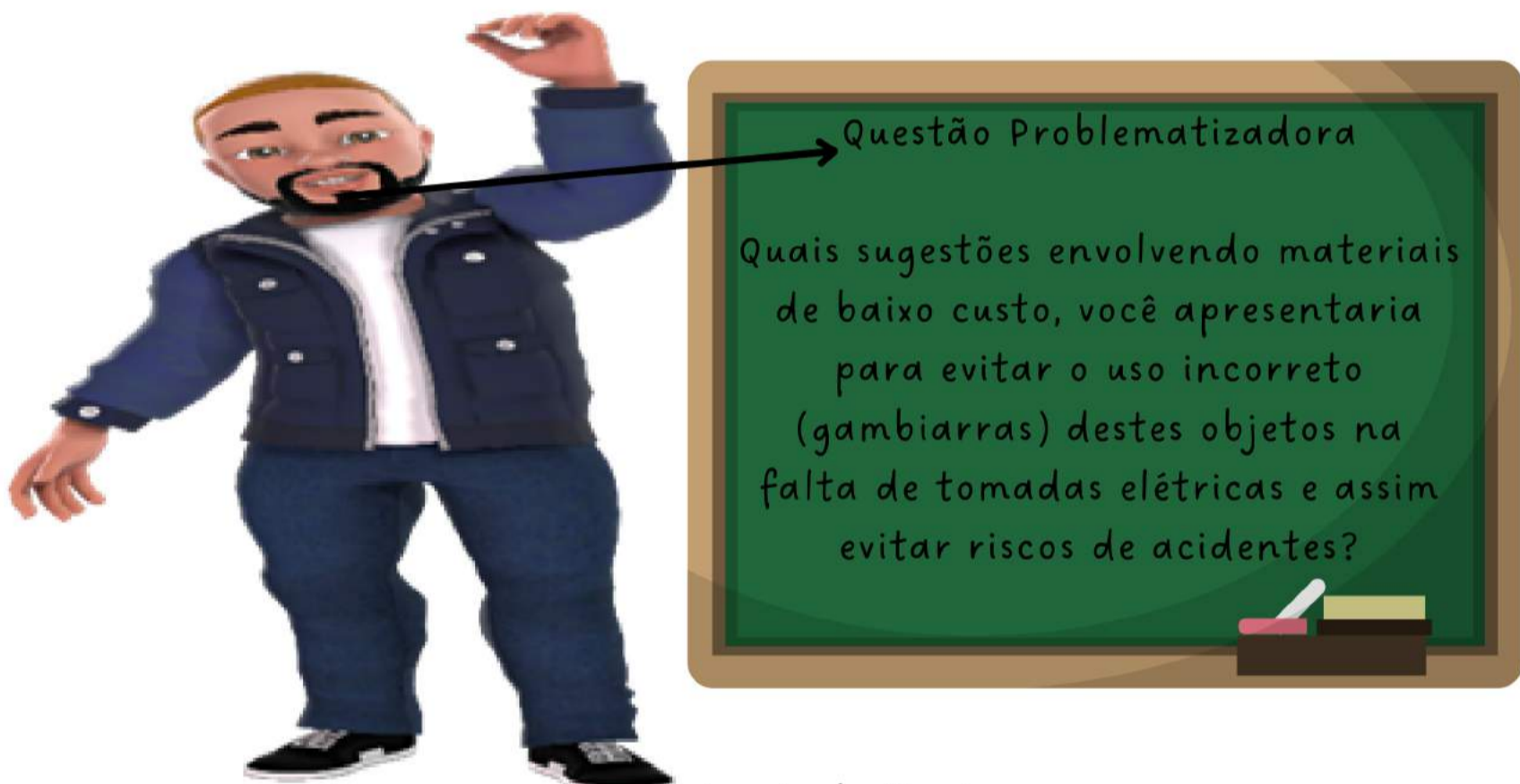
[1] Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac)>

# 4ª ETAPA DO ARCO DE MAGUEREZ: HIPÓTESE DE SOLUÇÃO (CANVAS DE PROJETO)

TEMÁTICA: GRUPOS REUNIDOS CHEGARÃO A UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA INICIAL E DECISÃO FINAL. ALUNOS, DIVIDIDOS EM GRUPO ELABORAM O CANVAS DE PROJETO.

8º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO: PLANEJAMENTO E EMPREENDEDORISMO NA FÍSICA

Essa atividade compõe a quarta etapa do Arco de Maguerz e apresenta possível solução para a problemática inicial apresentada, fruto de minuciosa investigação científica dos alunos. Grupos reunidos irão indicar uma hipótese de solução capaz de reduzir e/ou eliminar o problema inicial apresentado. A hipótese de solução é fruto de profunda pesquisa científica em fontes teóricas, internet, profissionais da área a fim de fornecer subsídios que aponte à solução.



Conteúdos trabalhados

(EF08C105): Uso consciente de energia elétrica: produção e distribuição; Capacidades e eficiência de adaptadores "T".

Atividades sugeridas  
Figura 22: print de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>>.

- CANVAS de Projeto: estratégias de gestão. Noções de Como fazer? O que fazer? Para quem fazer? -Planejamento: materiais necessários, metas, produto final construído;
- Elaboração/preenchimento do CANVAS de Projeto (quadro disponibilizado pelo professor).

Tempo estimado:  
2 horas/aulas.

## ATIVIDADE 1

### PLANEJAMENTO/EMPREENDEDORISMO DISGENTE: AÇÃO

Pretende-se que os alunos, por terem quantidade de conhecimento sobre o assunto, apresentem ideias embasadas em perguntas do tipo:

Como fazer? Para quem? Quais passos, decisões, atitudes? Que intervenções precisam ser feitas para a solução do problema?

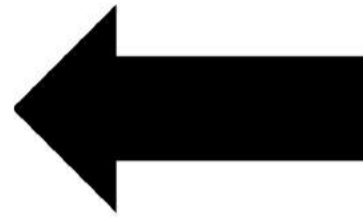
Para auxiliar nas respostas, quadro branco será composto por blocos de construção. Nele estão contidas todas as etapas do planejamento de ação que será elaborado por alunos. A ação será estimulada por meio de exibição de vídeos. Estes vídeos têm a intenção de orientar o planejamento da ação.

#### Orientação

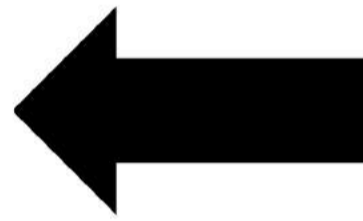
Com supervisão imediata do professor, a classe será dividida em 2 grupos, de modo que, duas possíveis soluções sejam planejadas.

Linhas de solução apresentada para produção do planejamento da ação

1) estação para recarga de celular com bateria 9v;



2) estação para recarga de celular por meio de energia solar (fotovoltaica).



Quadro 1: planejamento CANVA de projeto.

Título do Projeto	
1- Problemática (Pergunta investigativa da Problematização inicial)	5 -Duração
2 - Equipe	6 - Motivadores para ações
3 - Objetivos a serem alcançados	7 - Principais ações
4 - Conteúdo abordado no estudo	8 - Produto final a ser alcançado
9 - Avaliação do produto final	

Fonte: o autor, 2022.

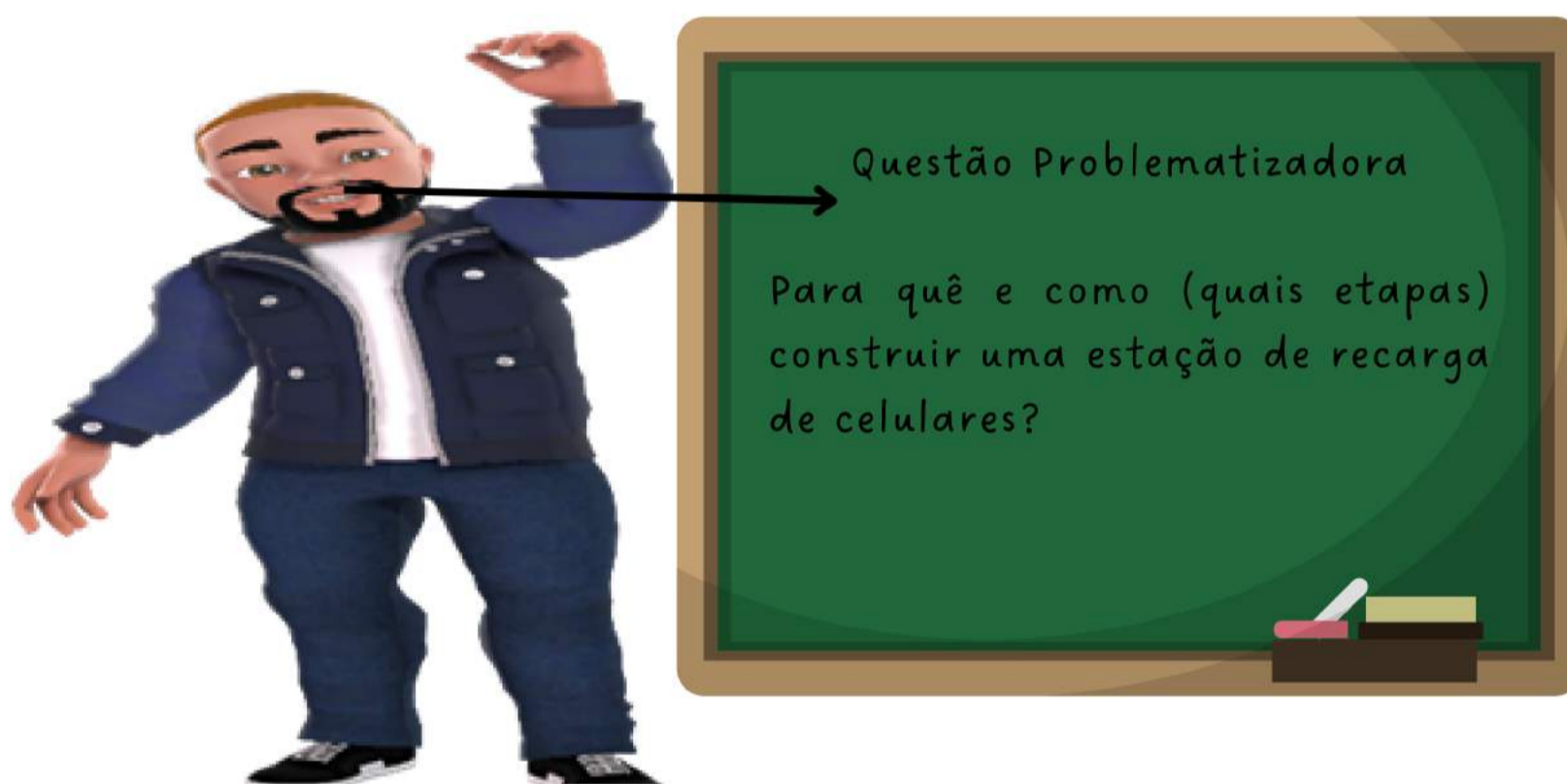
[1] Os vídeos podem ser acessados nos endereços eletrônicos <[https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhztk&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhztk&feature=emb_title)> e <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>.

## 5ª ETAPA DO ARCO DE MAGUEREZ: APLICAÇÃO À REALIDADE/PRÁTICA.

TEMÁTICA: ALUNOS E PROFESSOR APRESENTAM IDEIAS E PLANEJAMENTO EMPREENDEDOR DE PROJETOS APONTANDO POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA INICIAL.

9º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO: CONFECÇÃO DOS PROJETOS/EMPREENDEDORISMO

Inicia-se nesta etapa o empreendedorismo. De posse do plano de ação: planejamento CANVAS de Projeto, alunos e professor apresentam ideias e planejamento empreendedor apontando possíveis soluções para o problema inicial. A finalidade é desenvolver protótipos para recarga de celulares de modo a atender o objetivo da quinta etapa do Arco de Magueretz: aplicação da realidade prática.



Inicia-se nesta etapa o empreendedorismo. De posse do plano de ação: planejamento CANVAS de Projeto, alunos e professor apresentam ideias e planejamento empreendedor apontando possíveis soluções para o problema inicial. A finalidade é desenvolver protótipos para recarga de celulares de modo a atender o objetivo da quinta etapa do Arco de Magueretz: aplicação da realidade prática.

Figura 23: empreendedorismo e ideias.



Fonte: <<https://blog.grupostarinfo.com.br/>>.

(EF08CI05): Propor ações coletivas (empreender) para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola; Revisão dos conceitos da eletrodinâmica; Noções de empreendedorismo e gestão.

Atividade sugerida

- Grupo 1: Estação para recarga de celular com bateria 9v;
- Grupo 2: Produção de protótipo capaz de carregar celulares por meio da energia solar (fotovoltaica).

Tempo estimado: 2 horas/aula.

## ATIVIDADE 1

### GRUPO 1: ESTAÇÃO PARA RECARGA DE CELULAR COM BATERIA 9V.

Momento da ação/ Empreendedorismo/Roteiro

Objetivo: desenvolver protótipo capaz de carregar celular utilizando materiais de baixo custo. A intenção é reduzir e/ou evitar a sobrecarga em tomadas devido ao uso incorreto do adaptador "T".

Materiais necessários

- Bateria 9V;
- cabo carregador USB celular;
- 1 carregador celular universal USB veicular - 12V (acendedor de cigarro);
- Papel alumínio;
- Fita isolante

Figura 24: print de tela.



Fonte: <[https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb_logo)>.

#### Procedimento experimental

Conectar-se-á nos polos positivo e negativo das baterias o conector do carregador de celular USB veicular. Essa conexão dar-se-á por fio (tiras) improvisado com papel alumínio (pode ser cobre). Para tanto, o corte necessita ter entre 5 a 7 cm de largura de modo que ao ser dobrado gere uma tira de alumínio de mais ou menos 1 cm de largura. Ao final, cortar-se-á a tira de alumínio ao meio, produzindo dois pedaços iguais no comprimento e largura, em seguida, as tiras separadas serão isoladas com fita isolante.

Em seguida, as pontas metálicas das tiras isoladas serão conectadas a bateria. Um pedaço da fita ao polo positivo da bateria e, o outro pedaço da fita ao polo negativo. No carregador celular universal USB veicular 12v, o lado positivo será conectado em uma extremidade e, na outra extremidade será o polo negativo. O experimento pode ser visualizado por meio do endereço eletrônico[1]. O vídeo pode auxiliar os alunos no processo de compreensão e montagem do circuito.

No APÊNDICE N está disponível questões sobre o roteiro experimental.



[1] Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb_logo)>.

## ATIVIDADE 2

### GRUPO 2: PRODUÇÃO DE PROTÓTIPO CAPAZ DE CARREGAR CELULARES POR MEIO DE PLACA FOTOVOLTAICA (ENERGIA SOLAR).

Momento da ação/ Empreendedorismo/Roteiro

Materiais necessários

- Placas fotovoltaicas de 3W e 6v (ou 1 placa de 12v);
- Capacitor eletrolítico;
- Capacitor de poliéster;
- Regulador de tensão 7805;
- 1 Resistor;
- 1 Saída USB;
- Placa padrão tipo ilha.



*Observação: Pode ser realizado com apenas uma placa fotovoltaica (12v). Inserir duas placas (6v) daria o mesmo valor de voltagem.*

Procedimento Experimental

1. Retirar uma tira de apenas 3 cm para fixar os componentes.
2. Anexar o regulador de tensão (três perninhas) nos furos da placa padrão tipo ilha.
3. Colocar o positivo do capacitor no terminal da esquerda e, o negativo no terminal do centro. O capacitor de poliéster (sem polaridade) será ligado um terminal no centro e, o outro no terminal será fixado na placa padrão.
4. Realizar o processo de solda e juntar as ilhas em locais, de modo que, as partes conectadas permaneçam juntas no processo de solda. A placa fotovoltaica requer fixar dois para passagem de energia gerada.
5. O ideal é que a placa fique em 90° em relação aos raios solares. As duas placas serão ligadas em paralelo, gerando um total de 12 V, ou utilizar uma placa de 12 V. Como é um procedimento complexo e minucioso, pois demanda tempo, o recomendável é que o professor já leve os elementos do circuito soldados. O experimento pode ser visualizado por meio do endereço eletrônico[1]. O vídeo pode auxiliar os alunos no processo de compreensão e montagem do circuito.

No APÊNDICE O é disponibilizado questões sobre o roteiro experimental.

Figura 25: ilustração de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>.

[1] <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>.

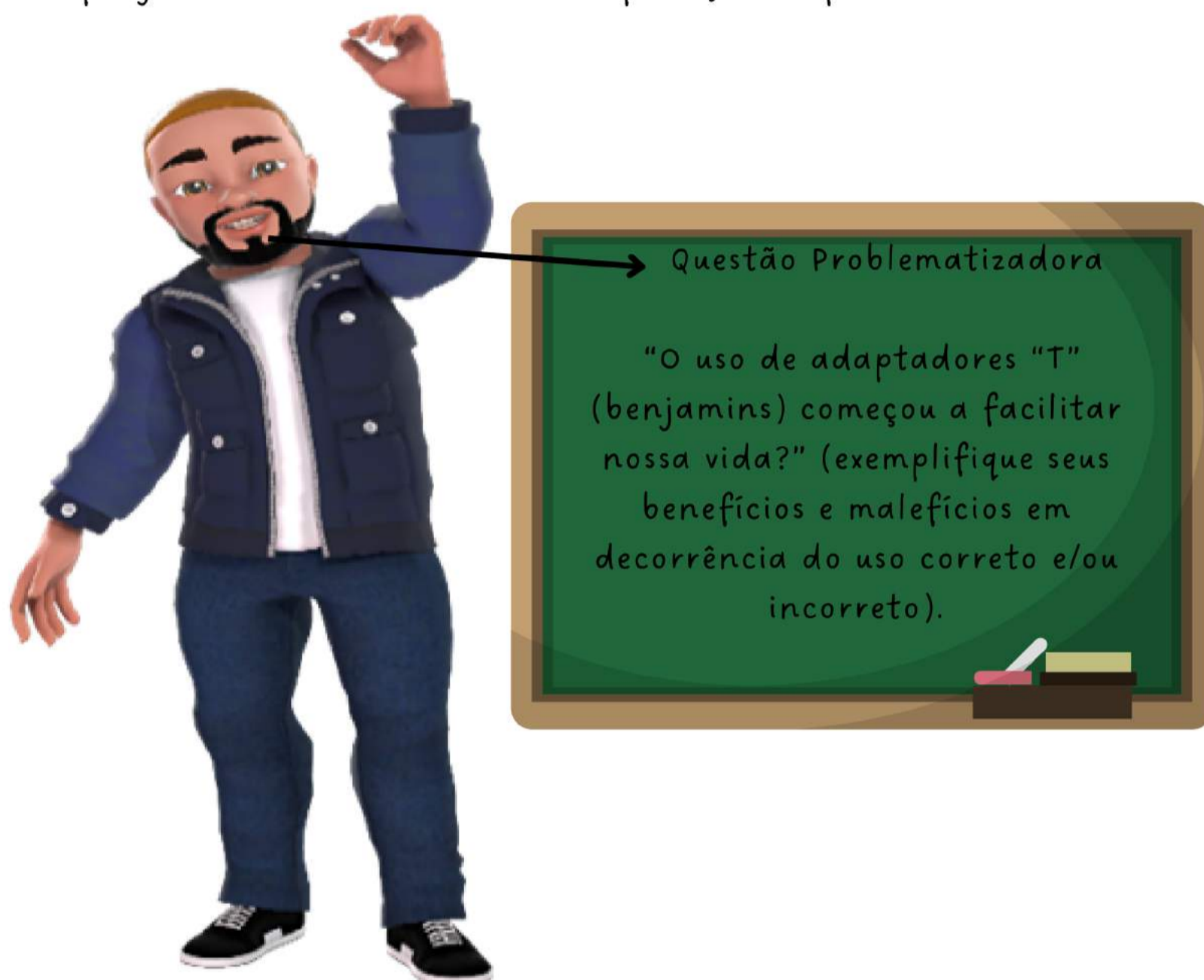


# 10º MOMENTO DE PROBLEMATIZAÇÃO

TEMÁTICA: COLETA DE DADOS E AVALIAÇÃO

Essa etapa tem como objetivo a coleta de dados para verificar se houve indícios que apontem para uma aprendizagem mais significativa (AUSUBEL, 2003).

