

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**JEAN FABRICIO TEIXEIRA GOMES**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NA APLICAÇÃO DE  
LABORATÓRIO ABERTO NO ESTUDO DE ELETRICIDADE EM ESCOLAS  
DE ENSINO MÉDIO PROFISSIONALIZANTE**

Marabá-PA  
Agosto/2022

JEAN FABRICIO TEIXEIRA GOMES

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NA APLICAÇÃO DE  
LABORATÓRIO ABERTO NO ESTUDO DE ELETRICIDADE EM ESCOLAS  
DE ENSINO MÉDIO PROFISSIONALIZANTE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof<sup>o</sup>. Dr. Jeânderson de Melo Dantas

Marabá-PA  
Agosto/2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará**  
**Biblioteca Setorial Campus do Taurizinho**

---

- G827s Gomes, Jean Fabricio Teixeira  
Sequência de ensino investigativo na aplicação de laboratório aberto no estudo de eletricidade em escolas de ensino médio profissionalizante / Jean Fabricio Teixeira Gomes. — 2022.  
71 f. : il. color.
- Orientador(a): Jeânderson de Melo Dantas.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Marabá, 2022.
1. Física - Estudo e ensino. 2. Eletricidade - Experiências. 3. Aparelhos e materiais elétricos. 4. Ausubel, David Paul, 1918-2008 - Metodologia. I. Dantas, Jeânderson de Melo, orient. II. Título.

---

CDD: 22. ed.: 530.07

Elaborado por Adriana Barbosa da Costa – CRB-2/994



UNIFESSPA | Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS-ICE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata da apresentação e defesa de dissertação de Mestrado intitulada: “SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO NA APLICAÇÃO DE LABORATÓRIO ABERTO NO ESTUDO DE ELETRICIDADE EM ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO PROFISSIONALIZANTE” para concessão do grau de Mestre em Ensino de Física, realizada às 15:00 horas do dia **02 de setembro de 2022**, de forma remota, via Google Meet, link da defesa: <https://meet.google.com/yhq-kqaj-rax>. A dissertação foi apresentada durante 40 minutos pelo mestrando **Jean Fabrício Teixeira Gomes**, diante da banca examinadora aprovada pela Sociedade Brasileira de Física, assim constituída, membros: Prof. Dr. Jeânderson de Melo Dantas (Presidente), Prof. Dr. Saymon Henrique Santos Santana (Membro Interno) e Profa. Dra. Camila Maria Sitko Meira dos Santos (Membro Externo). Em seguida, o mestrando foi submetido à arguição, tendo demonstrado suficiência de conhecimento no tema objeto da dissertação, havendo à banca examinadora decidido pela **Aprovação** da dissertação. Para constar, foram lavrados os termos da presente ata, que lida e aprovada recebe a assinatura dos integrantes da banca examinadora e do mestrando.

*Jeânderson de Melo Dantas*

Prof. Dr. Jeânderson de Melo Dantas  
(Unifesspa - Presidente)

Documento assinado digitalmente  
SAYMON HENRIQUE SANTOS SANTANA  
Data: 01/09/2022 11:13:39-0300  
Verifique em <https://verificador.j5.br>

Prof. Dr. Saymon Henrique Santos Santana  
(Unifesspa - Membro Interno)

Documento assinado digitalmente  
CAMILA MARIA SITKO MEIRA DOS SANTOS  
Data: 01/09/2022 21:08:08-0300  
Verifique em <https://verificador.j5.br>

Profa. Dra. Camila Maria Sitko Meira dos Santos  
(UTFPR - Membro Externo)

*Jean Fabrício Teixeira Gomes*

Assinado de forma digital por JEAN  
FABRICIO TEIXEIRA GOMES.83829580253  
Dados: 2022.09.05 15:28:05 -0300

Jean Fabrício Teixeira Gomes (Mestrando)

Dedico este trabalho a meus filhos, Jamilly Fabricia Oliveira Gomes e Juan Fabricio Oliveira Gomes, e ainda à minha esposa Neriane Pereira Oliveira, pelos momentos que me senti mais incentivado para a realização desta obra.

## AGRADECIMENTOS

Ora, ao Rei dos séculos, imortal, invisível, ao único Deus sábio, seja honra e glória para todo o sempre.

Ao Prof. Dr. Jeanderson de Melo Dantas, pelas orientações que foram determinantes para a realização deste trabalho.

Aos professores do corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, pelos valiosos ensinamentos ao longo desses dois anos.

À turma do MNPEF 2020.1, foi um privilégio, uma honra, estudar com vocês.

À Sociedade Brasileira de Física, por proporcionar esse excelente programa de pós-graduação, contribuindo para o crescimento da pesquisa em Física do Brasil.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES), pelo apoio na realização do presente trabalho – Código de Financiamento 001.

Aos professores de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Pará, *campus* Marabá Industrial (IFPA-CMI), pela contribuição e apoio na aplicação deste trabalho.