Os alunos devem elaborar, individualmente, um mapa conceitual (MC). A pergunta focal para tal elaboração será a problemática inicial da pesquisa (mesma pergunta realizada a início da aplicação do produto).



## Conteúdos trabalhados

(EF08CI06): Impactos socioambientais; Noções de gerenciamento; Todos os conceitos trabalhados no bimestre.

## Atividades sugeridas

- Confeção de Mapa Conceitual - pergunta focal: uso de adaptadores “T” (benjamins) é uma solução boa ou ruim?
- Apresentação dos Mapas Conceituais elaborados individualmente pelos alunos;
- Questionário online: avaliando a proposta apresentada;
- Exposição dos projetos empreendidos pelos grupos.

Figura 26: ilustração de adaptador T.



Fonte: <https://www.jccabos.com.br/>.

Tempo estimado: 2 horas/aula.

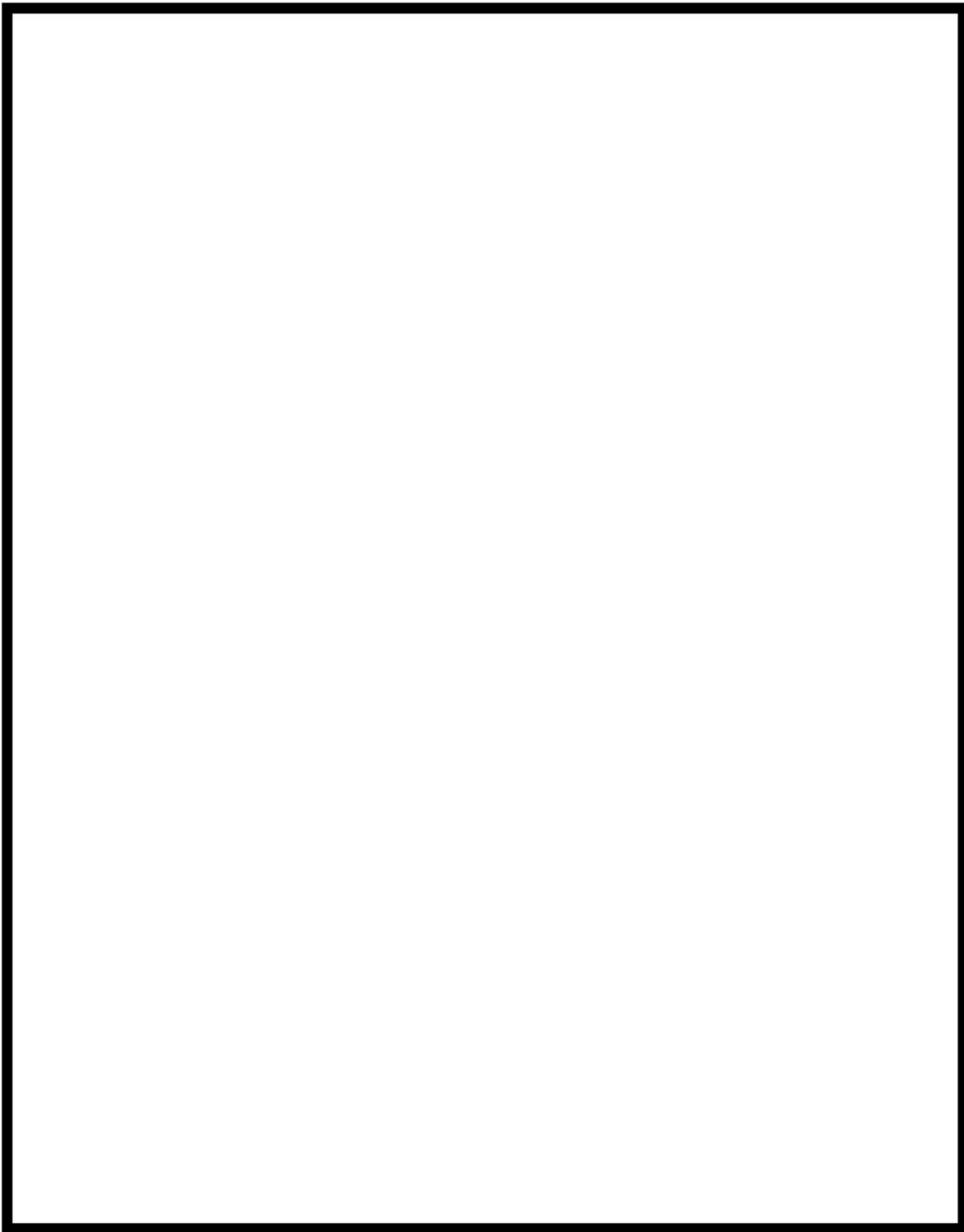
## ATIVIDADE 1

### CONFECÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS: INDIVIDUAL

Ao longo dessa sequência tivemos momentos de treino e confecção de Mapas Conceituais. Estes momentos serviram de base para treinamento e elaboração de Mapa Conceitual final e individual. O APÊNDICE C desta cartilha traz informações detalhadas sobre a elaboração do MC.

Atividade Avaliativa: Mapa Conceitual Final (individual)

1) Crie seu mapa conceitual com a finalidade de responder a seguinte frase focal: *"O uso de adaptadores "T" (benjamins) começou a facilitar nossa vida?"* (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto). Ao final, apresente-o para a turma.



Em seguida, questões objetivas serão respondidas pelos alunos com a intenção de avaliar o método de ensino utilizado.

## ATIVIDADE 2

### QUESTIONÁRIO (SOBRE MÉTODO UTILIZADO)

Esta atividade é uma avaliação da metodologia utilizada e do método de ensino aplicado. Alunos devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma.

1) Você gostou do Método Ativo de Ensino Problematização utilizada na aula?

- a)  Sim;  
b)  Não.

2) Qual dos recursos pedagógicos a seguir você gostou?

- a)  Vídeo;  
b)  Aula experimental;  
c)  Mapas conceituais.

3) Explique o motivo de sua identificação por este recurso

-----  
-----  
-----  
-----

4) Você acha que a o uso das problematizações aplicadas em diferentes momentos e a prática experimental contextualizando a física dos adaptadores "T", segundo orientações do INMETRO, te ajudou a compreender melhor a Física? Por quê?

-----  
-----  
-----  
-----

5) O que você achou da Ferramenta CANVA de Projeto no planejamento das ações finais?

-----  
-----  
-----

Questões sobre o questionário online estão disponíveis no APÊNDICE P desta cartilha.



# REFERÊNCIAS

- AGAPITO, F. M.; STROHSCHOEN, A. A. G. Aprendizagem baseada em problemas e mapa conceitual: uma experiência com alunos do Curso de pedagogia. *Revista Signos*, v. 37, n. 2, p. 10 – 24, 2016.
- ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas/Cortez, 77, p. 53-61, maio 1991.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. (2000). "Experimentação no ensino médio: Novas possibilidades e tendências". in caderno de Resumos do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, pág. 134-135 e CD-ROM, Florianópolis - SC, 27 a31/03/2000.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2 o ed. Trad. Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 620 p. Tradução de: *Educational Psychology*.
- AUSUBEL, David. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- AVENI, A. Canvas Social: tecnologia para modelar a missão e os impactos do terceiro setor. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos - Ano 1 (2018)*, volume 1, n.2, ISSN: 2595-1661 – 22
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*. Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev. 1998.
- BACICH, L. Ensino Híbrido: Proposta de formação de professores para uso integrado das tecnologias digitais nas ações de ensino e aprendizagem. In *Anais do Workshop de Informática na escola*, 2016. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6875>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- BIAVA, J. (2017). A metodologia CANVAS e suas variações para o desenvolvimento do empreendedorismo. TCC (Graduação), UNESC, Curso de Administração, Criciúma.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. D.O.U., Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: <Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm) >. Acesso em: 20 abr. 2020. [ Links ]
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Proposta preliminar. Abr. 2016b. Disponível em: <Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio> >. Acesso em: 20 abril. 2019. [ Links ]
- CALDAS, R. L. A utilização de mapas conceituais no estudo de física no ensino médio: uma proposta de implementação. 2006. 188f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Universidade de Brasília, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. e SASSERON, L. H., Sequências de Ensino Investigativas - Seis: o que os alunos aprendem?. In: Gionara Tauchen; João Aberto da Silva. (Org.). *Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas*. 1ed. Curitiba: CRV, p. 1-175, 2012.
- GRIFFITHS, D. J. *Eletrodinâmica*. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física, volume 1: mecânica*. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. *Fundamentos de Física: Eletromagnetismo*. 10ª.edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman. 2015. 790. P
- LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. In Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). *Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico Português de Psicopedagogia*. Braga: CIED - Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.
- LORDÊLO, T. S.; VASCONCELOS, R. F. Indústria Criativa e Ensino-Aprendizagem: o uso do Canvas Acadêmico com Mídias Digitais. In: *Congresso Internacional de*
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica - Instituto de Física UFRGS*, Porto Alegre: 2010.
- MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa: v.5, n.1, p. 9-29, 2010.
- OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business Model Generation* (John Wiley & sons, Eds.). p.278 p. New Jersey - USA, 2010.
- PHET. Simulações de Física. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics)> Acesso em: 20 out. 2020.
- ROSITO, Berenice Alvares. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (org). *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.195-208.
- RUIZ, Cristiane Regina. Criação de um modelo Canvas para planejamento acadêmico aliado a ferramentas de Design Thinking. *Revista online de Política e Gestão Educacional*, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 321-327, maio/ago., 2019. E-ISSN:1519-9029. DOI: 10.22633/rpge.v23i2.11762
- SINNECKER, J. P.; TORT, A. C.; RAPP, R. *Física 3B*. V. 1. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.
- SEBRAE. *Cartilha o quadro de modelo de negócios*, 2013. Disponível em: Acesso em: mai. 2020.



# APÊNDICES



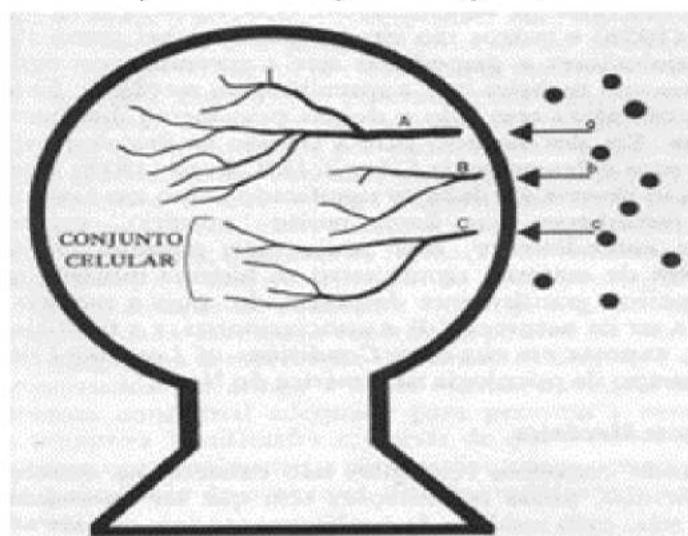
## APÊNDICE A – 1º MOMENTO DE INVESTIGAÇÃO E CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Por meio deste recurso, pode-se entender as informações prévias armazenadas na estrutura cognitiva do aluno, sobre o assunto que será abordado. O professor tem acesso à estruturação do conhecimento pré-estabelecido e, desse modo, fornece organizadores prévios (vídeos e, ou experimentos) de modo a suplementar à informação para dar ênfase à próxima atividade da sequência.

A intencionalidade deste questionário prévio é a sondagem do que o aluno já sabe. Não possui função de avaliação (valorização em notas). Orienta-se ao aluno responder o questionário de forma individual, sem consultas e/ou interferências. Não precisa se preocupar com erros ou acertos.

Na verdade, sua principal função é aferir o grau de informações que o aluno possui sobre determinado tema (subsunçor).

Figura 27: Aprendizagem significativa.



Fonte: <https://www.thinglink.com/scene/945901079097245698>

### Teoria da Aprendizagem Significativa - (TAS)

A Teoria enfatiza a valorização dos conceitos prévios, ou seja, aquilo que o aprendiz já sabe e traz de outras vivências. Denomina-se subsunçor essas informações preexistentes carregadas de significados que estão armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz.

### Subsunçor

Para Moreira (2016), subsunçor é uma ideia e/ou proposição armazenada na estrutura cognitiva do aprendiz estando carregada de significados. É essencial a valorização deste subsunçor. O mesmo servirá de base para o ancoradouro de novas informações que serão concebidas no processo ensino e aprendizagem. A partir de então, o aprendiz atribui novos significados diante do novo conhecimento. E, assim, o aprendiz segue estruturando o conhecimento.

Figura 28: ilustração de engrenagens/estrutura cognitiva.



<https://www.thinglink.com/scene/945901079097245698>

Questionário Inicial (coleta de concepções prévias)

1) Após o estudo da eletrostática como você avalia a importância da eletricidade no cotidiano das pessoas?

---



---

2) Com base em seus conhecimentos em que se define o estudo da eletrodinâmica?

---



---

3) Ao analisar situações em seu cotidiano você é capaz de perceber e relacionar à eletrodinâmica? Cite exemplos.

---



---

4) Observe a imagem na figura. Cite o nome do objeto que você reconhece nessa imagem. Fale um pouco dessa figura e a representatividade dela no seu cotidiano. Qual a parte da física está sendo representada?

Figura 29: Representação do uso incorreto.



Fonte: < <http://angolapowerservices.blogspot.com> >.

---



---

5) Na escola temos a presença dos ventiladores, televisores, rádios, máquinas de Xerox, entre outros equipamentos eletroeletrônicos. Para você o que é essencial para estes objetos funcionarem?

---



---

6) Os objetos "adaptadores T" têm função de ampliar pontos de acesso em tomadas favorecendo o fluxo de cargas elétricas. De acordo com seus conhecimentos, como você define corrente elétrica?

---



---



---

7) O chuveiro elétrico é considerado um dos principais "vilões" quando o assunto é gasto e reajuste no consumo de energia se comparado a outros eletroeletrônicos. Explique o motivo.

---



---



---

8) Seria recomendado ligar diversos eletrônicos em uma mesma tomada utilizando o adaptador "T" (benjamim)? Diante disto, adaptadores "T" são uma opção boa ou ruim? Você o utiliza de forma correta?

---



---



---

9) Porque não é recomendado o uso de adaptadores "T" em equipamentos eletroeletrônicos de alta Potência, tais como, forno elétrico, micro-ondas, prancha elétrica (pranchinha)?

---



---



---

Leia o texto e a tirinha.

Os choques elétricos ocorrem sempre que uma determinada corrente elétrica percorre o corpo humano. Dependendo da situação, um choque pode causar apenas um pequeno formigamento, queimaduras ou até mesmo levar a morte.

Figura 30: eletricidade (fenômenos elétricos).



Fonte: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169972/Produto%20Davi%20Colombo.pdf?sequenc e=2&isAllowed=y>.

10) Responda

a) Qual procedimento executado pelo menino da tirinha acima fez com que ele recebesse um choque elétrico?

---



---



---

11) Observe a figura ao lado, ela descreve, por meio de ilustração, uma situação causada por uso incorreto de adaptadores "T". Explique, com suas palavras, o que pode ter motivado essa situação. Será que o circuito elétrico foi avariado? Explique o que você entende sobre circuito elétrico.

---



---



---





## APÊNDICE B: Flamengo sabia da situação de 'grande risco' no Ninho do Urubu nove meses antes do incêndio

Figura 31: print de tela.



Fonte: <<https://g1.globo.com/rj>>

Vistoria apontava necessidade de 'atendimento emergencial' em alguns pontos do sistema elétrico do alojamento. Incêndio em fevereiro de 2019 matou 10 adolescentes do centro de treinamento. Flamengo foi alertado 9 meses antes sobre riscos nas instalações do Centro de Treinamento Jorge Helal, conhecido como Ninho do Urubu, fica em Vargem Grande, Zona Oeste do Rio. Em um e-mail do dia 11 de maio de 2018, os responsáveis pela administração do centro de treinamento receberam um relatório feito por um técnico contratado pelo clube que apontava problemas em diversos itens no "quadro elétrico atrás do alojamento da base".

De acordo com o relatório em poder da Justiça, a situação era de "alta relevância e de grande risco". E pontos como os "disjuntores" e o "quadro elétrico atrás do alojamento da base" precisavam de "atendimento emergencial".

Três dias depois do relatório, o clube, segundo contrato que consta em processo na Justiça, recebeu a proposta de uma empresa para realizar os consertos.

Em outubro, a empresa recebeu a segunda parcela pelo término do trabalho. O serviço, no entanto, não foi feito e os itens que deveriam ter sido consertados permaneceram intactos.

É o que aponta o parecer técnico da Anexa Energia Serviços de Eletricidade, que foi contratada pelo Flamengo após o incêndio para fazer uma vistoria, identificar as causas do acidente e fazer consertos necessários.

Em um parecer técnico entregue ao clube no dia 20 de março de 2019, a empresa afirma que ao vistoriar o disjuntor que atendia ao módulo onde estava o ar-condicionado que deu início ao fogo verificou que "as instalações continuavam as mesmas de quando a inspeção fora realizada, em registros fotográficos antes e depois do evento que culminou na morte de 10 adolescentes". "Podemos perceber que o serviço que a empresa CBI foi contratada, não foi realizado, mantendo o mesmo alto grau de risco antes verificado". As tais "gambiarras" elucidadas na proposta, ainda estavam claramente no local, diz o documento.

Entre as fotos apresentadas à Justiça, a empresa anexou as imagens do mesmo disjuntor antes e depois do incêndio. Segundo a empresa, após o incêndio, o disjuntor permanecia com os mesmos problemas detectados em maio.

"Constatamos que o disjuntor estava aproximadamente 54% acima do limite máximo de proteção, o que pode acarretar valores excessivos de temperatura na parte interna do equipamento", informou a empresa contratada para verificar o sistema após o incêndio.

O disjuntor, explica, não tinha as especificações técnicas para suportar a carga do ar-condicionado.

"Podemos observar que o circuito é um cabo de 10mm<sup>2</sup>, conectado a um disjuntor de 125A, quando a corrente máxima admissível neste condutor são 52A".

Para os técnicos que analisaram o aparelho, "a causa do incêndio está ligada às tensões da instalação elétrica, que podem ter sido provocadas pelas oscilações da rede elétrica e/ou pela má instalação elétrica do CT".

A documentação está no processo que corre na Justiça, consequência do rompimento do contrato entre a empresa que fez a perícia e o Flamengo. A Anexa afirma que o clube não pagou pelo serviço. Já o Flamengo diz que a empresa não executou o trabalho contratado.

Eduardo Bandeira de Mello, presidente do Flamengo até dezembro de 2018, alegou não ter tido conhecimento dos e-mails e relatórios sobre a segurança do Ninho, e que este era um assunto resolvido "nos escalões mais baixos".

Ainda segundo Bandeira de Mello, como o Flamengo contratou e pagou o reparo necessário, ele entende que o assunto ainda deve ser apurado.

Fonte: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/09/09/flamengo-sabia-da-situacao-de-grande-risco-no-ninho-do-urubu-nove-meses-antes-do-incendio.ghtml>>.

## APÊNDICE C - Mapa conceitual

Os mapas conceituais (MC) são ferramentas pedagógicas elaboradas por Novak (2006) capazes de fornecer ao professor a informação necessária sobre os conhecimentos armazenados no cognitivo do aluno. Os MC são diagramas organizados de forma hierárquica, objetivado a responder a uma palavra, imagem e/ou pergunta focal, podendo partir de uma problematização (CALDAS, 2009; CORREIA, 2013, p. 2), de modo a permitir que, o aluno expresse seu conhecimento sobre o conteúdo assimilado.

Segundo Moreira (2006, p. 5), o indivíduo efetua conexões e relações em sua estrutura cognitiva, as quais podem ser visualizadas com a elaboração de um MC. A intenção é organizar um diagrama formulado por conceitos, partindo de uma pergunta inicial chamada pergunta-focal. A palavra pode ser um conceito científico, um tema ou até mesmo uma frase afirmando algo relacionado ao conteúdo.

No MC, um conceito se relaciona com outro por meio de palavras ou pequenas frases de ligação posicionadas entre as caixas, ou círculos, onde estão os conceitos, formando as proposições (CAÑAS, 2008, p. 1; NOVAK, 2006). As proposições formadas nos MC elaborados estão carregadas de significados para a avaliação do conhecimento do aluno pelo professor (CALDAS, 2009; CORREIA, 2013; MOREIRA, 2006).

### Termos de ligação

Considerando os aspectos apontados por Novak (2006), os conceitos relacionados ao tema em questão são conectados por termos de ligação que faz a união entre um conceito e outro com forte dependência conceitual, de modo a evidenciar a proposição.

É de grande importância o entendimento, por meio dos alunos, dos termos de ligação unindo conceitos de um mesmo tema. Tais conceitos formam as proposições que estão carregadas de significados.

### Função do Mapa Conceitual

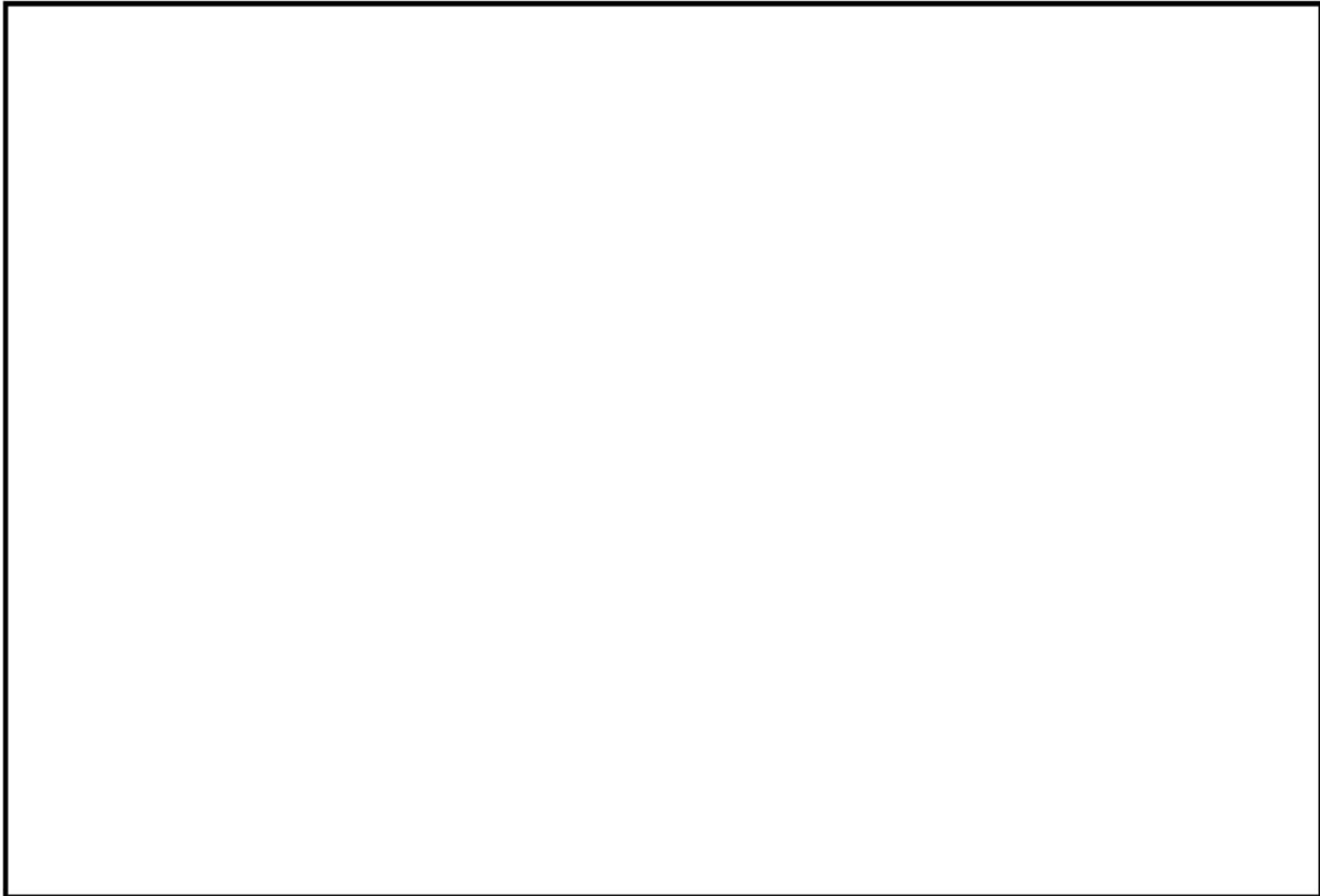
Convém lembrar que, os MC é uma ferramenta pedagógica e possui diversas funções. Porém, neste trabalho os MC assumirão função específica de avaliação diagnóstica. A intenção é sondar e, ao mesmo tempo ter acesso aos conhecimentos prévios que o indivíduo apresenta sobre determinado conteúdo e, assim, utilizar de um OP específico e estruturado e preparar sua estrutura cognitiva para absorção de novos conhecimentos.

Mapa conceitual para responder à questão focal (problemática inicial e frase final)



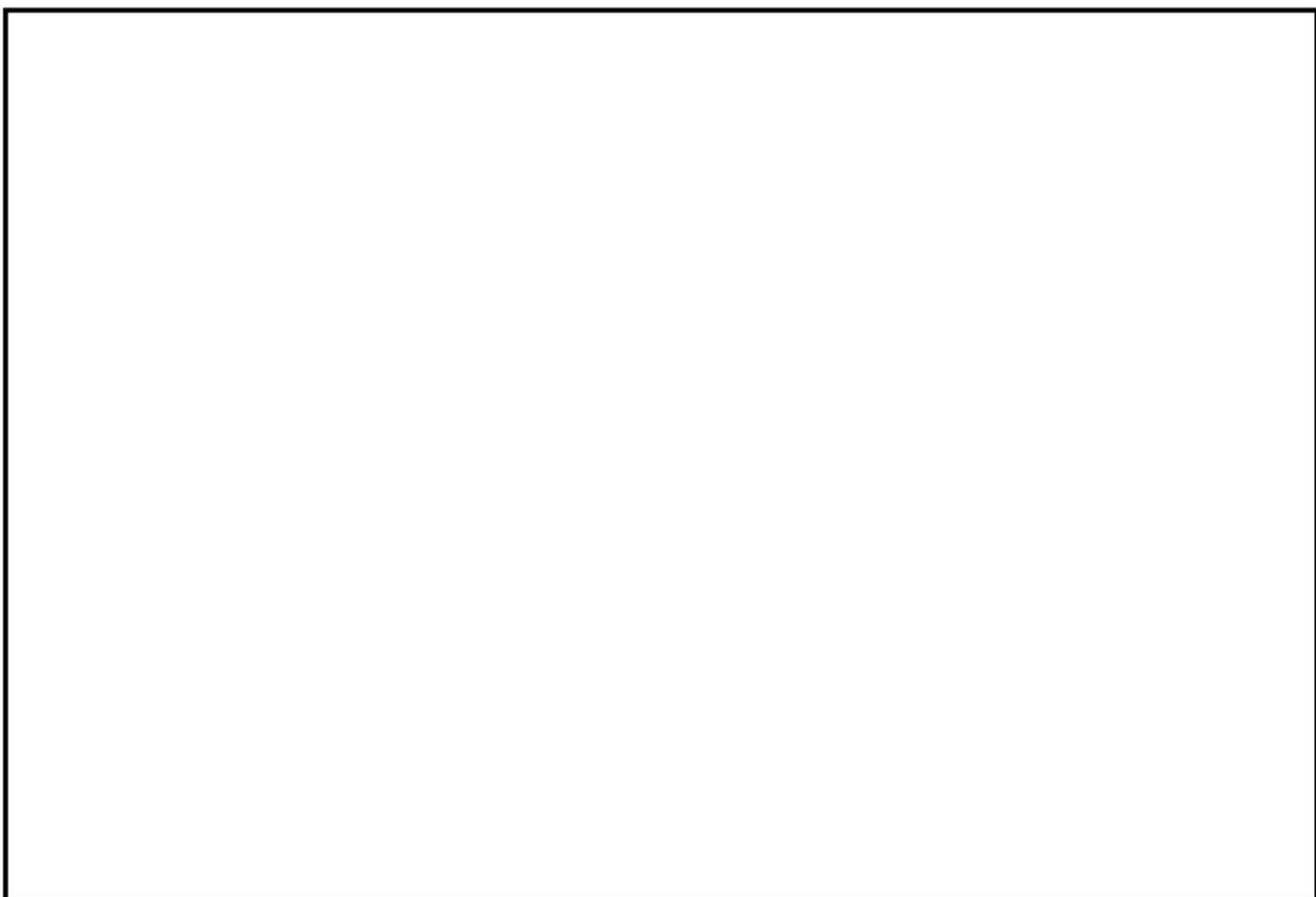
1) Mapa Conceitual Inicial (grupo) (momento 2 da SD)

a) Crie seu mapa conceitual com a finalidade de responder à seguinte pergunta focal: "O uso de adaptadores "T" (benjamins) começou a facilitar nossa vida?" (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto)



2) Mapa Conceitual Final (individual) (momento 10 da SD)

a) Crie seu mapa conceitual com a finalidade de responder a seguinte frase focal: "O uso de adaptadores "T" (benjamins) começou a facilitar nossa vida?" (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto)



## APÊNDICE D: organizadores prévios

Os vídeos utilizados nesta atividade possuem função de organizadores prévios[1]. A intenção é promover reflexão crítica de elementos que contextualizam a história da eletricidade e uso correto dos adaptadores "T", de acordo com o INMETRO, visando ao posicionamento deste aluno por meio da reflexão em fatos históricos ligados ao passado, presente e futuro.

Objetivo: enfatizar o desenvolvimento da eletricidade, contribuição de cientistas e avanços tecnológicos e localizar na história, possível criação, produção de adaptadores "T" (benjamim) e formas corretas de uso.

1º Vídeo: história da eletricidade[2] (Organizador prévio)

Duração: 00:04:20

### EXPLICAÇÃO

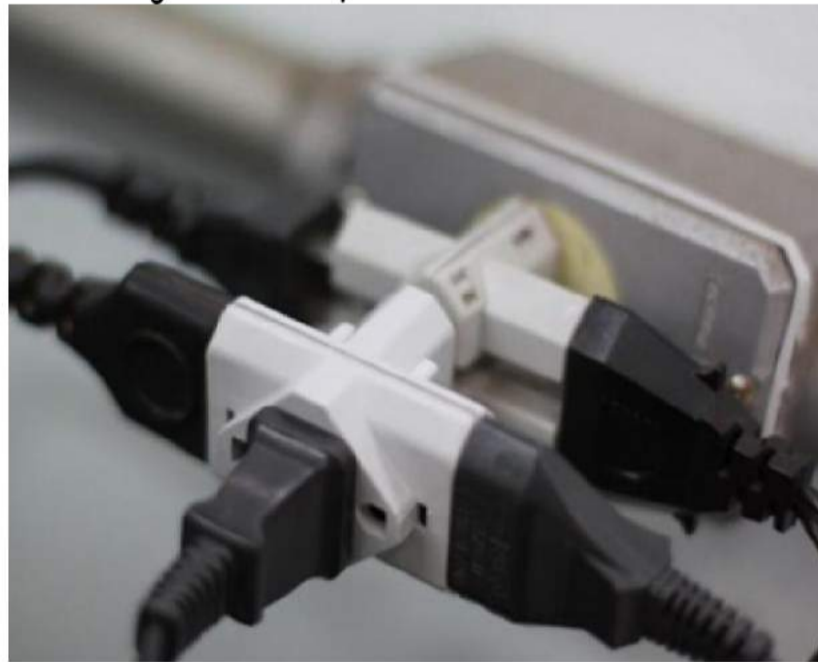
O vídeo reproduz resumo da história da eletricidade desde o surgimento até os dias atuais. Possui função de situar (organizar) o aluno sobre a contextualização histórica, fornecendo meios para que ele faça a conexão do passado, presente e futuro por meio de profunda reflexão crítica.

2º Vídeo: Mal uso de adaptadores "T": sobrecarga de energia e incêndio[3] (ênfase na realidade social)

Duração: 00:04:01

### EXPLICAÇÃO

Figura 32: print de tela.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>>.

O vídeo exibe orientação quanto às formas corretas de uso dos adaptadores "T" (benjamins). Faz menção a causas e consequências pelo mau uso destes objetos. E, finaliza com a orientação quanto a possíveis ações que podem desencadear acidentes no cotidiano.

---

[1] São recursos pedagógicos introdutórios que devem ser apresentados aos alunos antes do novo conhecimento, podendo ser: filme relacional; pergunta-focal; situação-problema; vídeo sobre o assunto em questão; aula experimental (MOREIRA, 2006, p. 11).

[2] Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=1CKY7LG7Jvo>> (acessado em março/2021).

[3] Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oqwKbP4BfTk>> (acessado em março/2021).

APÊNDICE E: Atividades sugestivas sobre os vídeos organizadores prévios.

### ATIVIDADES

1) O que você achou do vídeo 1 (história da eletricidade)? Algo apresentado chamou sua atenção?

---

---

---

2) Após assistir ao vídeo 2, como você define corrente elétrica?

---

---

---

3) Será que, ao ligar diversos eletrônicos em um mesmo adaptador "T", de uma mesma tomada, iria alterar sua potência máxima e limites de carga, gerando sobrecarga do objeto e, como consequências ocasionar acidentes de diferentes proporções?

---

---

---

4) Em que momento da história da eletricidade, os adaptadores "T" (benjamim) foram desenvolvidos?

---

---

---

5) Após assistir ao vídeo 2 explique com suas palavras os conceitos: intensidade e sentido da corrente elétrica

---

---

---



## APÊNDICE F - 3º Momento de problematização (2h/aula): prática experimental 1 (curto-circuito) e jogos lúdicos

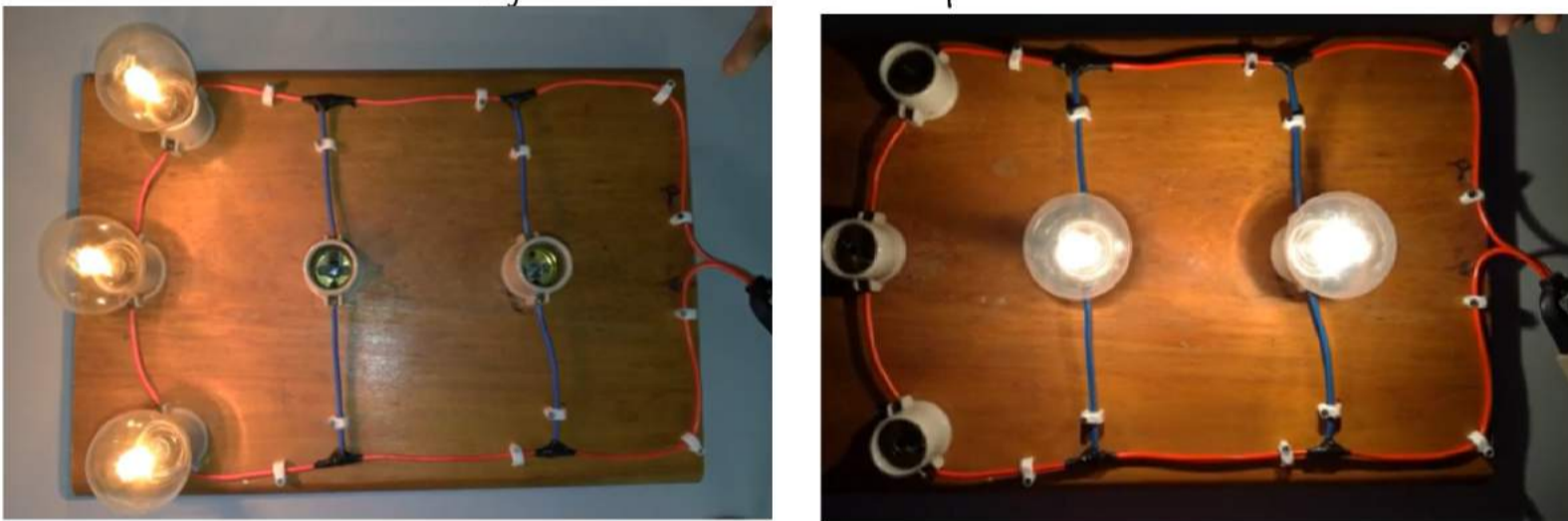
Objetivo: estimular a prática capaz de exibir para os alunos como os cientistas do passado formularam teorias científicas por meio da prática. Por meio de aula experimental será apresentado, painel contendo os componentes que estabelecem um circuito elétrico. Neles, itens como: fonte de tensão, resistência elétrica, fio condutor, interruptor estarão acessíveis. A intenção é levar o painel montado para a sala de aula. Essa etapa demanda tempo e pré-teste. Neste caso, utiliza-se uma atividade de demonstração pelo fato de os grupos estarem formados e o tempo de aula ser reduzido (ARAÚJO; ABIB, 2003).

### Materiais

- Tábua 60x60 cm;
- Fio condutor (condução da corrente elétrica);
- Interruptor (chaveta para ligação);
- Resistência Elétrica (lâmpadas);
- Fonte de tensão (alimentação do circuito)

O professor poderá prever o quantitativo de materiais de acordo com o esquema a ser desenvolvido. A Figura 21 mostra o esquema de dois painéis montados de acordo com o sistema circuito em série e em paralelo.

Figura 33: circuito em série e paralelo.



Fonte: Youtube, <<https://www.youtube.com/channel/UCszLDAYCEom-dwxsOsqVe6Q>>.

### Montagem do painel com circuito em paralelo

Nas extremidades da tábua estará a alimentação, onde serão fixos os fios, de modo que, de um lado a fase, do outro o neutro. A fase passará pelo interruptor e o procedimento será repetido nos dois polos de cada uma das lâmpadas.