Aos alunos da 3ª série do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de controle ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Pará, *campus* Marabá Industrial (IFPA-CMI), pela contribuição e receptividade dada durante a realização deste trabalho.

À minha mãe, e irmãos, por sempre acreditarem em mim.

Ao meu pai e meu irmão Cleiton, *in memoriam*, por sempre terem vibrado com as minhas conquistas.

“Creio firmemente em uma lei de compensação. As verdadeiras recompensas são sempre proporcionais ao esforço e aos sacrifícios feitos”.

(NICOLAS TESLA)

## RESUMO

Neste trabalho, é apresentada uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) envolvendo o estudo de Eletricidade no dia a dia observada em aparelhos resistivos. Utilizando o método de Ensino por Investigação, e fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, esta obra apresenta um guia de dinâmicas práticas, com roteiro semiaberto, buscando despertar o interesse, a curiosidade e o instinto investigativo dos alunos para o assunto em questão, contribuindo para o seu autodesenvolvimento. A intenção é construir um elo entre esses conhecimentos, fazendo o aluno perceber que tudo que é mostrado de forma teórica (em sala de aula) pode ser aplicado em sua vida diária (na prática), tornando assim o conhecimento cada vez mais significativo. Com a execução deste trabalho observou-se que os alunos tiveram uma boa receptividade com o assunto e com a disciplina de Física, demonstrando indícios de satisfação e aprendizado com a dinâmica de ensino proposta.

**Palavras-chave:** Ensino Investigativo. Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. Aparelhos resistivos. Eletricidade.

## ABSTRACT

In this work, an Investigative Teaching Sequence (SEI) involving the study of Electricity in everyday life observed in resistive devices is presented. Using the method of Teaching by Inquiry, and based on Ausubel's theory of meaningful learning, this work presents a guide to practical dynamics, with a semi-open script, seeking to arouse the interest, curiosity and investigative instinct of students for the subject in question, contributing to their self-development. The intention is to build a link between this knowledge, making the student realize that everything that is shown theoretically (in the classroom) can be applied in their daily life (in practice), thus making knowledge increasingly significant. With the execution of this work, it was observed that the students had a good receptivity to the subject and to the discipline of Physics, showing signs of satisfaction and learning with the proposed teaching dynamics.

**Keywords:** Investigative Teaching. Ausubel's Theory of Meaningful Learning. Resistive devices. Electricity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Cargas em movimento através de uma área A .....	13
Figura 2: Segmento de um condutor uniforme de área de seção transversal A.....	14
Figura 3: Diagrama esquemático do movimento aleatório de dois portadores de carga em um condutor na ausência de campo elétrico. A velocidade vetorial de deriva é igual a zero.....	15
Figura 4: movimento dos portadores de carga em um condutor na presença de campo elétrico. ....	16
Figura 5: Um condutor uniforme de comprimento $\ell$ e área de seção transversal A. ....	17
Figura 6: A figura mostra um circuito que consiste em um resistor de resistência R e uma bateria com diferença de potencial $\Delta V$ entre seus terminais. ....	19
Figura 7: Respostas dos alunos em relação ao funcionamento dos equipamentos eletroeletrônicos, nas suas opiniões.....	25
Figura 8 Resumo do entendimento dos alunos até a tarefa 3 do trabalho .....	27
Figura 9 Resposta de exercício de fixação dos alunos .....	29
Figura 10 Materiais utilizados na experimentação. ....	31
Figura 11 Verificação dos equipamentos resistivos .....	31
Figura 12: Medição de tensão e corrente com o multímetro, nos equipamentos resistivos. ....	32
Figura 13 reflexão de alguns alunos em relação ao funcionamento de aparelhos com tensões diferentes.....	34
Figura 14 Percepção dos alunos quanto a potência elétrica .....	34
Figura 15 Percepção dos alunos quanto a potência elétrica .....	35
Figura 16: Simbologias dos tipos de corrente .....	35
Figura 17: Seleção para melhor medição de tensão .....	36

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Primeira parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem .....	37
Gráfico 2 Segunda parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem .....	38
Gráfico 3 Terceira parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem.....	39
Gráfico 4 Análise dos alunos em relação à qualidade do problema proposto. ....	40
Gráfico 5: Análise dos alunos em relação à aula experimental.....	41
Gráfico 6: Primeira parte das opiniões dos alunos em relação à atuação do professor e do formato das aulas .....	42
Gráfico 7: Segunda parte das opiniões dos alunos em relação à atuação do professor e do formato das aulas .....	43