### Montagem do painel em série

A fonte de alimentação está fixa na extremidade da tábua onde temos o interruptor. O fio se conecta a primeira lâmpada e, em seguida, extremidade do mesmo fio de conecta a lâmpadas seguintes, de modo que, o procedimento de conexão é realizado em todas as lâmpadas até retornar a fonte.

### Procedimento: circuito em paralelo

A turma vai ter acesso ao painel elétrico estruturado com esquema de lâmpadas em série montados. Porém, o início do procedimento dar-se-á, com apenas uma lâmpada ligada de acordo com as etapas: 1) O professor, com o auxílio do multímetro, deve realizar as aferições de corrente tensão e resistência do circuito com apenas uma lâmpada ligada, de modo que os alunos estejam visualizando e anotando os dados. 2) Em seguida, acrescentar mais duas lâmpadas ligadas ao circuito e realizar a medida, se, os mesmos volts aferidos na primeira lâmpada serão encontrados nas demais, provando que a tensão é a mesma, por mais que a sequência de lâmpadas estejam ligadas em um mesmo interruptor. Por fim, a corrente elétrica total do circuito. Desse modo, mostra-se aos alunos que, o circuito em paralelo as tensões são iguais, porém a corrente elétrica é dividida.

O professor pode inserir lâmpadas com potências diferentes. Assim, os alunos irão observar que a tensão será a mesma, porém, a corrente elétrica será dividida de modo diferente. A lâmpada de menor potência receberá menor corrente, as demais correntes iguais. Uma lâmpada não depende da outra. São autônomas entre si.

### Circuito elétrico em série

É primordial que os alunos percebam que, retirando uma lâmpada do circuito em série, todas as lâmpadas em série irão apagar, caso não haja conexão de cada lâmpada com um interruptor, de modo que, o mesmo funcione abrindo e fechando o curto no circuito elétrico. Logo, como a corrente segue o caminho de menor resistência, fechando o interruptor ela não passará pela lâmpada e sim pelo condutor que possibilita o anexo das lâmpadas uma a uma.

Na escala das medições, a tensão da fonte é de 127 v. No circuito em série, a corrente elétrica é a mesma, porém, a tensão se divide em série, de modo que, cada lâmpada em série recebe, aproximadamente, 43,8V.

## Atividade avaliativa

1)(ENEM) Alguns dispositivos de segurança utilizados em circuitos elétricos possuem o intuito de interromper a passagem de grandes correntes elétricas que poderiam ser prejudiciais para o seu funcionamento. São dispositivos de segurança:

- a) Pilhas.
- b) Resistor e varistor.
- c) Fusível e disjuntor.
- d) Interruptor.

2) Será que em um circuito em série a resistência de maior valor terá a maior tensão sobre ela? Justifique sua resposta.

---

---

---

3) No circuito elétrico a corrente elétrica será a mesma em todos os pontos do circuito?

---

---

---

4) A tensão elétrica no circuito e lâmpadas em série será a mesma tensão que sai da fonte?

---

---

---

5) Em funcionamento, ao desligar desenroscar uma lâmpada as demais permanecerão ligadas? Justifique

---

---

---



## APÊNDICE G: informações sobre vídeo.

Tema: Reportagem sobre o laudo avisado ao CT do Flamengo[1]: aviso preliminar.

Duração: 00:02:34.

Estreia: 09 de setembro de 2020.

## CONTEÚDO

O vídeo explicita informações sobre o motivo do acidente que ceifou a vida de dez adolescentes sonhadores que expressavam o desejo e objetivo de se tornarem profissionais do time de base do Clube de Regatas do Flamengo.

A reportagem narra a existência de um parecer técnico indicando causas motivadoras para o acidente, de modo a apresentar diversos problemas elétricos na estrutura do prédio do CT do Flamengo. O mesmo documento faz alusão à denúncia da empresa especializada e contratada para realizar os reparos elétricos no prédio e, parecer técnico alegando que, mesmo recebido os valores pagos, os reparos não foram realizados.

De acordo com o laudo, pode-se afirmar que, o disjuntor que atendia ao módulo onde se encontrava o ar-condicionado, local onde iniciou o incêndio, continuava o mesmo de quando a inspeção foi realizada antes do ocorrido. Isto comparado a registros de imagens feitos antes e após o acidente que vitimou os adolescentes. O parecer técnico esclarece que, as "gambiarras", antes identificadas, ainda estavam no local do acidente. Segundo os técnicos, o acidente pode ter sido provocado por oscilações de tensão na instalação elétrica e/ou, má instalação elétrica do CT do Flamengo.



[1] Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DiJxUx7mxhI>>.



APÊNDICE H: exercícios sobre vídeo o conteúdo e sua relação com situações observadas no vídeo.

Questões

1) De acordo com os seus conhecimentos sobre eletricidade, a unidade de medida da tensão elétrica, de acordo com o Sistema Internacional, é:

- a) C/s
- b) F/m
- c) N/C
- d) J/C

2) Após assistir ao vídeo e, de posse dos conceitos físicos estudados, que hipóteses você apresentaria como justificativa para o acidente ocorrido no CT do Flamengo? Teria relação com o incêndio ocorrido na residência de Kamily (texto analisado)?

---

---

---

---

---

3) Explique o que é curto-circuito. O laudo técnico aponta que este fenômeno foi o motivador que resultou no acidente no CT do Flamengo.

---

---

---

---

---

4) Na situação apresentada no vídeo sobre o acidente no CT do Flamengo estaria a potência da tomada, onde o ar-condicionado está conectado sobrecarregada? Qual a diferença conceitual entre sobre Tensão elétrica (ddp) e Potência elétrica?

---

---

---

---

---



APÊNDICE 1: 5º Momento de problematização – 2ª prática experimental:  
Efeito Joule e questões.

Roteiro experimental

Este momento utiliza a problematização com o objetivo de retomar um conteúdo já estudado utilizando rotina experimental: "Efeito Joule". A intenção é reproduzir em sala de aula, fenômeno físico capaz de explicar o que poderia ter motivado a tragédia no "CT do Flamengo".

Objetivo

Entender o curto-circuito como uma alteração na corrente elétrica. Compreender que, oscilações de energia saem do gerador e voltam com uma intensidade, excessivamente, elevadas. Desse modo, danos são causados nos circuitos elétricos e, como consequência dissipação abrupta de energia que potencializa explosões, produção de fagulhas e dissipação de calor.

Materiais necessários

- 1 esponja de aço ("Bombril");
- 1 Bateria de 9V;
- 1 Placa de vidro (suporte)

Figura 34: print de tela.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=vo1cxwNj7qs>.

Os itens apresentados são suficientes para a experimentação por um grupo de 5 alunos. Números maiores de alunos é recomendável dobrar o número de itens.

Procedimento experimental

Estando a esponja de fios de aço sobre o suporte de vidro encoste os terminais da bateria 9v. Este procedimento favorece passagem de corrente elétrica. Dependendo da intensidade da corrente elétrica há aquecimento dos fios. Desse modo, ocorre reação química (fenômeno físico/químico), proveniente da combustão entre o ferro (esponja de aço) e oxigênio encontrado no ambiente, gerando a incandescência. Mesmo cessada a corrente elétrica, os fios de aço continuam o processo de combustão.

Observação

No lugar do Variac (fonte de tensão variável), pode-se utilizar material de baixo custo como a bateria 9v e, substituir a placa de vidro por um prato de mesmo material, porém, resistente.

## Questões (método avaliativo)

1) Seria a má utilização dos adaptadores "T" responsável pelo incêndio no "CT do Flamengo"? Ou distúrbios elétricos gerados pela má instalação e conservação da rede elétrica? Justifique sua resposta.

-----  
 -----

2)(UFTPR) O chuveiro elétrico esquenta porque apresenta uma \_\_\_\_\_, que aquece a água quando passa uma \_\_\_\_\_ elétrica. A esse fenômeno chamamos de efeito \_\_\_\_\_.

Figura 35: ilustração elétrica.



Fonte: <https://greenvolt.com.br/wp-content/uploads/2019/08/efeito-joule-no-chuveiro.jpg>

Assinale a única alternativa que completa o texto acima de forma correta.

- a) Aceleração, energia potencial, cascata.
- b) Energia cinética, força peso, Joule.
- c) Queda de temperatura, corrente, Joule.
- d) Resistência elétrica, corrente, Joule.

3) Caracterize o efeito Joule.

-----  
 -----

4) (CECIE RJ) Quando um condutor é aquecido ao ser percorrido por uma corrente elétrica, ocorre o fenômeno conhecido como Efeito Joule, em homenagem ao Físico Britânico James Prescott Joule (1818-1889). São vários os aparelhos que possuem resistores e trabalham por Efeito Joule.

Dentre os eletrodomésticos citados a seguir, o que tem seu funcionamento baseado no efeito Joule é:

- a) Batedeira;
- b) Geladeira;
- c) Torradeira;
- d) Televisão.

5) Defina resistência elétrica.

-----  
 -----  
 -----

## APÊNDICE J: questões MITO ou VERDADE (GABARITO)

### Efeito Joule

Efeito Joule ou lei de Joule é um fenômeno da física que resulta na transformação de energia elétrica em energia térmica (calor). Também conhecido como efeito térmico, ele não absorve calor, mas sim, produz calor. (VERDADE)

### Corrente Elétrica

Designa o movimento desordenado de cargas elétricas (partículas eletrizadas chamadas de íons ou elétrons) dentro de um sistema condutor. (MITO)

### Circuito Elétrico

Circuito elétrico é um circuito aberto. Ele começa e termina no mesmo ponto e é formado por vários elementos que se ligam e, assim, tornam possível a passagem da célula dos vírus. (MITO)

### Circuito Elétrico em série

Circuito Elétrico em série é aquele em que existe uma associação. A partir dessa associação, os componentes ligam-se entre si na mesma sequência e na mesma direção. (VERDADE)

### Circuito Elétrico em paralelo

É aquele em que existe uma associação onde a corrente da fotossíntese se divide ao longo do circuito. (MITO)

### Geradores

Os geradores são dispositivos que prolongam a diferença de potencial entre dois corpos. É dessa forma que eles são capazes de transformar diferentes tipos de energia. (VERDADE)

### Tensão elétrica

É a grandeza física que mede a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, também chamada de ddp. (VERDADE)

### Potência elétrica

É definida como a rapidez com que um trabalho é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo. (VERDADE)

### Corrente Contínua (CC)

Possui sentido e intensidade descontínuas e não constantes, ou seja, apresenta diferença de potencial (ddp) descontínua, gerada por pilhas e as baterias. (MITO)

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade da corrente elétrica é medida em Ampère (A), a resistência em Ohm ( $\Omega$ ) e a tensão elétrica (ddp) é medida em Volts (V). (VERDADE)

Corrente Alternada (CA): possui sentido e intensidade variados, ou seja, apresenta diferença de potencial (ddp) é alternada, gerada pelas usinas. (VERDADE)

A diferença de potencial (d.d.p.), também chamada de tensão, é definida como o trabalho necessário para que uma carga se desloque de um ponto A para um ponto B, quando imersa em um campo elétrico. (VERDADE)

Figura 36: placas jogo lúdico "mito e verdade".



Fonte: o autor, 2022.

APÊNDICE K: 6º Momento de problematização – 3ª prática experimental:  
pilha de Daniell: “batata-pilha” e questões.

Roteiro experimental

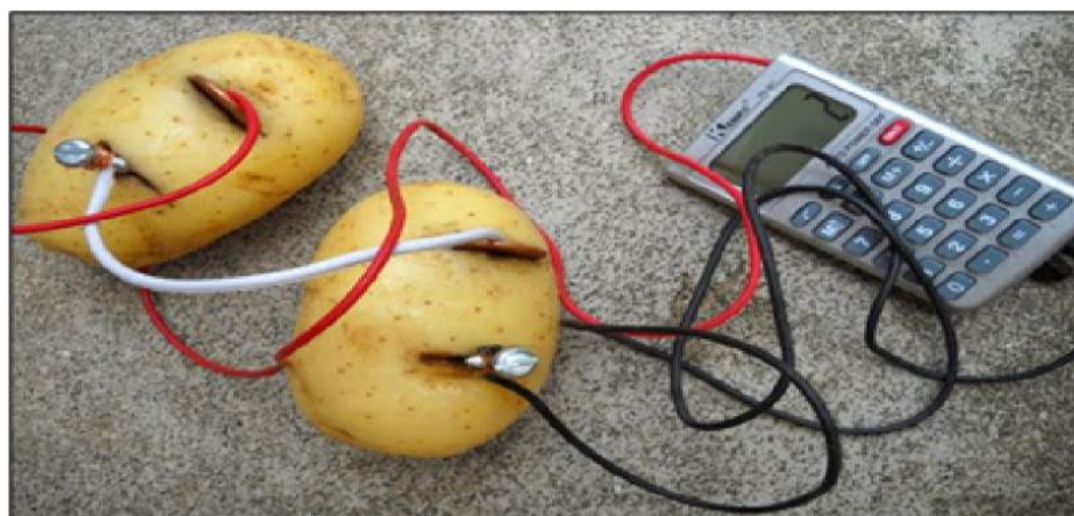
Essa representação experimental simula o tubérculo “solanum tuberosum” (batata) como condutor eletrolítico, capaz de conduzir corrente elétrica[1]. A experimentação gera formação de pilha e funciona com a participação de metais, tais como: zinco e cobre.

Objetivo: ligar uma calculadora utilizando batata como fonte de geração de energia.

Materiais necessários

- 2 batatas (limão, entre outros);
- 4 clips ou parafusos (metálicos);
- 4 moedas de cobre;
- 6 pedaços de fios de cobre;
- 1 calculadora.

Figura 37: experimento babata-pilha.



Fonte: <<http://jonaspotato.blogspot.com/2014/09/>>.

Procedimento experimental

As duas batatas precisam ser perfuradas, de modo que, os dois furos sejam realizados preservando uma distância de aproximadamente 4 centímetros entre eles. E, em seguida:

- 1) Encaixe o parafuso e a moeda na superfície da batata;
- 2) Fixe o fio de cobre em uma ponta do parafuso de uma batata e encaixe a outra ponta do fio de cobre na outra batata próxima a moeda, de modo que, deixe um fio de cobre conectado às duas batatas;
- 3) Fixe um fio de cobre em uma batata próxima à moeda e outro fio de cobre na ponta de um parafuso da outra batata. Observe que, duas pontas livres do fio de cobre estarão soltas e serão ligadas a calculadora;
- 4) Fixe as extremidades soltas do fio de cobre no conector onde é encaixada a bateria, de maneira que, a extremidade livre do fio de cobre seja conectada junto à moeda no polo positivo (na batata) e, o fio fixo, no parafuso seja o polo negativo.

Observação

Este procedimento experimental possibilita aos alunos verificar diferença de potencial (ddp) produzido no experimento (de posse do voltímetro). Ao colocar diversas batatas associadas em paralelo, podem gerar corrente elétrica de 0,8 V, ideal para ligar um relógio digital.

[1] Para auxiliar a prática experimental vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=A1614BA-1Vg>>.

Questões

1) A diferença de potencial pode ser entendida como:

- a) Uma grandeza vetorial, medida em Volts por metro, responsável pela movimentação das cargas.
- b) Uma grandeza escalar, medida em Volts, responsável pela movimentação das cargas.
- c) Uma grandeza escalar, medida em Coulomb, responsável pela eletrização dos corpos.
- d) Uma grandeza escalar, medida em Joules, responsável pela eletrização dos corpos.

2) Medindo a diferença de potencial da pilha conectando seus polos ao multímetro observaremos um valor determinado. O que acontece ao inverter a ligação dos polos relacionada ao multímetro?

-----  
-----  
-----

3) No Sistema Internacional (SI), As grandezas de potencial elétrico e potência elétrica, são dadas respectivamente por:

- a) Watt e Coulomb
- b) Volts e Amperes
- c) Watt e Volt
- d) Volt e Watt

4) Indique a diferença de potencial observada entre os terminais da batata.

-----  
-----  
-----

5) Qual a importância e função de alimentos, tais como, batata e limão gerando pilha como fonte de energia físico-química nas diferentes ligações apresentadas? Justifique sua resposta.

-----  
-----  
-----



## APÊNDICE L: Simulador PHET Kit de Construção de Circuito (AC + DC).

### Roteiro

Passo 1. Acesse o site: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-ac).

Figura 38: apresentação do circuito.



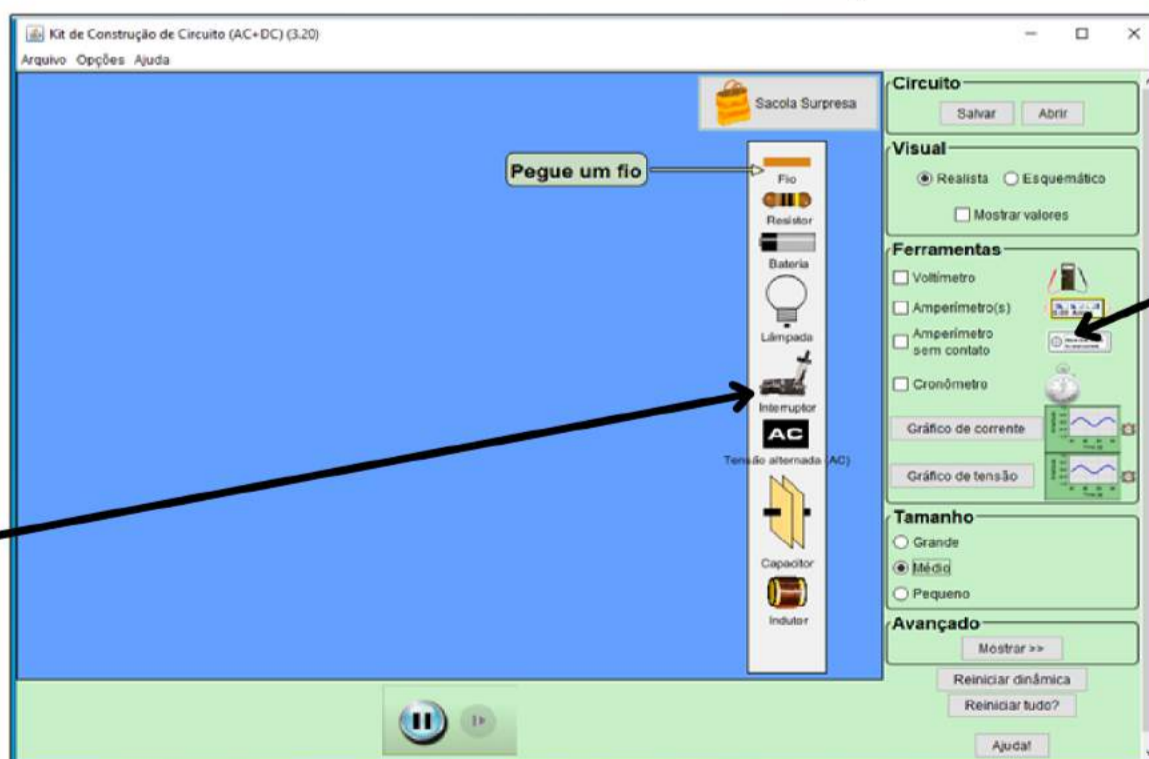
Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab). Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

O arquivo é autoexecutável, então, após o download, é só encontrar o arquivo na pasta em que foi salvo e executar sua inicialização, dando um duplo clique sobre o mesmo, sem a necessidade de instalação.

Executando o Simulador Kit de Construção de Circuito (AC + DC).