## SUMÁRIO

Capítulo 1 Introdução .....	1
Capítulo 2 Fundamentos teóricos de ensino e aprendizagem.....	4
2.1 Ensino por investigação.....	4
2.2 Atividades Investigativas.....	6
2.2.1 Laboratório Aberto .....	6
2.3 Ausubel e sua teoria de Aprendizagem Significativa.....	7
Capítulo 3 Eletricidade em aparelhos resistivos.....	10
3.1 Aparelhos resistivos.....	10
3.2 Tensão.....	10
3.3 Corrente Elétrica.....	13
3.3.1. Modelo microscópico da corrente .....	14
3.4 Resistência elétrica .....	16
3.5 Potência elétrica.....	19
Capítulo 4 Metodologia .....	21
Capítulo 5 Resultados e discussões .....	23
5.1 Descrição da Aplicação da pesquisa.....	23
5.1.1 Primeiro encontro .....	23
5.1.2 Segundo encontro .....	28
5.1.3 Terceiro encontro.....	30
5.1.4 Quarto encontro .....	30
5.2 Análise dos dados.....	33
Capítulo 6 Considerações Finais .....	44
Apêndice A: Roteiro Semiaberto para a experimentação.....	46
Apêndice B: Questionário de autoavaliação das aulas .....	48
Apêndice C: Slides Miniaula Expositiva.....	49
Apêndice D: Produto Educacional .....	50
Estrutura da Sequência de Ensino Investigativo.....	50
Anexo A Texto 1: Carta a uma senhora .....	57
Anexo B Texto 2: Pondo em ordem dentro e fora de casa .....	58
Anexo C Texto 3: Chuveiros Elétricos.....	59
Anexo D Texto 4: Lâmpadas e Fusíveis.....	60
Anexo E Exercícios para discussão .....	61
Referências Bibliográficas.....	62

# Capítulo 1

## Introdução

Em grande parte das escolas, o ensino de Física ainda é feito de forma convencional, em que os alunos são comparados com uma tábula rasa a ser continuamente esvaziado ou preenchido, onde o professor é o centro do conhecimento e os alunos somente absorvem informações. No entanto, esses alunos já chegam à escola com certos conhecimentos sobre o mundo que os rodeia e a partir desses conhecimentos prévios, já adquiridos, dá se início à aprendizagem que ocorre em sala de aula (MARTINS, 2020).

O estudo de outras maneiras de conduzir esse ensino se faz necessário devido às grandes dificuldades dos estudantes em compreender conceitos físicos e matemáticos associados ao seu cotidiano, e ainda, na busca de aproximar os conteúdos ensinados com a realidade no dia a dia deles, entende-se que há a necessidade das instituições de ensino em se adequarem à essa nova realidade da educação onde os conteúdos e assuntos que são apresentados aos alunos, façam sentido para ele e para sua vida. (CARVALHO, 2006).

As metodologias ativas são formas de estimular o aluno a sair de sua passividade e ainda utilizam métodos que podem mudar a forma de aprendizados desses indivíduos (MARTINS, 2020).

O ensino por investigação é uma metodologia ativa, utilizada neste trabalho, que pode auxiliar os professores na difícil missão de originar estratégias educacionais que atraiam interesse e curiosidades dos alunos no ensino de Física, visto que esses estudantes apresentam dificuldades no aprendizado dessa disciplina (SILVA, 2017).

Um dos fatores que levam à dificuldade e desmotivação dos alunos se dá pelo fato de que em alguns momentos do processo de aprendizagem eles não consigam fazer a relação do que está sendo estudado ou verificado em sala de aula, com o que observa e presencia em seu cotidiano, dificultando ainda mais o entendimento da associação das equações em relação aos princípios físicos, levando a acreditar que a disciplina de Física não terá nenhum significado ou relação para sua vida (PAZ, 2019).

Concomitantemente a essa dificuldade, os professores necessitam de estratégias para sanar esses problemas de sala de aula, pois muitas das vezes os alunos costumam afirmar, principalmente no ensino técnico, que só conseguem entender determinado assunto quando fazem experiências práticas, ou seja, algum experimento em laboratório

ou quando o professor os leva para um outro ambiente, que não seja a sala de aula, e faz demonstrações práticas do que foi estudado.

Pensando nisso, é proposta neste trabalho uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) utilizando a atividade investigativa de laboratório aberto com o objetivo principal de instigar a discussão de conceitos abstratos sobre eletricidade, observando o seu uso no dia a dia sem acarretar prejuízos ao seu entendimento, tornando o conhecimento significativo, para isso o trabalho deve tornar as aulas de Física no assunto de Eletrodinâmica mais atrativas e compreensivas com os aparelhos resistivos que estão presentes no nosso cotidiano.

No experimento que será executada, utilizaremos um roteiro semiaberto, que ajudará o professor a conduzir o aprendizado dos alunos de forma a estimular a sua criatividade, senso crítico, trabalho em grupo e ainda despertar características do indivíduo que não afloram quando estamos trabalhando da forma tradicional.

O assunto abordado é o de Eletricidade, diretamente ligado a Eletrodinâmica, da estrutura curricular do ensino de Física, especificamente com relação às grandezas elétricas de tensão, corrente, resistência e potência. Colocando aos alunos situações do dia a dia e possibilitando-os manusear equipamentos eletroeletrônicos que estão ao seu alcance, em casa ou nos laboratórios, espera-se que eles possam perceber o significado dessas grandezas e fazer a ligação do estudo feito em sala de aula com a prática nos seus cotidianos.

Esses assuntos têm uma ligação direta no nosso dia a dia, pois antes mesmo de chegar nas aulas o discente já teve contato com a Eletricidade por meio de equipamentos elétricos e eletrônicos em sua casa, no ônibus a caminho da escola, com máquinas elétricas, situações em que ele pode observar tais fenômenos, e que aparentemente não possuem relação com as ideias abstratas que ensinamos nas aulas de Física.

A situação-problema e a prática elaborada neste trabalho foram idealizadas de forma a fazer com que o aluno seja estimulado a pensar e raciocinar conflitando os conhecimentos prévios que ele já possui com os conhecimentos que o professor trabalha em sala de aula, tendo assim uma aprendizagem significativa com base na teoria cognitiva de David Ausubel.

Segundo Moreira (1999), para representar o mundo em que vive, o indivíduo constrói constantemente em sua mente representações de modelos, ou seja, as ideias iniciais que existem em sua mente são formadas utilizando como receptor de informações

os seus sentidos (visão, audição e tato) através da interação e observação com os fenômenos naturais.

Para este trabalho, foi utilizada a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, pois procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente dos alunos com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento e ainda por se encaixar de forma adequada ao ensino por investigação.

Assim neste trabalho no capítulo 2 é falado os fundamentos teóricos de ensino e aprendizagem apresentando a fundamentação da metodologia ativa de ensino aprendizagem (Ensino por Investigação), bem como a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, no capítulo 3 é feita uma abordagem teórica sobre os aparelhos resistivos e os conceitos de tensão, corrente, resistência e potência elétrica, no capítulo 4 mostra a metodologia de aplicação do trabalho como e onde foi aplicado, depois no capítulo 5 é mostrado os resultados obtido bem como a análise desses resultados com a aplicação do trabalho, no capítulo 6 é feito o fechamento com as considerações finais e o desfecho da aplicação desta obra.

## Capítulo 2

### Fundamentos teóricos de ensino e aprendizagem

Este capítulo apresenta a fundamentação da metodologia ativa de ensino aprendizagem (Ensino por Investigação), bem como a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, que foram utilizadas neste trabalho, e como esses princípios podem ser utilizados para obter um autodesenvolvimento do ensino e da aprendizagem dos alunos do Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico, na disciplina de Física.

#### 2.1 Ensino por investigação

De acordo com Moreira (2009), a busca por soluções para certas questões-foco, em relação a determinados acontecimentos de interesse que estão inseridos de um marco teórico, metodológico e epistemológico coerente e consistente, irá produzir conhecimentos; essa busca é conhecida por investigação.

Silva (2017) propõe que a ideia do ensino por investigação parte do princípio de que o conhecimento do aprendiz, perante o objeto de estudo, é construído a partir de suas atitudes e reflexões, ou seja, as elaborações de hipóteses e a chance de poder analisá-las fazendo o uso de laboratórios ou mesmo em sala de aula com caneta e papel, possibilitam que o aluno no processo de ensino e aprendizagem seja um agente ativo. Assim, para Azevedo (2004), nessa vertente da investigação, o discente deixa de somente absorver informações, como em salas de aulas convencionais, normalmente com aulas expositivas, onde são comparados como uma tábula rasa, e passam a influenciar diretamente o ensinamento, fazendo parte ativa da construção do seu conhecimento com argumentos, raciocínios, ações, intervenções e questionamentos.

Segundo Moreira (1983), para que um trabalho tenha características de uma investigação científica, as ações dos discentes devem conter características de um trabalho científico, ou seja, os alunos devem relatar, explicar, refletir, discutir e não se limitar unicamente ao trabalho de manipulação ou observação. Pelo exposto por Moreira (1983), essas ações são de fundamental relevância nas soluções de problemas originando uma investigação, os alunos devem ter oportunidade de agir e o ensino deve ser acompanhado de ações e demonstrações que o levam a um trabalho prático.

Para Azevedo (2004), podemos dizer que além dos conceitos e/ou conteúdo importantes para o conhecimento, a aprendizagem de procedimentos e atitudes passa a

ter uma relevância significativa para o desenvolvimento do aluno, porém, o desenvolvimento e aprendizagem dos conteúdos envolvendo a ação e o aprendizado de procedimentos só irá existir caso haja a ação do aluno durante a resolução de um problema colocado pelo professor. A partir dessa situação o aluno deve refletir, buscar explicações e participar das etapas de um processo que leve à resolução do problema proposto. Nesse cenário, o professor deixa de ser o transmissor do conhecimento e passa a ser um guia.