Ao executar o simulador, dando um duplo clique sobre o ícone criado na pasta em que foi salvo, será exibida sua tela inicial. Nela, iremos encontrar os elementos que poderão ser utilizados para a montagem dos circuitos elétricos como, fio, resistores, lâmpada, bateria, interruptor, etc. e algumas ferramentas de medidas como o amperímetro e o voltímetro.

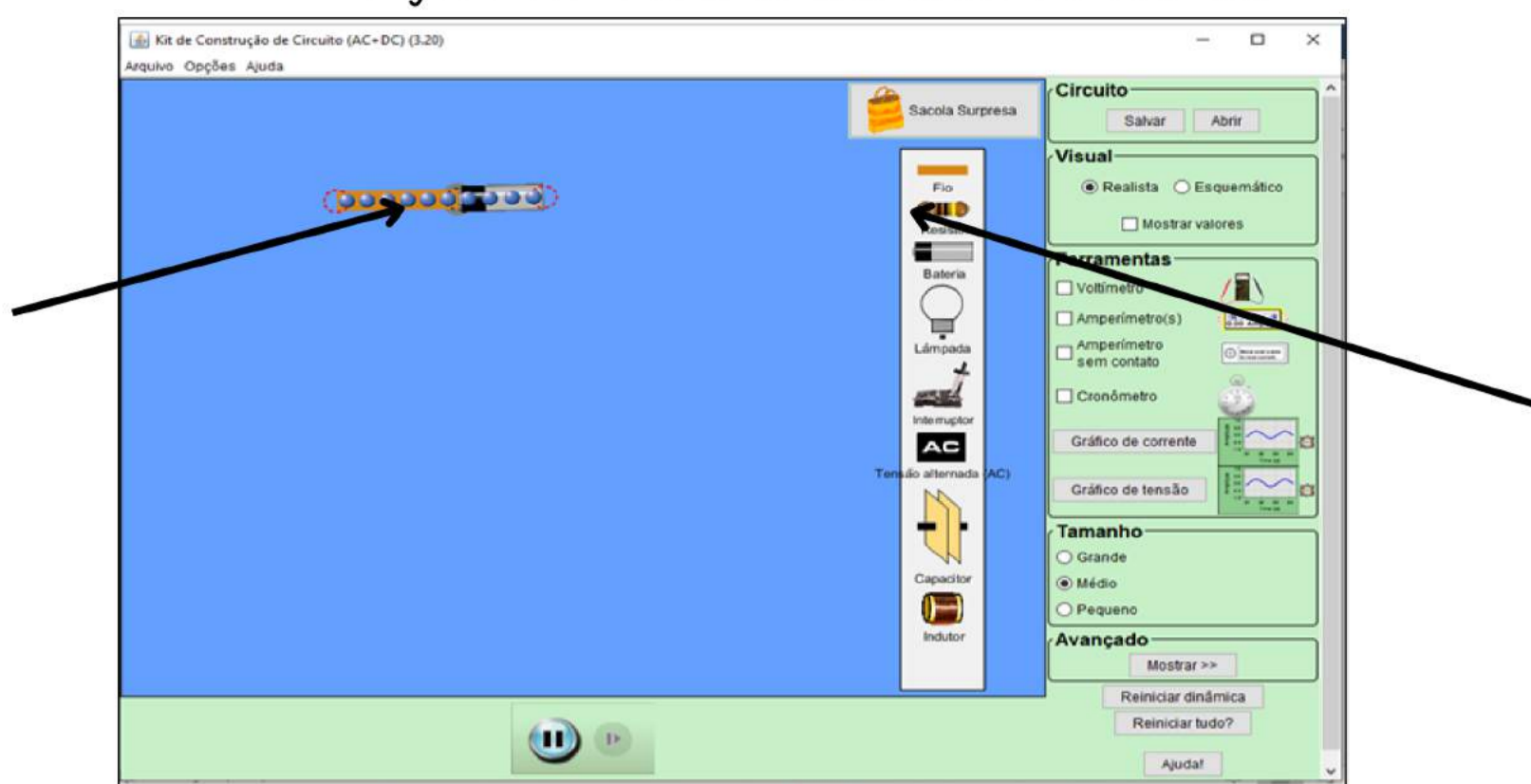
Figura 39: Tela inicial do Simulador Construção de Circuito (AC + DC).



Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab). Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 1. Para inserir um elemento no circuito, clique sobre o mesmo e arraste até a posição desejada.

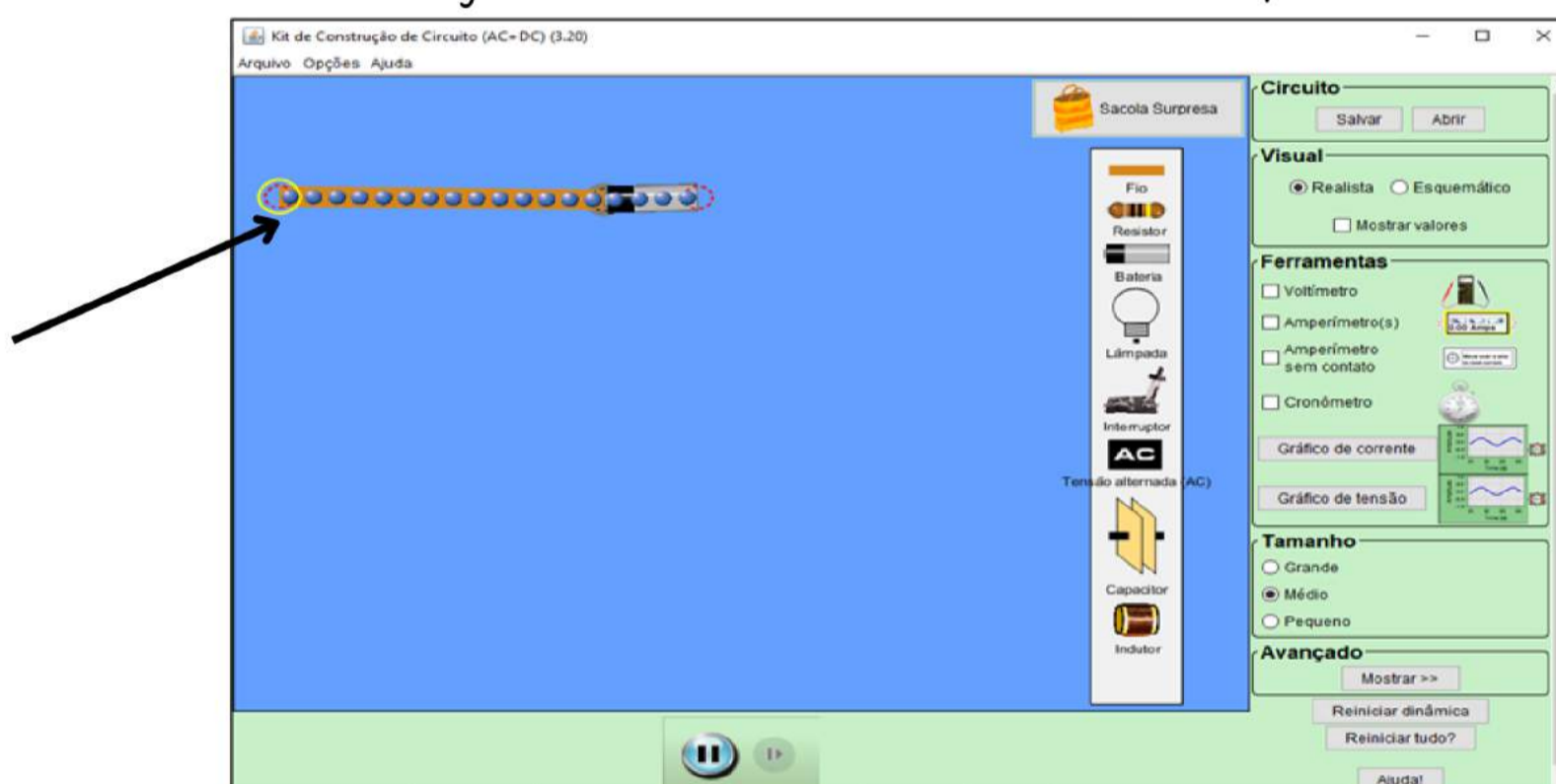
Figura 40: Inserindo elementos no circuito.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 2. Para aumentar o tamanho do fio, basta clicar em uma das extremidades, segurar e arrastar até atingir o tamanho desejado.

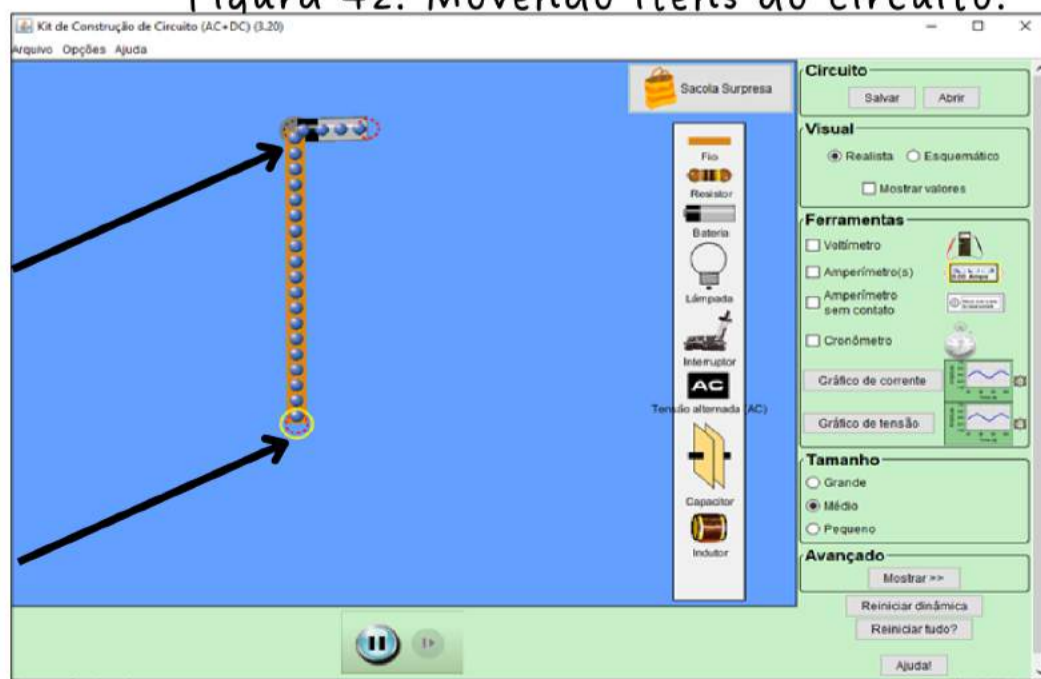
Figura 41: aumentando o tamanho do fio.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 3. Para mover um elemento, basta clicar sobre o mesmo, arrastar até o local desejado.

Figura 42: Movendo itens do circuito.



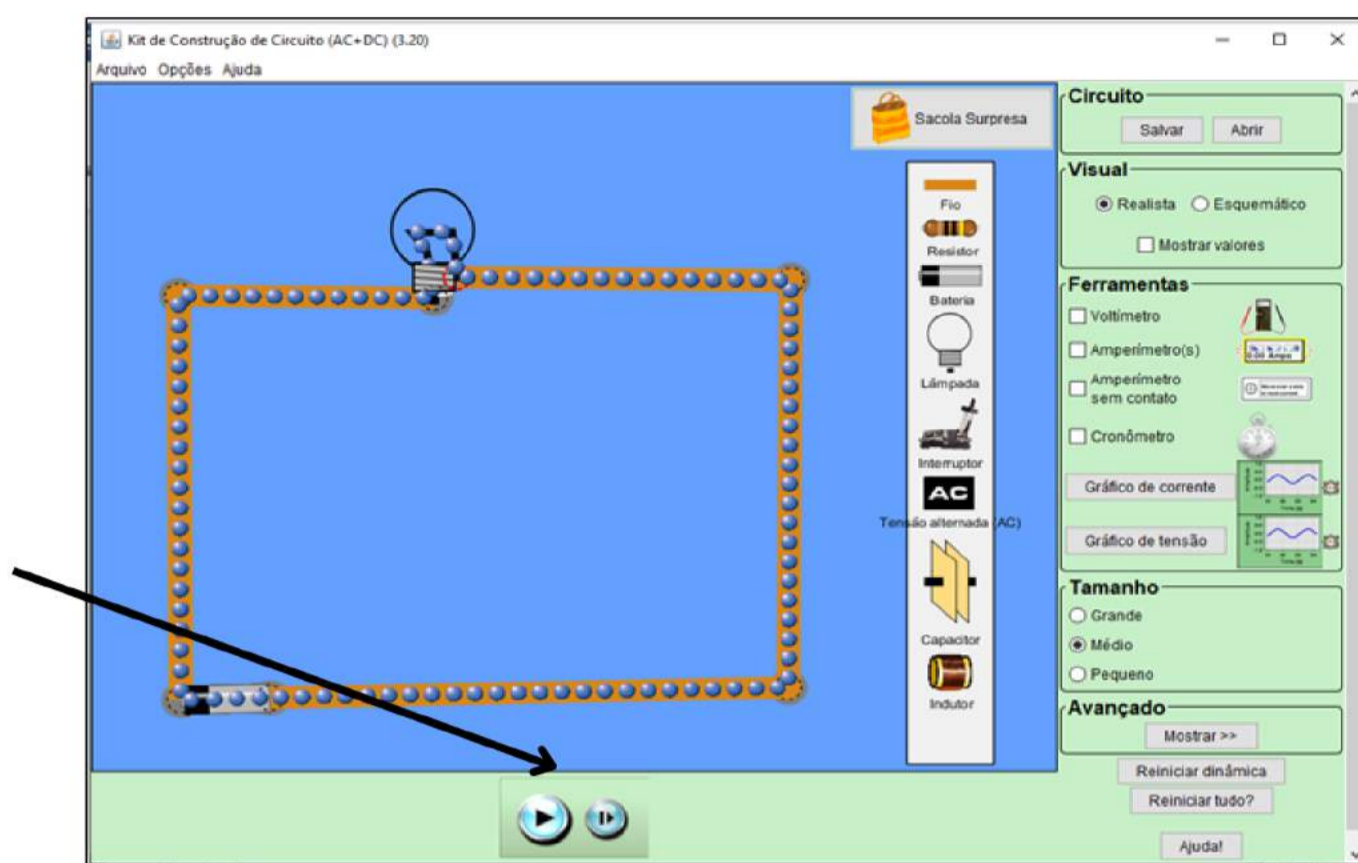
Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022..



OBS: Clicando sobre o elemento e o arrastando, ele será movido no sentido vertical ou horizontal, clicando sobre sua extremidade, ele poderá ser movido em até 360°.

Passo 4. Para iniciar a simulação, basta clicar no botão Iniciar.

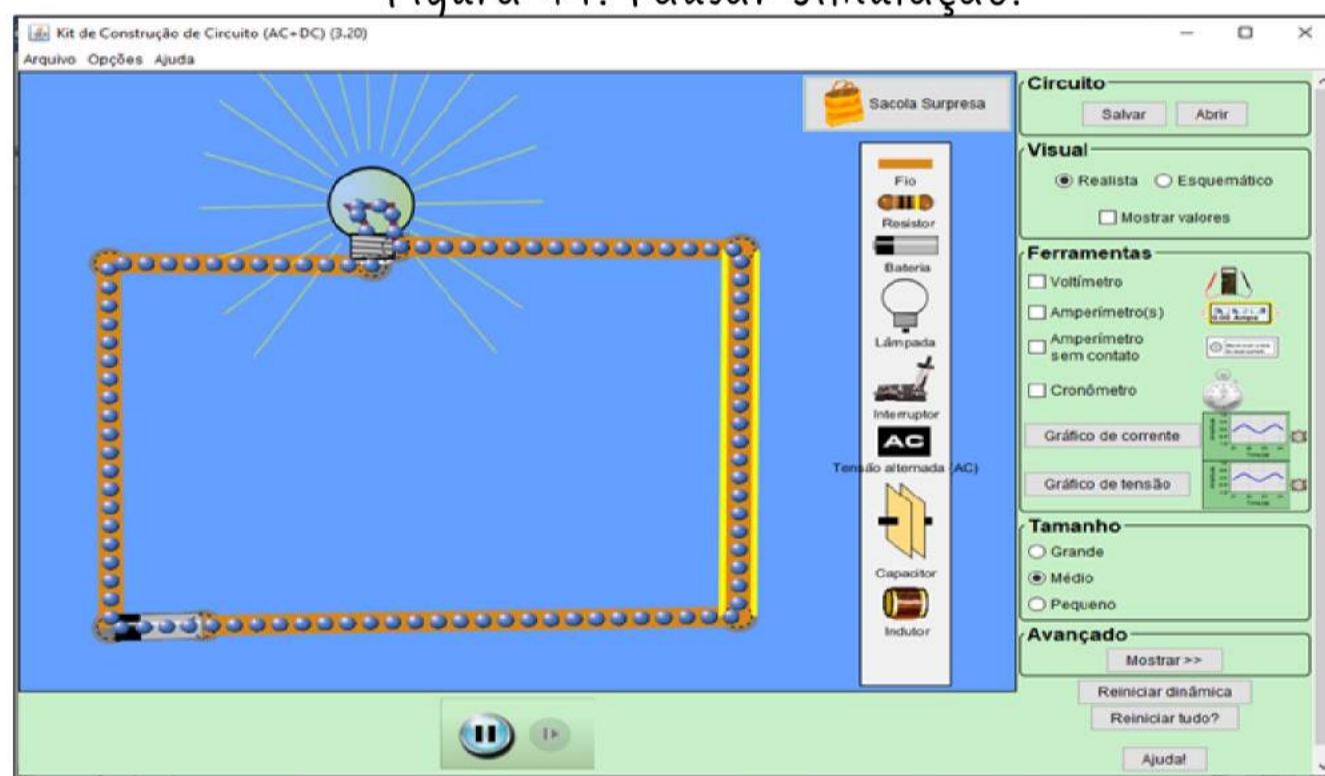
Figura 43: Iniciar simulação.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 5. Para pausar a simulação, basta clicar no botão Pausar.

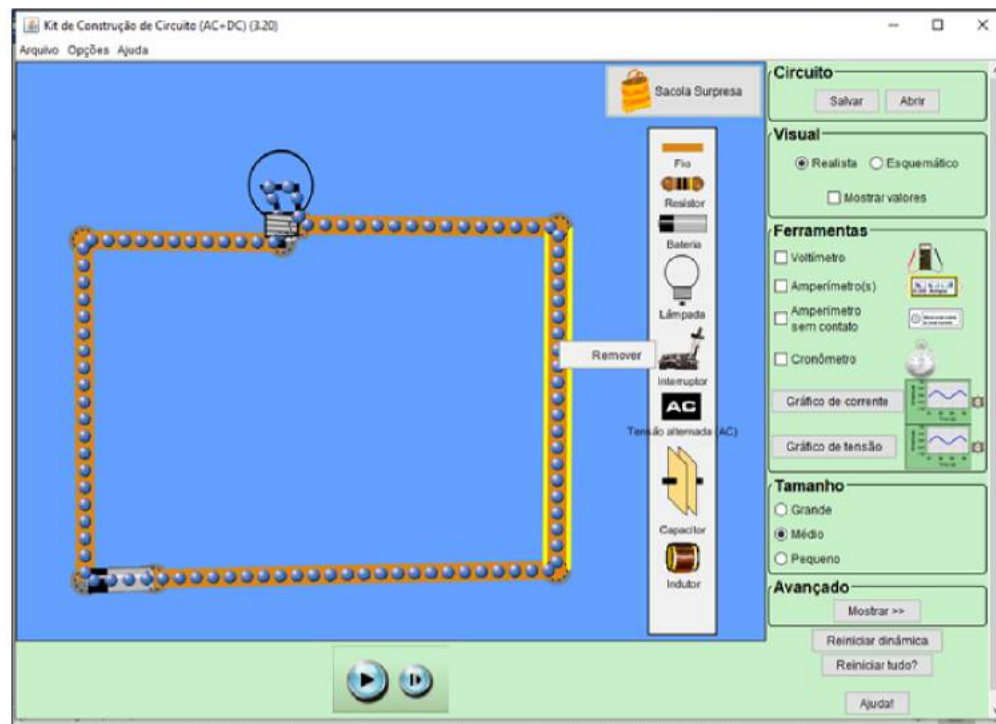
Figura 44: Pausar Simulação.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 6. Para remover um componente do circuito, clique sobre ele e, em seguida pressione o botão Delete no teclado ou, clique sobre ele com o botão direito e selecione Remover.