Carvalho (2013) enfatiza que o Ensino Investigativo apresenta algumas atividades-chave: Iniciando por um problema, que pode ser de origem experimental ou teórico, dentro de um contexto que insere os alunos no assunto desejado e proporcione condições para que eles pensem e trabalhem nas variáveis da questão-foco. Após o problema solucionado, é necessária a atividade de sistematização do conhecimento construído pelos discente, geralmente praticada por meio de leitura de um texto escrito. Uma terceira atividade é a que propicia a contextualização do conhecimento do dia a dia dos alunos, pois nessa etapa eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social.

Silva (2017) mostra que para construção de conceitos científicos, as atividades investigativas podem ser iniciadas com um problema aberto, onde os alunos realizam análises, formulação de hipóteses, ações manipulativas, discussões e reflexões de forma que possam ser explicadas suas conclusões e inferências, e que os conceitos científicos possam ser construídos nesse processo.

De acordo com Azevedo (2004), existem algumas concepções da atividade científica que podem ser trabalhadas em uma atividade investigativa. Dentre elas estão:

1. Apresentar as situações abertas, observando o nível dos estudantes adequando o grau de dificuldade a eles;
2. Favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância do assunto estudado, sugerindo combinações;
3. Incentivar e motivar as análises qualitativas, que facilitem o entendimento e torne significativa a situação em estudo;
4. Enxergar a formulação de hipóteses como a atividade central da investigação científica, tendo nesse processo uma dupla função: a de conduzir as atitudes e ações dos alunos nas situações de investigação e externar as preconcepções dos alunos;
5. Fazer a análises dos resultados com flexibilização, considerando o planejamento das ações experimentais pelos alunos (sua interpretação física, confiabilidade etc.), de acordo

com o conhecimento disponível, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;

6. Conceder uma importância especial à memória científica que reflita o trabalho realizado e que possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;

7. Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho que interajam entre si.

## 2.2 Atividades Investigativas

Os conteúdos que foram utilizados neste item estão baseados nas considerações presentes no segundo capítulo do livro *Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática* (AZEVEDO, 2004).

As Atividades Investigativas como Demonstração Investigativa, Laboratório Aberto, Questões Abertas e Problemas Aberto são algumas práticas usadas em sala de aula que podem ser consideradas como problemas a serem solucionados. O Produto Educacional deste trabalho está baseado nos conceitos de um Laboratório Aberto.

### 2.2.1 Laboratório Aberto

Assim como as outras atividades investigativas, o Laboratório Aberto busca a solução de um problema e/ou uma questão, pelo aluno, através de um experimento prático. Basicamente, a procura por soluções divide-se em seis momentos:

- a. **Proposta do problema**, na forma de uma pergunta que estimule a curiosidade científica.
- b. **Levantamento de hipóteses** sobre a solução do problema, por meio de uma discussão.
- c. **Elaboração do plano de trabalho**, discutindo-se acerca de como será realizado o experimento: material necessário, montagem do arranjo, coleta e análise dos dados.
- d. **Montagem do arranjo experimental e coleta de dados**. Fase “prática”, onde os materiais são manipulados, sob supervisão do professor.
- e. **Organização e análise dos dados**, a fim de obter informações sobre a questão-problema.
- f. **Conclusão**, a partir da formalização de uma resposta à questão-problema com análise da validade das hipóteses levantadas.

## 2.3 Ausubel e sua teoria de Aprendizagem Significativa

A aprendizagem cognitiva é o foco primordial da teoria de Ausubel. Segundo Moreira (1999), podemos diferenciar três tipos comuns de aprendizagem: a cognitiva, a efetiva e a psicomotora. A aprendizagem cognitiva é aquela em que a organização do armazenamento das informações é o resultado obtido na mente do aprendiz, processo chamado de estrutura cognitiva. Os sinais internos ao indivíduo mostram a aprendizagem efetiva, identificados com experiências como prazeres e dor, satisfação ou descontentamentos, ansiedades ou alegria a que o indivíduo foi submetido; as experiências cognitivas sempre são acompanhadas por algumas experiências efetivas. Já a aprendizagem psicomotora está relacionada a respostas musculares adquiridas por meio de práticas e treinos.

Moreira (2009) aponta que a condição mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o indivíduo já sabe.

A teoria de Ausubel está centrada na ideia da Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 1999). É a aprendizagem em que as ideias expostas de forma figurada interagem de maneira não literal, substantiva, e que a interação não é com qualquer conceito já pré-existente, e sim com algum conhecimento específico relevante, mas não arbitrário, da estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos. Nesses processos, as novas ideias adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010).

Existe um conceito em que Ausubel chama o processo da nova informação se relacionar de maneira não-arbitrária e substantiva a uma situação relevante da estrutura cognitiva do indivíduo de “subsunçor”, que é um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, capaz de servir como “âncoradouro” a uma nova informação, de modo que essa nova ideia seja significativa para o indivíduo, ou seja, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “âncora-se” em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (OSTERMAN; CAVALCANTI, 2010).

Seguindo essas considerações, o indivíduo é capaz de formar seus conhecimentos de forma gradual, partindo dos conceitos e observações mais básicas, com pouco conteúdo desenvolvido, para os conceitos com um desenvolvimento mais elaborado, com uma maior complexidade (RATAMEIRO, 2019).

Em oposição à aprendizagem significativa, Ausubel define a aprendizagem mecânica, na qual as ideias são armazenadas de forma arbitrária e literal, ou seja, ideias novas não se relacionam de forma coerente e clara com nenhuma ideia já presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Dessa forma, essas ideias em seu uso não garantem flexibilidade, nem longevidade (PRASS, 2012).

Para Moreira (2009), as aprendizagens significativa e mecânica precisam ter uma relação de complemento uma com a outra no processo de ensino, de modo a facilitar a aprendizagem. Embora a aprendizagem significativa dever ser priorizada em relação à aprendizagem mecânica, pode acontecer que em algumas situações a aprendizagem mecânica seja necessária, como por exemplo, em uma etapa inicial de obtenção de uma nova estrutura de conhecimento.

Segundo Osterman e Cavalcanti (2010), no ensino de Física, Ausubel aborda as ações do professor em pelo menos quatro tarefas fundamentais:

- 1- Determina a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente;
- 2- Identifica quais os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado;
- 3- Determina dentre os subsunçores relevantes, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno;
- 4- Ensina utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino por parte do aluno e organização de suas próprias estruturas cognitivas na área de conhecimentos, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Diante desses aspectos, Martins (2020) afirma que para Ausubel, uma tarefa que desafia o discente a solucionar um problema pode ser considerada como um meio para promover a aprendizagem significativa, pois todo o caminho para a solução resulta em um processo de entendimento progressivo sobre relações de meio e fim fundamentados na formulação, investigação e recusa de hipóteses alternativas.

Portanto, segundo Ausubel (2000), por definição, o conhecimento é significativo. O produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental deles para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos, assim neste trabalho a teoria de aprendizagem

significativa e utilizada de forma cronológica de modo que a construção do conhecimento seja executada de forma gradual, ou seja, etapa por etapa de os organizadores prévios, recurso cognitivo que servem de ponte entre os novos conhecimentos e os já existentes até a exposição dos conhecimento construído.

## Capítulo 3

### Eletricidade em aparelhos resistivos

Neste capítulo é apresentado um estudo teórico sobre os principais conceitos envolvidos no estudo da Eletricidade em aparelhos resistivos, como a explanação dos conceitos de tensão, corrente elétrica, resistência elétrica e potência, devido a essas grandezas estarem como principais características nesses equipamentos resistivos. As bibliografias utilizadas para explanação deste estudo estão embasadas nos escritos de Serway e Jewett Jr (2011), e Young e Freedman (2009).

#### 3.1 Aparelhos resistivos

Os aparelhos que fazem parte do grupo dito *resistivo* são aqueles que possuem um pedaço de fio composto por material especial diferente da composição dos fios das instalações, geralmente em forma de espiral, denominado *resistor*, cuja função principal é transformar energia elétrica em térmica, ou seja, produzir aquecimento quando ligado a uma fonte de tensão. Como exemplo desse grupo, temos os chuveiros elétricos, ferro de passar roupa, cafeteiras, prancha para cabelo (chapinha), fusíveis, lâmpadas (incandescentes), cafeteira elétrica, ferro de solda eletrônica.

#### 3.2 Tensão

Uma variedade de expressões é utilizada para descrever a diferença de potencial entre dois pontos; a mais comum é *tensão*, originada da unidade aplicada ao potencial. Uma tensão aplicada entre as extremidades de um dispositivo é igual à diferença de potencial entre as extremidades do dispositivo.

Quando uma carga de teste  $q_0$  é colocada em um campo elétrico  $\vec{E}$  gerado por uma distribuição de cargas, a força elétrica que atua sobre essa carga de teste é  $q_0\vec{E}$ . O trabalho que a força elétrica,  $\vec{F}_e = q_0\vec{E}$  realiza para mover uma partícula entre dois pontos é independente do percurso feito entre o ponto de partida e o ponto de chegada, ou seja, ela é conservativa. Quando a carga de teste é deslocada no campo por algum agente externo, o trabalho realizado pelo campo sobre a carga é igual ao valor negativo do trabalho realizado pelo agente externo que causa o deslocamento. Essa situação é análoga àquela do levantamento de um corpo com massa em um campo gravitacional; o trabalho realizado pelo agente externo é  $mgh$ , e o realizado pela força gravitacional é  $-mgh$ .

Ao analisarmos os campos elétricos e magnéticos, é prática comum aplicar a notação  $d\vec{s}$  para representar um vetor deslocamento infinitesimal orientado tangencialmente a um percurso através do espaço. Esse percurso pode ser reto ou curvo, e uma integral calculada ao longo dele é chamada *integral de percurso* ou *integral de linha*.