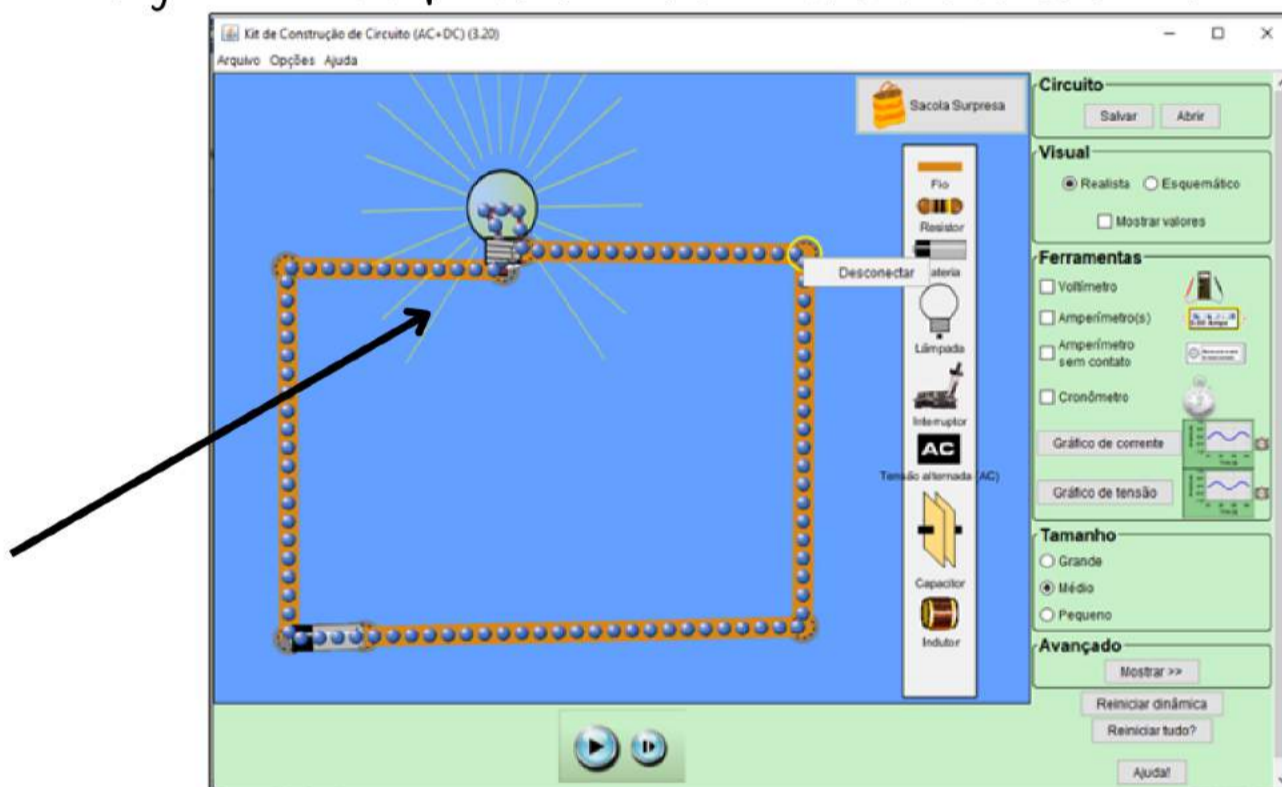
Figura 45: Removendo itens do circuito.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 7. Para desfazer uma ligação entre componentes do circuito, clique sobre ela com o botão direito e selecione Desconectar.

Figura 46: Desfazendo conexão entre elementos do circuito.

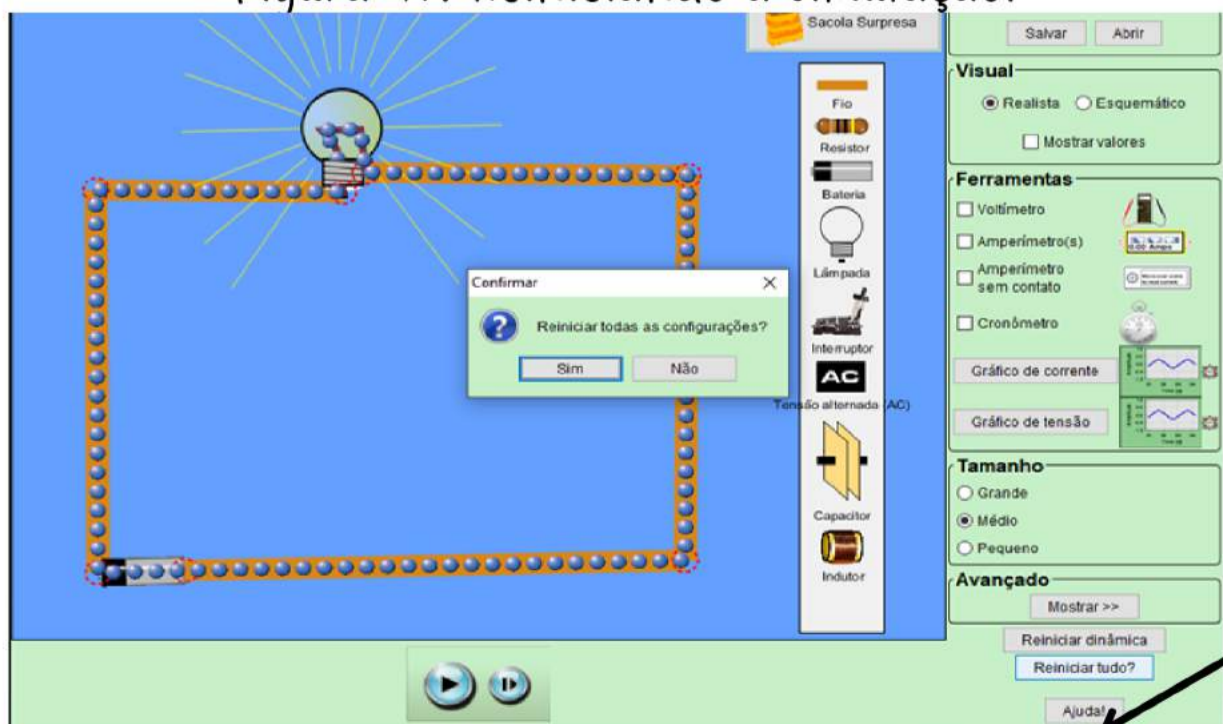


<[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022..

OBS: Para refazer a conexão, basta clicar sobre uma das extremidades e arrastá-la até uni-las novamente.

Passo 8. Para reiniciar a simulação e apagar tudo que foi adicionado ao circuito clique em Reiniciar Tudo e em seguida, Sim.

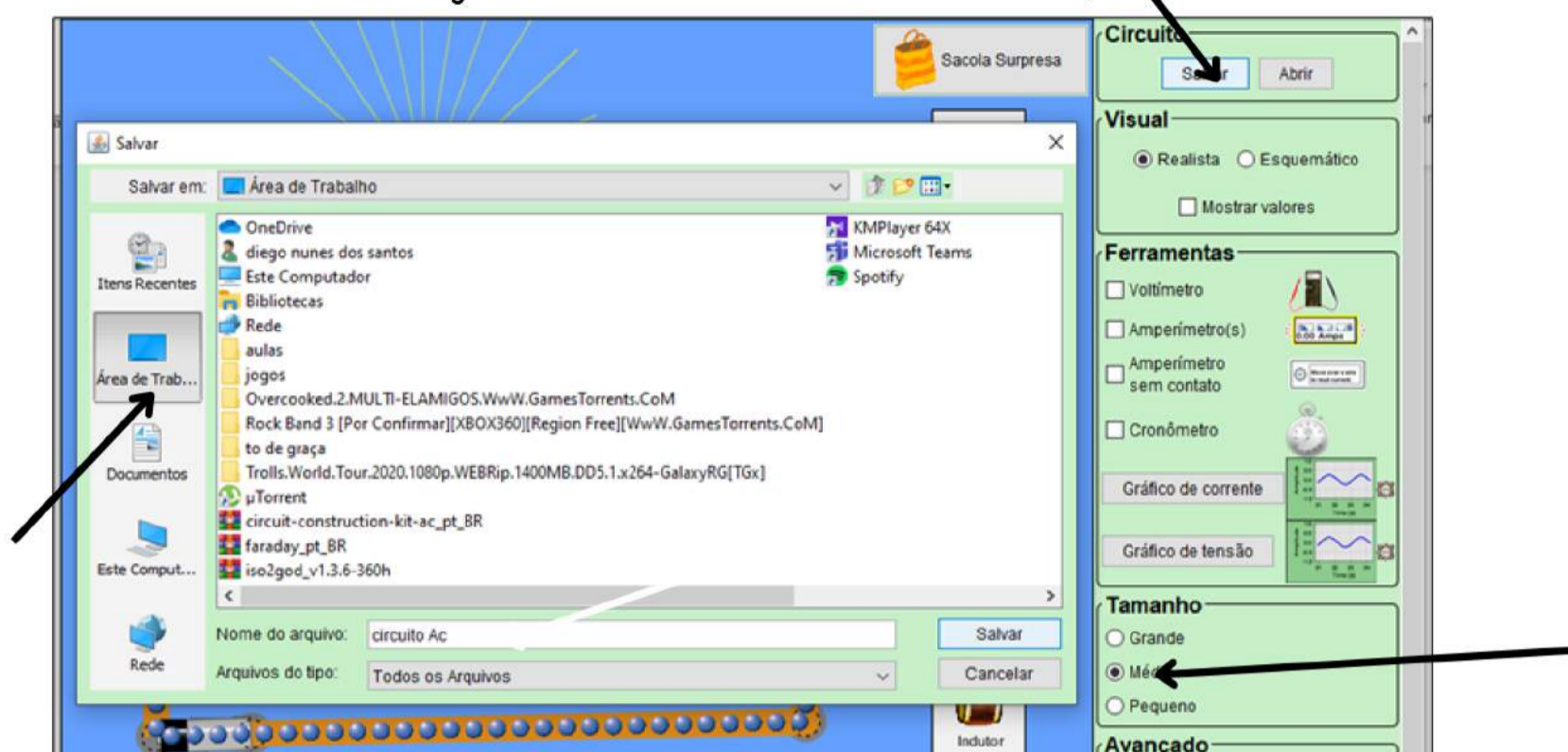
Figura 47: Reiniciando a simulação.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022..

Passo 9: Para salvar a simulação, clique em Salvar, depois, selecione o local em que será salvo, digite o Nome do Arquivo e clique em Salvar novamente.

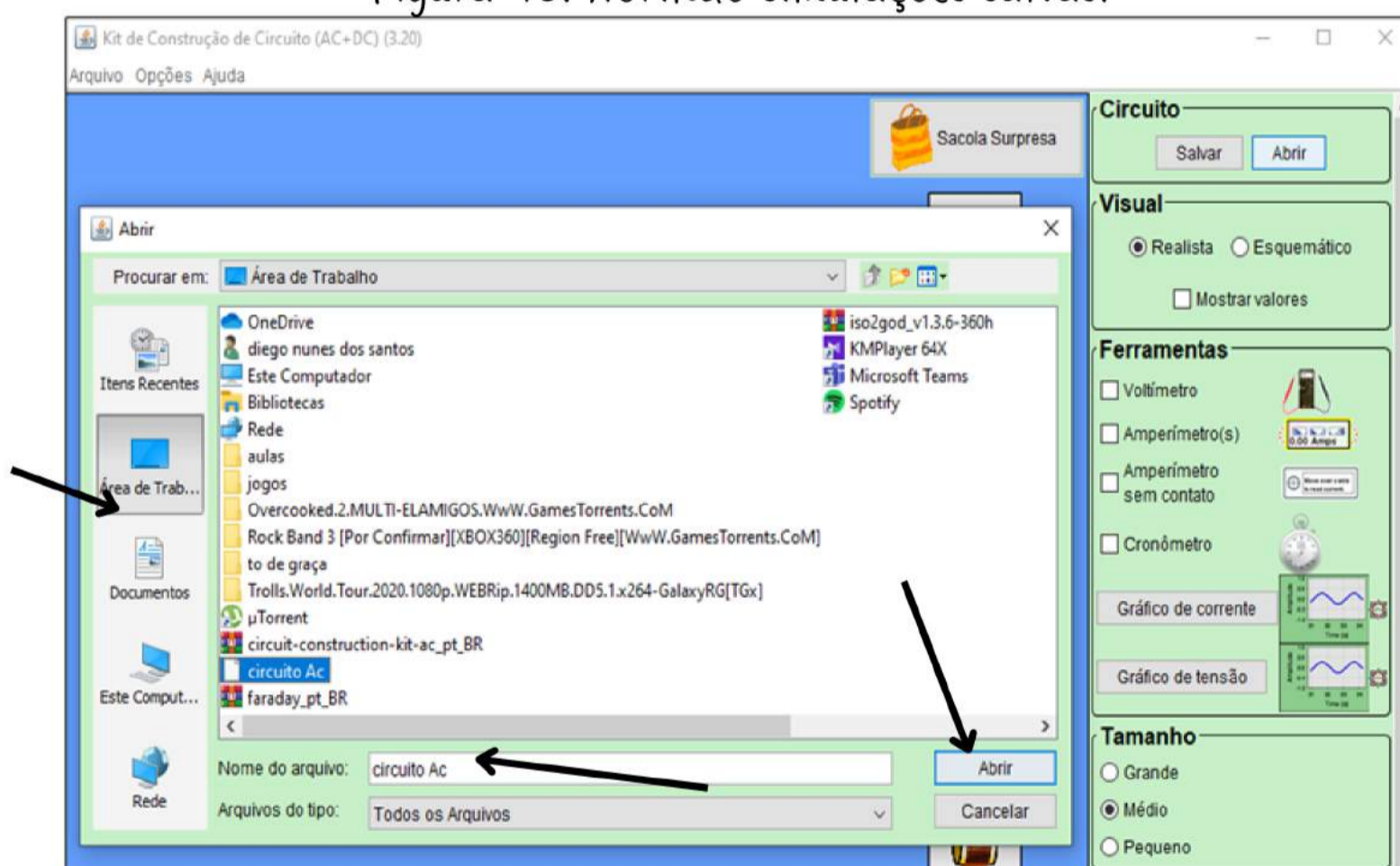
Figura 48: salvando uma simulação.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.

Passo 10. Para abrir uma simulação salva. Execute o simulador, dando um duplo clique sobre o ícone salvo em seu local de download. Clique em Abrir, selecione o local onde a simulação foi salva, selecione o arquivo e clique em Abrir.

Figura 49: Abrindo simulações salvas.



Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab)>. Acesso em: 18 de dezembro de 2022.



APÊNDICE M: questões relacionadas ao PHeT simulador.

Questões

1) Com base em seus conhecimentos, assinale a alternativa correta com relação à corrente elétrica alternada.

- a) É um fluxo desordenado de elétrons que se movem em um único sentido.
- b) É uma corrente em que os elétrons oscilam com determinada frequência em torno de uma posição de equilíbrio.
- c) É uma movimentação de elétrons que flui do maior para o menor potencial.
- d) É uma movimentação de elétrons que flui do menor para o maior potencial.

2) Conceitue corrente elétrica

---

---

---

---

---

---

---

---

3) Qual a diferença entre corrente AC e DC?

---

---

---

---

---

---

---

---

4) Depois do que já estudamos como você explicaria quais problemas podem ocorrer ao ligar vários equipamentos eletroeletrônicos, em um mesmo adaptador "T"?

---

---

---

---

---

---

---

---



APÊNDICE N: 9º Momento de problematização (2h/aula): confecção dos projetos/empreendedorismo e questões.

#### Momento da ação

Grupo 1: Estação para recarga de celular com bateria 9v.

Objetivo: desenvolver protótipo capaz de carregar celular utilizando materiais de baixo custo. A intenção é reduzir e/ou evitar a sobrecarga em tomadas devido ao uso incorreto do adaptador "T".

#### Material

- 1 Bateria 9V
- 1 cabo carregador USB celular;
- 1 carregador celular universal USB veicular - 12V (acendedor de cigarro);
- Papel alumínio
- Fita isolante

#### Procedimento

Conectar-se-á nos polos positivo e negativo das baterias o conector do carregador de celular USB veicular. Essa conexão dar-se-á por fio (tiras) improvisado com papel alumínio (pode ser cobre). Para tanto, o corte necessita ter entre 5 a 7 cm de largura de modo que ao ser dobrado gere uma tira de alumínio de mais ou menos 1 cm de largura. Ao final, cortar-se-á a tira de alumínio ao meio, produzindo dois pedaços iguais no comprimento e largura, em seguida, as tiras separadas serão isoladas com fita isolante como representado a Figura 64.

Figura 50: Isolante produzido por "tiras" de papel alumínio com fita isolante.



Fonte: <[https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhzt&feature=emb_logo)>.

Em seguida, as pontas metálicas das tiras isoladas serão conectadas a bateria. Um pedaço da fita ao polo positivo da bateria e, o outro pedaço da fita ao polo negativo.

No carregador celular universal USB veicular 12v, o lado positivo será conectado em uma extremidade e, na outra extremidade será o polo negativo como mostra a Figura 65.

Figura 51: Conexão da fita metálica na bateria 9v e carregador 12v.



Fonte: <[https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhztK&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=1b1BGfLhztK&feature=emb_logo)>.

Agora, só efetuar a conexão do cabo USB no conector de celular universal USB veicular - 12 v e a outra extremidade no celular.

#### Atividade avaliativa

1) É possível utilizar pilha comum a usar a bateria 9v? Justifique sua resposta

---

---

---

---

---

---

---

---

2) Será que é possível conectar a bateria 9v diretamente ao celular? Justifique sua resposta

---

---

---

---

---

---

---

---



APÊNDICE O: Grupo 2: Produção de protótipo capaz de carregar celulares por meio de placa fotovoltaica (energia solar).