Para um deslocamento infinitesimal  $d\vec{s}$  de uma carga pontual  $q_0$  imersa em um campo elétrico, o trabalho realizado no sistema carga-campo pelo campo elétrico sobre a carga é  $W_{int} = \vec{F}_e \cdot d\vec{s} = q_0 \vec{E} \cdot d\vec{s}$ . Visto que essa quantidade de trabalho é realizada pelo campo, a energia potencial do carga-campo é alterada por uma quantidade  $dU = -W_{int} = -q_0 \vec{E} \cdot d\vec{s}$ . Para um deslocamento finito da carga do ponto  $A$  ao ponto  $B$ , a variação da energia potencial do sistema  $\Delta U = U_B - U_A$  é:

$$\Delta U = -q_0 \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (3.2.1)$$

A integração é efetuada ao longo do percurso que  $q_0$  percorre ao se deslocar de  $A$  para  $B$ . Uma vez que a força  $q_0 \vec{E}$  é conservativa, essa integral de linha não depende do percurso de  $A$  para  $B$ .

Para uma determinada posição da carga de teste no campo, o sistema carga-campo tem uma energia potencial  $U$  relativa à configuração do sistema, que é definida como  $U = 0$ . Dividindo a energia potencial pela carga de teste, obtemos uma grandeza física que depende apenas da distribuição de cargas de origem, e tem um valor em cada ponto de um campo elétrico, chamada *potencial elétrico* (ou simplesmente potencial)  $V$ :

$$V = \frac{U}{q_0} \quad (3.2.2)$$

Visto que a energia potencial é uma grandeza escalar, o potencial elétrico também o é.

Como descrito pela Equação 3.2.1, se a carga de teste for deslocada entre duas posições  $A$  e  $B$  em um campo elétrico, o sistema carga-campo apresentará uma variação na energia potencial. A diferença de potencial  $\Delta V = V_B - V_A$  entre dois pontos  $A$  e  $B$  em um campo elétrico é definida como a variação na energia potencial do sistema quando uma carga de teste  $q_0$  é deslocada entre os pontos dividida pela carga de teste:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_A^B \vec{\mathbf{E}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} \quad (3.2.3)$$

Nesta definição, o deslocamento infinitesimal  $d\vec{\mathbf{s}}$  é interpretado como aquele entre dois pontos no espaço, em vez do deslocamento de uma carga pontual definido na Equação 3.2.1.

Assim como no caso da energia potencial, apenas as *diferenças* no potencial elétrico são significativas. Em geral definimos a energia do potencial elétrico como zero em algum ponto conveniente em um campo elétrico.

A diferença de potencial não deve ser confundida com a de energia potencial. A diferença de potencial entre **A** e **B** existe apenas por causa de uma fonte de carga, e depende da distribuição da fonte de carga (considere os pontos **A** e **B** *sem* a presença de carga de teste). Para que a energia potencial exista, devemos ter um *sistema* de duas ou mais cargas. A energia potencial pertence ao sistema, e muda apenas se uma carga for deslocada em relação ao restante do sistema.

Se um agente externo mover uma carga de teste de **A** para **B**, sem alterar a energia cinética da carga de teste, este realizará trabalho que irá alterar a energia potencial do sistema:  $W = \Delta U$ . Imagine uma carga arbitrária  $q$  localizada em um campo elétrico. De acordo com a Equação 3.2.3, o trabalho realizado por um agente externo ao deslocar uma carga  $q$  através de um campo elétrico a uma velocidade constante é

$$W = q \Delta V \quad (3.2.4)$$

Visto que o potencial elétrico é uma medida de potencial da energia potencial por unidade de carga, a unidade do SI do potencial elétrico e da diferença de potencial é o joule por coulomb, definida como Volt (V):

$$1V \equiv 1 J/C$$

Isto é, 1J de trabalho deve ser realizado para que uma carga de 1C seja deslocada através de uma diferença de potencial de 1V.

A Equação 3.2.3 demonstra que a diferença de potencial também tem unidade de campo elétrico multiplicada pela distância. Portanto, a unidade do SI do campo elétrico ( $N/C$ ) também pode ser expressa em volts por metro:

$$1 N/C = 1 V/m$$

Portanto, podemos interpretar o campo elétrico como uma medida da razão da variação do potencial elétrico em relação à posição.