Material

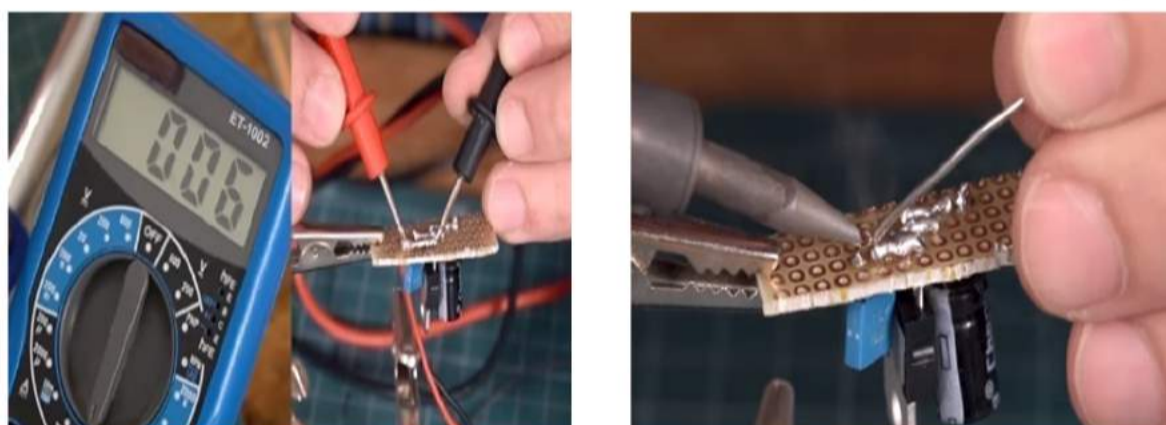
- 2 Placas fotovoltaicas de 3W e 6v (ou 1 placa de 12v)
- 1 capacitor eletrolítico
- 1 Capacitor de poliéster
- Regulador de tensão 7805
- 1 Resistor
- 1 Saída USB
- Placa padrão tipo ilha

*Observação: Pode ser realizado com apenas uma placa fotovoltaica (12v). Inserir duas placas (6v) daria o mesmo valor de voltagem.*

Procedimento

- 1) Retirar uma tira de apenas 3 cm para fixar os componentes.
- 2) Anexar o regulador de tensão (três perninhas) nos furos da placa padrão tipo ilha.
- 3) Colocar o positivo do capacitor no terminal da esquerda e, o negativo no terminal do centro. O capacitor de poliéster (sem polaridade) será ligado um terminal no centro e, o outro no terminal será fixado na placa padrão.
- 4) Realizar o processo de solda e juntar as ilhas em locais, de modo que, as partes conectadas permaneçam juntas no processo de solda. A placa fotovoltaica requer fixar dois para passagem de energia gerada.
- 5) O ideal é que a placa fique em 90° em relação aos raios solares. As duas placas serão ligadas em paralelo, gerando um total de 12 V, ou utilizar uma placa de 12 V. A figura 66 mostra o esquema de solda dos materiais na placa-padrão. Como é um procedimento complexo e minucioso, pois demanda tempo, o recomendável é que o professor já leve os elementos do circuito soldados.

Figura 52: Processo de solda do regulador de tensão e capacitores na placa padrão.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>.

O experimento pode ser visualizado por meio do endereço eletrônico disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=zc-N13YEqlk>>. O vídeo pode auxiliar os alunos no processo de compreensão e montagem do circuito.

Atividade avaliativa

1) Qual a função dos capacitores?

---



---

2) É possível conectar o cabo USB direto na placa fotovoltaica e celular sem o regulador de tensão 7805? Justifique sua resposta

---



---

3) O que é um circuito em paralelo

---



---

APÊNDICE P - Perguntas Online

MOMENTO 10: Questionário online (opinião sobre o uso do novo método de ensino)

1)Você gostou do Método Ativo de Ensino Problematização utilizada na aula?

a)(  ) Sim

b)(  ) Não

2)Qual dos recursos pedagógicos a seguir você gostou?

a)(  ) Vídeo

b)(  ) Aula experimental

c)(  ) Mapas conceituais

Explique o motivo de sua identificação por este recurso

-----  
-----  
-----

3)Você acha que a o uso das problematizações aplicadas em diferentes momentos e a prática experimental contextualizando a física dos adaptadores "T", segundo orientações do INMETRO, te ajudou a compreender melhor a Física? Por quê?

-----  
-----  
-----

4)O que você achou da Ferramenta CANVA de Projeto no planejamento das ações finais?

-----  
-----  
-----





## APÊNDICE Q - Perguntas Problematizadoras

Momento 1: Seria recomendado ligar diversos eletrônicos em uma mesma tomada utilizando o adaptador "T" (benjamim)? Diante disto, adaptadores "T" são uma opção boa ou ruim? Você o utiliza de forma correta?

Momento 2: a) Será que, ao ligar diferentes eletroeletrônicos com potências variadas, em um mesmo adaptador "t", pode alterar a potência máxima e limites de carga deste objeto, de modo a gerar sobrecarga no circuito elétrico e ocasionar acidentes de diferentes proporções? b) Em que momento da história da eletricidade, os adaptadores "T" (benjamim) foram desenvolvidos??

Momento 3: Com base no experimento realizado, como explicar os acidentes ocorridos no CT do Flamengo "Ninho do Urubu"?

Momento 4: Qual a potência máxima e limite de carga elétrica dos adaptadores "T" capaz de facilitar a ligação de eletrônicos em diferentes pontos de energia sem causar sobrecarga do circuito elétrico?

Momento 5: O uso incorreto de adaptadores "T" pode desencadear sobrecarga do objeto e gerar sérios problemas em circuitos elétricos. Quais fenômenos físicos podem ser observados nesta situação e explicar o acidente no CT do Flamengo "Ninho do Urubu" e no texto estudado na aula 4 "A casa que se incendiou"?

Momento 6: Quais conceitos físicos estudados são observados utilizando o tubérculo batata-inglesa e/ou limão envolvendo a construção da batata-pilha??

Momento 7: É possível o uso incorreto dos adaptadores "T" ocasionar o aumento da carga de energia elétrica inquirida e, como consequência, elevar a temperatura de cabos e fios e, como resultante gerar alto consumo elétrico elevando o preço final de sua conta de luz?

Momento 8:Quais sugestões envolvendo materiais de baixo custo, você apresentaria para evitar o uso incorreto (gambiarras) destes objetos na falta de tomadas elétricas e assim evitar riscos de acidentes?

Momento 9: Para quê e como (quais etapas) construir uma estação de recarga de celulares?

Momento 10: ""O uso de adaptadores "T" (benjamins) começou a facilitar nossa vida?" (exemplifique seus benefícios e malefícios em decorrência do uso correto e/ou incorreto).

## APÊNDICE R - Planejamento CANVAS de Projeto.

Quadro 2: Tabela de planejamento CANVA de Projeto.

Título do Projeto	
1 - Problemática (Pergunta investigativa da MP)	5 - Duração
2 - Equipe	6 - Motivadores para ações
3 - Objetivos a serem alcançados	7 - Principais ações
4- Conteúdo abordado no estudo	8 - Produto final a ser alcançado
9 - Avaliação do produto final	

Fonte: o autor, 2022.



## APÊNDICE S – Slides contextualizando aulas expositivas-dialogadas.

10/7/2020, 10:00:00 AM

# ELETRICIDADE

ELETRODINÂMICA

10/7/2020, 10:00:00 AM

## APRESENTAÇÃO

10/7/2020, 10:00:00 AM

## ELETRODINÂMICA

- Está relacionado ao estudo dos fenômenos elétricos que se manifestam quando os portadores de carga elétrica estão em movimento.

10/7/2020, 10:00:00 AM

## ATENÇÃO!

**EXPLICAÇÃO 1**

Ocorre atração entre as placas. Porém, não há fluxo de elétrons. Isso se trata apenas de um fenômeno de equilíbrio.

**EXPLICAÇÃO 2**

Existe a presença de um fio condutor realizando o contato entre as placas. Assim, ocorre o fluxo de elétrons e, como consequência, surge um movimento.

Por isso, transferência de carga ocorre em equilíbrio entre as placas de placa negativa para a positiva.

10/7/2020, 10:00:00 AM

## CONCEITUANDO CORRENTE ELÉTRICA

É o movimento ordenado de elétrons ao longo de um meio condutor.

**Atenção:**

- É essencial saber que, o sentido da corrente elétrica é o sentido contrário ao do fluxo de elétrons, ou seja:
  - Sentido de fluxo de elétrons:
  - Sentido de corrente:

10/7/2020, 10:00:00 AM

## DESSE MODO....

**Condição de equilíbrio:**

10/7/2020, 10:00:00 AM

## TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA

**CORRENTE CONTÍNUA (CC OU DC)**

- O fluxo de carga elétrica ocorre quase em um sentido.

As pilhas e bateria

**CORRENTE ALTERNADA (CA OU AC)**

- Ocorre uma variação no fluxo de carga elétrica ao longo do tempo, ou seja, em um sentido.

Os aparelhos elétricos ou lâmpadas conectados à rede.

10/7/2020, 10:00:00 AM

## OBSERVAÇÃO!

A intensidade de uma corrente elétrica é medida em ampère (A).

O aparelho usado para medir a intensidade de corrente elétrica é o amperímetro.

10/7/2020, 10:00:00 AM

## DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO

**Diferença de potencial elétrica (ddp) ou tensão elétrica ou voltagem.**

Ocorre quando há uma energia potencial elétrica num sistema.

**DEFINIÇÃO**

Para que haja corrente elétrica circulando pelo fio condutor de um circuito elétrico, deve haver uma diferença de potencial elétrica (ddp) entre os terminais de um gerador (pilha, bateria). Esse gerador tem um polo positivo (maior potencial) e um polo negativo (de menor potencial). O sentido da corrente elétrica num circuito elétrico se dá do polo positivo para o polo negativo.

10/7/2020, 10:00:00 AM

## O QUE É MESMO TENSÃO ELÉTRICA?

É a diferença de potencial elétrico (ddp) entre dois pontos de um circuito elétrico.

**Atenção:**

Para que haja corrente elétrica circulando pelo fio condutor de um circuito elétrico, deve haver uma diferença de potencial elétrica (ddp) entre os terminais de um gerador (pilha, bateria).

**ddp = U = V = E / Q**

**U = V = E / Q**

**U = V = E / Q**

- U = V = E / Q
- U = V = E / Q
- U = V = E / Q

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

# RESISTORES E CIRCUITOS ELÉTRICOS

ELETRODINÂMICA

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## RESISTORES - DEFINIÇÃO

- São condutores de alta resistência.
- Função: Tendem a converter energia elétrica em energia térmica, calor (efeito Joule).
  - De que depende a resistência de um condutor?
- Do tipo de material que o compõe.
- Materiais diferentes, apresentam resistências diferentes à passagem da corrente elétrica. Materiais condutores de alta resistência são usados na fabricação de resistores.

**Qual a principal função do resistor?**  
Diminuir o valor da corrente elétrica que circula pelo trecho do circuito onde está inserido.

**ATENÇÃO:** Encontramos os resistores em aparelhos como ferro de passar, secador de cabelo, chuveiro elétrico

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## SÍMBOLOS

**Símbolos de um resistor**

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## COMO UMA LÂMPADA ACENDE QUANDO ACIONAMOS UM INTERRUPTOR?

1) Porquê as lâmpadas se acendem ao acionar um interruptor?  
2) É correto afirmar que a tomada é uma espécie de "fonte" de energia elétrica residencial?

**RESPOSTA**

São fontes de energia elétrica: **Baterias, pilhas e tomadas**. Os fios elétricos são conectados à tomada. Existe um circuito elétrico em anexo a parede que permite a Lâmpada ser acesa e/ou apagada. Para tanto, há uma corrente elétrica, com fluxo contínuo e ordenado de cargas elétricas. Tão logo, ao acionar um interruptor, pode-se fechar e/ou abrir o circuito em anexo.

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## CIRCUITO ELÉTRICO

**COMPONENTES DE UM CIRCUITO ELÉTRICO**

- Resistor: função de transformar energia elétrica em energia luminosa e calor (lâmpada);
- Interruptor: fechar e/ou abrir o circuito elétrico;
- Fios: Condutores de corrente elétrica;
- Gerador: fornece energia elétrica (pilha).

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

**Em Série:**

Ocorre uma associação em sequência, de modo que, na mesma direção e na mesma sequência os componentes deste circuito ligam-se entre si.

**ATENÇÃO!**

- Neste caso, a corrente elétrica tem a mesma intensidade durante seu percurso em um só caminho.
- A tensão elétrica fornecida pelo gerador (pilha, bateria, tomada) é dividida entre os componentes do circuito (ex: resistores).

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

**-U= U1 +U2 + U3**

**EXEMPLO**  
Lâmpadas em série usadas na decoração das árvores de Natal

**OBSERVAÇÃO**  
Em uma associação em série se, uma das lâmpadas envolvidas queimar, ou for desconectada, todo o circuito elétrico será interrompido. Logo, deixa de existir corrente elétrica.

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

**CARACTERÍSTICAS**

- Neste tipo de associação a corrente elétrica se divide ao longo do circuito.
- Acontece tensão elétrica constante em todos os pontos do circuito.

**ATENÇÃO**  
Em uma associação em paralelo se, uma das lâmpadas for retirada e/ou queimar, as outras permanecem acesas. Isso é possível, pois, há um circuito elétrico fechado, totalmente autônomo, de modo que, a corrente elétrica continua circulando por ele.

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

**EXEMPLO**  
circuito elétrico residencial.

**i = i1 + i2 + i3**

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## REGRA

P	S	I
+	=	U
=	+	

- Associação em paralelo: temos a ddp igual. Logo, soma-se as correntes de cada resistor;
- Associação em Série: temos, a intensidade da corrente igual e soma-se as ddp de cada resistor.

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS

**DEFINIÇÃO**

São materiais elétricos que apresentam comportamento opostos em relação à passagem de corrente elétrica.

**ATENÇÃO**

Os materiais condutores tem função de permitir o fluxo (movimentação) dos elétrons. Encontra partida, os materiais isolantes dificultam esse fluxo de elétrons (movimentação), ou seja, a passagem da eletricidade.

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## EXEMPLOS DE CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS

**CONDUTORES ELÉTRICOS**

- METAIS (ferro, cobre, alumínio)
- CORPO HUMANO

**ISOLANTES ELÉTRICOS**

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

# POTÊNCIA ELÉTRICA

ELETRODINÂMICA

Prof. Paulo Torres (Comissão de ensino em Física)

## POTÊNCIA

**DEFINIÇÃO**

Alguns aparelhos elétricos funcionam consumindo energia elétrica e transformando-a em alguma outra forma de energia. A energia elétrica que um equipamento consome (E) em certo tempo (t) define sua potência elétrica, ou apenas potência (P).

**FÓRMULA**

$$Potência (P) = \frac{\text{energia consumida (E)}}{\text{tempo (t)}}$$

**UNIDADE DE MEDIDA NO SISTEMA INTERNACIONAL (SI)**

- Potência =W (watt) (o valor da potência é expressa em watt)

Prof. Paulo Torres (Conceito de energia com a kWh)

### EXEMPLO



• Para obter a potência elétrica de um equipamento, basta dividir a energia consumida pelo tempo de utilização.

• A potência elétrica de um equipamento é dada em Watts (W).

Logo,  $P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \times t$

Prof. Paulo Torres (Conceito de energia com a kWh)

### ATENÇÃO!

- Para casos em que o tempo seja expresso em hora, a unidade relacionada de consumo é watt-hora (Wh).
- Devido a expansão e acessibilidade dos aparelhos elétricos, os brasileiros estão usando-os em larga escala. Por causa do grande consumo de energia elétrica usa-se a unidade de medida quilowatt-hora (kWh).

De modo que,

• A palavra quilo (k) representa o número 1 000, ou seja, é o equivalente a multiplicar a quantidade de watt-hora, por exemplo, por 1 000. 1 kWh = 1 000 Wh.

Logo,  
1 kWh = 1000 Wh

Prof. Paulo Torres (Conceito de energia com a kWh)

### CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA MENSAL (RESIDÊNCIAS)

**VAMOS PRATICAR???**

Equipamento	Quantidade na residência	Potência (W)	Tempo médio de uso (hora/dia)
Lâmpada de LED	8	9	4
Sêccar	1	230	5
Fritadeira	1	800	10*
Chuveiro elétrico	1	5400	5
Máquina de lavar roupa	1	1000	0,5
Ferro elétrico	1	500	0,5

\* Em alguns países, mesmo ligadas o chuveiro elétrico, não funcionam o tempo inteiro devido a instalação com interruptor a relé. O tempo médio de uso é de 5 minutos.

**EXERCÍCIOS**

Pela relação  $E = P \times t$ , calcular a energia elétrica consumida pelo equipamento em 1 dia. Somando todos os consumos, temos o consumo total de energia elétrica consumida em um dia.

Prof. Paulo Torres (Conceito de energia com a kWh)

### CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

**VAMOS ENTENDER A CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA?**



**DADOS DA CONTA**

- 1 - Dados da conta total a ser paga, período de referência;
- 2 - Dados de Medição: período de leitura do relógio, consumo mensal em kWh;
- 3 - Descrição de Faturamento: Valor do Consumo do Mês (A), Energia Ijerada - GD (B), Energia Consumida - GD (C), Custo de Disponibilidade (D), Devolução - Cobrança Excedente s/ ICMS (E) Contribuição para Custo do Serviço de Iluminação Pública - Prefeitura (CIP) (F), Devolução - Valor Excedente de ICMS (G).

Fonte: o autor, 2022.



APÊNDICE T: Charge confeccionada no CANVA.  
 Figura 53: ilustração do aplicativo CANVA.



Fonte: o autor, 2022.

APÊNDICE U: Texto "A casa que se incendiou".

"Utilização indevida de "benjamim" causando sobrecarga e curto-circuito em residências"

Kamily, de 17 anos e residente da cidade de Campos dos Goytacazes estava ansiosa por assistir a reprise da novela das 21h, Fina Estampa, em uma emissora brasileira. Seu celular descarregou. Na mesma hora, a adolescente buscou o seu carregador. Na hora de conectar a tomada percebeu que, infelizmente, a única tomada da residência estava ocupada. Ligada a ela havia um benjamim com a conexão da TV, som e o celular de sua mãe recarregando. No bendito equipamento havia apenas uma conexão sobrando.

Não poderia desligar a TV, os capítulos finais da novela era o item principal e esperado. A mãe não permitia desligar o som e, ao menos tirar o seu carregador de celular do benjamim.

Na indecisão entre realizar a desconexão e assistir a tão esperada novela, Kamily empurrou a cortina de tecido, de marca Oxford, que estava atrás do Rack marrom e, na última conexão do benjamim, conectou o carregador de seu celular.

Naquele exato momento um cheiro de plástico derretido começou a exalar por toda a residência.

Passados uns 10 minutos a mãe de kamily, em alto e bom tom, questiona:

-Que cheiro de plástico derretido é este?

-Não sei mãe! Não estou sentindo...

Passados 15 minutos, a mãe libera outro grito:

-Menina, você está queimando o que na sala?

-Nada mãe! Esse cheiro está vindo de fora. Vizinhos queimando o lixo.

Do nada, a TV desliga!

Kamily, já irritada sai da sala sem perceber o que estava prestes a acontecer indo em direção a varanda.

A mãe, super atenta, corre nos cômodos da casa e, por último chega à sala. Assustada vendo a sala enfumaçada e, o fogo subindo pela cortina, começa a chorar e pedir socorro.

Desesperada a mãe começa a gritar:

-Kamily, onde você está?

-Estou no banheiro, a TV desligou!

-Vamos filha, corre, vamos sair de casa com pressa. A cortina está pegando fogo, o rack também!

O fogo rapidamente se alastra consumindo toda a sala, cozinha e quartos.

Não havia um disjuntor chave geral. O relógio estava com defeitos no padrão já antigo.

Vizinhos, rapidamente, chamam o corpo de bombeiros que, logo chegam à residência já consumida por labaredas de um fogo intenso.

Desesperadas, mãe e filha choram ao ver a casa que moravam e mobiliaram com tanto esforço se consumir, virando cinzas.

-Ah filha, o que aconteceu na sala? Eu estava na cozinha lavando louças.

-Mãe, não sei! Apenas conectei meu celular no benjamim atrás do Rack, ao lado da cortina.

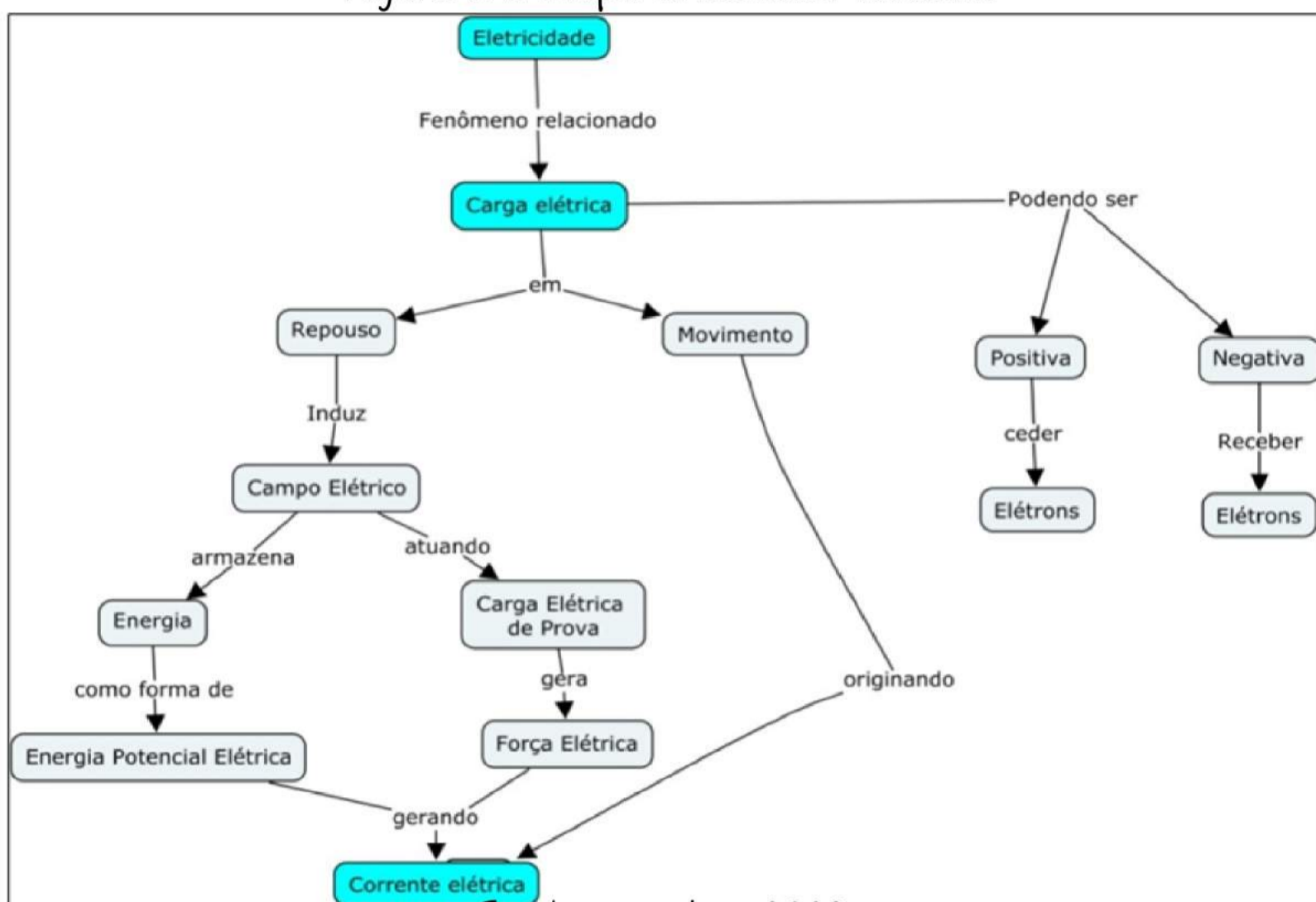
Mãe e filha não conseguiam entender como, onde e por que o incêndio começou.

Momento de Reflexão

Se você fosse um amigo de Kamily e sua mãe, como explicaria o motivo pelo qual a casa se incendiou?

APÊNDICE V: : mapa conceitual modelo pré-elaborado para atividade inicial dos alunos.

Figura 54: Mapa conceitual modelo.







ANEXOS



ANEXO I – Certificado XII CONFICT - V CONPG 2020 – Evento com temática “Ciência para o desenvolvimento sustentável” sediado de forma online entre os dias 13 a 16 de outubro de 2020. A pesquisa foi submetida na forma de banner com apresentação oral em vídeo e recebeu o status de aprovada com premiação e parecer satisfatório da comissão de avaliação do evento.



ANEXO II – Certificado XIII CONFICT & VI CONPG 2021 (Congresso Fluminense de Pós-Graduação (CONPG)) – Evento sediado com a temática “Desafios da Ciência no Pós-Pandemia” ocorreu entre os dias 22 a 25 de junho de 2021. O trabalho foi aceito para apresentação oral no evento de forma online.



ANEXO III – Certificado II CONE QFBM – II Congresso Online Nacional de Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática. Em seu segundo ano consecutivo, a edição traz como temática central “Os desafios contemporâneos e a metamorfose no Ensino”. O evento ocorreu no período de 11 a 14 de outubro de 2021 e promoveu a discussão sobre formas diferentes de ofertar o Ensino de Química, Física, Biologia e Matemática. O trabalho apresentado ficou entre os seis melhores apresentados no evento e teve sua publicação em seus Anais sob a identificação numérica ISBN: 978-65-81152-25-3.



ANEXO IV - Certificado VIII CONEPE 2021 - (8ª edição do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão) com a temática "Ensino, Saúde e Meio Ambiente: O Impacto das Inovações Tecnológicas" ocorreu no formato online entre os dias 22 a 26 de novembro de 2021. O evento foi acolhido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense) campus Campos Guarus. A presente pesquisa foi submetida na área temática "VI: EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS", sob a linha de pesquisa "Práticas educativas inclusivas, tecnologias educacionais e inovações pedagógicas". O trabalho científico, no formato resumo expandido, foi aceito no evento e apresentado de forma oral recebendo Menção Honrosa pela banca examinadora e publicação nos Anais do evento pela Essentia Editora IFFluminense com a identificação numérica ISSN: 2525-975X.



ANEXO V - Certificado XIV CONFICT / VII CONPG 2022 - XIV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica / VII Congresso Fluminense de Pós-Graduação envolveu a temática: 100 anos de Darcy Ribeiro: "Temos todo um mundo a refazer", ocorrido virtualmente no período de 20 a 24 de junho de 2022. O presente trabalho foi aceito no evento e apresentado na categoria Pós-Graduação-Oral.



ANEXO VI – Certificado de participação no Congresso Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022: II ENMNPEF, VIII EBEF e XI EFRAS promovido pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelo Instituto de Física (IF/UnB) e pelo Centro Internacional de Física (CIF/UnB), ambos da Universidade de Brasília. O congresso envolveu temática “100 anos de Darcy Ribeiro” e ocorreu entre 12 a 16 de dezembro de 2022, sediado pelo Centro Internacional de Física e Instituto de Física da Universidade de Brasília. A presente pesquisa teve seu resumo expandido apresentado na categoria Pós-graduação oral. O artigo foi publicado na Revista Professor de Física: v. 6 n. Especial (2022): anais do Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022 sob a identificação numérica DOI: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v6iEspecial.46155>>.



ANEXO VII - Texto: "Centro de Treinamento (CT) do Flamengo - George Helal, mais conhecido como "Ninho do Urubu".

Flamengo sabia da situação de 'grande risco' no Ninho do Urubu nove meses antes do incêndio

Vistoria apontava necessidade de 'atendimento emergencial' em alguns pontos do sistema elétrico do alojamento. Incêndio em fevereiro de 2019 matou 10 adolescentes do centro de treinamento. Flamengo foi alertado 9 meses antes sobre riscos nas instalações do Centro de Treinamento

Em um e-mail do dia 11 de maio de 2018, os responsáveis pela administração do centro de treinamento receberam um relatório feito por um técnico contratado pelo clube que apontava problemas em diversos itens no "quadro elétrico atrás do alojamento da base".

De acordo com o relatório em poder da Justiça, a situação era de "alta relevância e de grande risco". E pontos como os "disjuntores" e o "quadro elétrico atrás do alojamento da base" precisavam de "atendimento emergencial".

Três dias depois do relatório, o clube, segundo contrato que consta em processo na Justiça, recebeu a proposta de uma empresa para realizar os consertos.

Em outubro, a empresa recebeu a segunda parcela pelo término do trabalho. O serviço, no entanto, não foi feito e os itens que deveriam ter sido consertados permaneceram intactos.

É o que aponta o parecer técnico da Anexa Energia Serviços de Eletricidade, que foi contratada pelo Flamengo após o incêndio para fazer uma vistoria, identificar as causas do acidente e fazer consertos necessários.

Em um parecer técnico entregue ao clube no dia 20 de março de 2019, a empresa afirma que ao vistoriar o disjuntor que atendia ao módulo onde estava o ar-condicionado que deu início ao fogo verificou que "as instalações continuavam as mesmas de quando a inspeção fora realizada, em registros fotográficos antes e depois do evento que culminou na morte de 10 adolescentes".

"Podemos perceber que o serviço que a empresa CBI foi contratada, não foi realizado, mantendo o mesmo alto grau de risco antes verificado". As tais "gambiarras" elucidadas na proposta, ainda estavam claramente no local, diz o documento.

Entre as fotos apresentadas à Justiça, a empresa anexou as imagens do mesmo disjuntor antes e depois do incêndio. Segundo a empresa, após o incêndio, o disjuntor permanecia com os mesmos problemas detectados em maio.

"Constatamos que o disjuntor estava aproximadamente 54% acima do limite máximo de proteção, o que pode acarretar valores excessivos de temperatura na parte interna do equipamento", informou a empresa contratada para verificar o sistema após o incêndio.

O disjuntor, explica, não tinha as especificações técnicas para suportar a carga do ar-condicionado. "Podemos observar que o circuito é um cabo de 10mm<sup>2</sup>, conectado a um disjuntor de 125A, quando a corrente máxima admissível neste condutor são 52A".

Para os técnicos que analisaram o aparelho, "a causa do incêndio está ligada às tensões da instalação elétrica, que podem ter sido provocadas pelas oscilações da rede elétrica e/ou pela má instalação elétrica do CT".

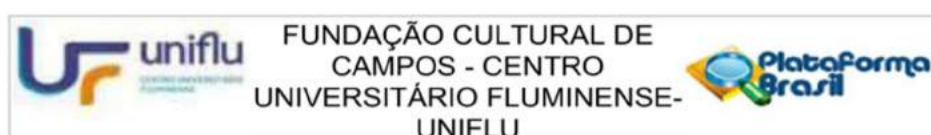
A documentação está no processo que corre na Justiça, consequência do rompimento do contrato entre a empresa que fez a perícia e o Flamengo. A Anexa afirma que o clube não pagou pelo serviço. Já o Flamengo diz que a empresa não executou o trabalho contratado.

Eduardo Bandeira de Mello, presidente do Flamengo até dezembro de 2018, alegou não ter tido conhecimento dos e-mails e relatórios sobre a segurança do Ninho, e que este era um assunto resolvido "nos escalões mais baixos".

Ainda segundo Bandeira de Mello, como o Flamengo contratou e pagou o reparo necessário, ele entende que o assunto ainda deve ser apurado.

Fonte: <g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia

## ANEXO VIII – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aprendizagem Baseada em Problemas e Canvas de Projeto: ensino híbrido no estudo da Eletricidade.

**Pesquisador:** MURILO DE ALMEIDA SANTOS

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 48032721.1.0000.5583

**Instituição Proponente:** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campos-

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.086.319

## Apresentação do Projeto:

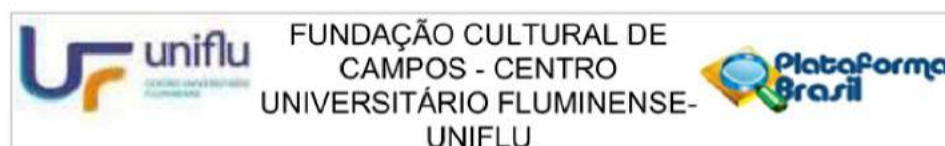
Apresentação do projeto

As informações elencadas nos campos "Apresentação do projeto", "Objetivo da Pesquisa" e Avaliação dos Riscos e Benefícios", foram retiradas das informações básicas da pesquisa com a data de submissão 08/10/2021.

Trata-se de pesquisa de natureza qualitativa com foco no estudo da eletricidade, por meio do estudo sobre uso consciente de adaptadores T (benjamim). O objetivo da pesquisa é analisar a utilização do método de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), auxiliada pela ferramenta de planejamento CANVA de Projeto, para a aprendizagem significativa de temas relacionados à eletricidade. Para isso é proposto a elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD), em nível fundamental, que aborda a temática Adaptadores "T". Nesta, os alunos são incentivados a solucionar problemas em dez encontros híbridos e elaborar um protótipo para carregar celulares, no último encontro. Os instrumentos de coleta de dados são: questionários discursivos, mapas conceituais, roteiros com práticas experimentais utilizando materiais de baixo custo, construção de texto dissertativo-argumentativo, jogos lúdicos, tabela de planejamento CANVA de Projeto. São referenciais da pesquisa: a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a Abordagem Baseada em Problemas (ABP) e a ferramenta Business ModelCanvas. A SD será aplicada

**Endereço:** Rua Visconde de Alvarenga 143/169 - Campus II  
**Bairro:** Parque Leopoldina **CEP:** 28.053-000  
**UF:** RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES  
**Telefone:** (22)2101-3355 **E-mail:** cep@uniflu.edu.br

Página 01 de 12



Continuação do Parecer: 5.086.319

em turma do 8º ano do ensino fundamental, de escola municipal de Campos dos Goytacazes/RJ. Espera-se ao final da aplicação, que os alunos apresentem indícios que apontem para uma aprendizagem mais significativa sobre o conteúdo abordado, bem como senso crítico e proatividade para tomada de decisão diante de problemáticas cotidianas.

## Metodologia Proposta

Proposta Didática dará enfoque à solução de uma problemática cotidiana na escola dos investigados. Será aplicada no ensino fundamental, com a turma dividida em grupos, para a apresentação da pergunta-problema, fase 1 da proposta ABP. A fase seguinte será a organização, por meio dos alunos, das palavras-chave de possíveis causas que motivaram a problemática. A teorização das ideias se dará com a apresentação dos conceitos científicos pelo professor/pesquisador, momento no qual os alunos irão apontar uma possível solução para o problema levantado inicialmente (BERBEL, 1998; SOUZA; DOURADO, 2015). De posse da solução apontada pelos alunos à pergunta inicial da ABP, o modelo de planejamento CANVAS de Projeto servirá de apoio para o planejamento empreendedor do projeto solucionador. Finalmente os alunos devem apontar soluções, apresentando seus produtos finais. Em todo o processo os alunos serão avaliados quanto à assimilação dos conteúdos associados às fases desenvolvidas na pesquisa, bem como no que se refere à criticidade, proatividade, interação e ao comportamento empreendedor.

## Hipótese

A hipótese que se defende é a de que o método da ABP facilitará a contextualização do estudo em nível fundamental, apresentando indícios de aprendizagem significativa sobre conceitos da eletricidade, bem como a mudança comportamental dos alunos, a partir de solução da problemática proposta, com uso da ferramenta Canvas de Projeto, como sujeitos ativos de seu conhecimento.

## Critérios de Inclusão

Não haverá, sobre qualquer hipótese, algum processo de seleção para participação voluntária da pesquisa qualitativa em nível de mestrado. Os alunos selecionados estão em anexo à turma pesquisada em que leciono normalmente. O critério seguido é a participação/atuação nas aulas de ciências, no oitavo ano do ensino fundamental, onde, todos serão convidados e a participação do aluno quanto às etapas da pesquisa não é obrigatória. Para isso, termo TCLE com TALE serão

**Endereço:** Rua Visconde de Alvarenga 143/169 - Campus II  
**Bairro:** Parque Leopoldina **CEP:** 28.053-000  
**UF:** RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES  
**Telefone:** (22)2101-3355 **E-mail:** cep@uniflu.edu.br

Página 02 de 12



Continuação do Parecer: 5.086.319

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide campo: Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações.

**Recomendações:**

Vide campo: Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Indicamos ao pesquisador a leitura das considerações acima descritas e, em seguida, o cumprimento das pendências abaixo relacionadas, lembrando que as informações devem estar padronizadas em todos os documentos (criados após o preenchimento da plataforma e os anexados pelos pesquisadores), não havendo divergência de dados.

Este CEP solicita que todas as alterações realizadas nos documentos a serem anexados a Plataforma Brasil permitam identificação (usar outra cor de letra ou iluminar o texto) para que o estudo dos novos documentos seja facilitado.

1. Distinguir os Critérios de Inclusão e Exclusão nas informações básicas da Plataforma Brasil.
2. Ajustar o Cronograma

**ANÁLISE: PENDÊNCIAS ATENDIDAS**

**Considerações Finais a critério do CEP:**

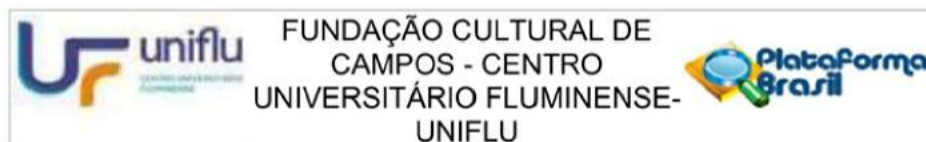
Parecer sem óbices éticos. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parcial e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciados no CEP, conforme Resolução CNS nº 466/2012, item XI.2.d e Resolução CNS nº 510/2016, art. 28, item V.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1769453.pdf	08/10/2021 11:11:41		Aceito

**Endereço:** Rua Visconde de Alvarenga 143/169 - Campus II  
**Bairro:** Parque Leopoldina **CEP:** 28.053-000  
**UF:** RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES  
**Telefone:** (22)2101-3355 **E-mail:** cep@uniflu.edu.br

Página 11 de 12



Continuação do Parecer: 5.086.319

Outros	CARTA_RESPOSTA_CEP.docx	08/10/2021 11:08:59	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termodeassentimentolivreeesclarecido.pdf	01/09/2021 22:06:13	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termolivredeconsentimento.pdf	01/09/2021 22:05:33	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaoescola.pdf	20/07/2021 22:19:51	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
Outros	Termodeanuencia.pdf	20/07/2021 22:13:06	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	20/07/2021 22:03:16	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetodePesquisa.pdf	07/06/2021 13:45:38	MURILO DE ALMEIDA SANTOS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPOS DOS GOYTACAZES, 08 de Novembro de 2021

Assinado por:  
**Leila Corrêa Barreto Siqueira**  
 (Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Visconde de Alvarenga 143/169 - Campus II  
**Bairro:** Parque Leopoldina **CEP:** 28.053-000  
**UF:** RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES  
**Telefone:** (22)2101-3355 **E-mail:** cep@uniflu.edu.br

Página 12 de 12