Uma unidade de energia comumente utilizada na Física Atômica e Nuclear é o elétron-volt (eV), definido como a energia que um sistema carga-campo ganha ou perde quando uma carga de módulo  $e$  (isto é, um elétron ou um próton) se desloca através de uma diferença de potencial de 1V. Uma vez que  $1V \equiv 1 J/C$ , e a carga fundamental é igual a  $1,60 \times 10^{19} C$ , a relação entre o elétron-volt e o joule é expressa pela seguinte equação:

$$1eV = 1,60 \times 10^{19} C \cdot V = 1,60 \times 10^{19} J \quad (3.2.5)$$

Por exemplo, um elétron em um típico feixe de máquina de raio X de exame odontológico pode ter uma velocidade de  $1,4 \times 10^8 m/s$ , que corresponde a uma energia cinética de  $1,1 \times 10^{-14} J$ , que é equivalente a  $6,7 \times 10^4 eV$ . Esse elétron deve ser acelerado do repouso através de uma diferença de potencial de 67 kV para alcançar essa velocidade.

### 3.3 Corrente Elétrica

Abordaremos neste tópico o fluxo de cargas elétricas através de um material. Uma corrente é qualquer movimento de cargas elétricas de uma região para a outra. A quantidade de fluxo depende do material através do qual as cargas passam e da diferença de potencial entre as extremidades deste. Sempre que houver um fluxo líquido de carga através de alguma região, diz-se que existe ali uma corrente elétrica.

Para definir a corrente de modo preciso, suponha que cargas se desloquem perpendicularmente a uma superfície de área  $A$ , como mostra a figura 1 (esta área poderia ser a área de seção transversal de um fio, por exemplo).

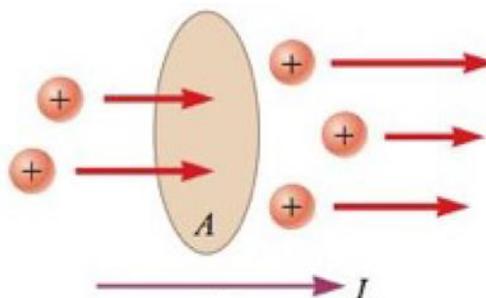


Figura 1: Cargas em movimento através de uma área A

Fonte: Retirado de SERWAY; JEWETT Jr. 2011

*Corrente* é definida como a proporção na qual a carga flui através dessa superfície. Se  $\Delta q$  for a quantidade de carga que passa através da superfície em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , a corrente média será igual à carga que passa através de  $A$  por uma unidade de tempo:

$$i_{med} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (3.3.1)$$

Se a proporção na qual a carga flui varia no tempo, assim acontece com a corrente. Definimos *corrente instantânea*  $i$  como o limite diferencial da corrente média quando  $\Delta t \rightarrow 0$ :

$$i \equiv \frac{dq}{dt} \quad (3.3.2)$$

A unidade do SI da corrente é o ampère (A):

$$1A = 1C/s \quad (3.3.3)$$

Isto é, 1A de corrente equivale a 1C de carga passando através de uma superfície de 1s.

As partículas carregadas que passam através da superfície da figura 1 podem ser positivas, negativas ou ambas. Como convenção, atribuímos à corrente o mesmo sentido do fluxo da carga positiva.

### 3.3.1. Modelo microscópico da corrente

Podemos relacionar a corrente ao movimento de portadores de carga descrevendo um modelo microscópico de condução em um metal. Considere a corrente em um condutor cilíndrico de área de seção transversal  $A$  (Fig. 2).

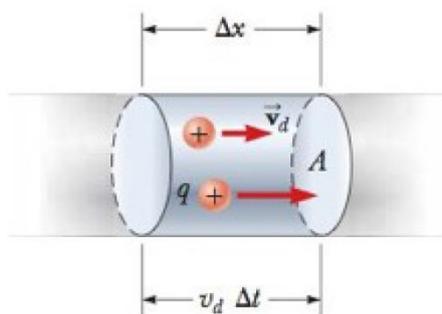


Figura 2: Segmento de um condutor uniforme de área de seção transversal  $A$

Fonte: SERWAY; JEWETT Jr, 2011. Pg 115.

O volume de um segmento do condutor de comprimento  $\Delta x$  (entre as duas seções transversais circulares mostradas na figura 2) é  $A \cdot \Delta x$ . Se  $n$  representa o número de portadores de carga móveis por volume unitário (em outras palavras, a densidade de portadores de carga), este número no segmento será  $nA \cdot \Delta x$ . Portanto, a carga total  $\Delta Q$  neste segmento será:

$$\Delta Q = (nAv_d \Delta t)q \quad (3.3.4)$$

Dividindo os dois lados desta equação por  $\Delta t$ , concluímos que a corrente média no condutor é:

$$i_{med} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = nqv_d A \quad (3.3.5)$$

A velocidade escalar dos portadores de carga  $v_d$  é uma velocidade média chamada *velocidade escalar de deriva*. Considere um condutor no qual os portadores de carga sejam elétrons livres. Se o condutor estiver isolado – Isto é, a diferença de potencial entre suas extremidades for igual a zero -, esses elétrons apresentarão um movimento aleatório análogo ao das moléculas de um gás. Os elétrons colidem repetidamente como os átomos de metal e seu movimento resultante é complexo, apresentando um padrão de ziguezague, como mostra a figura 3.

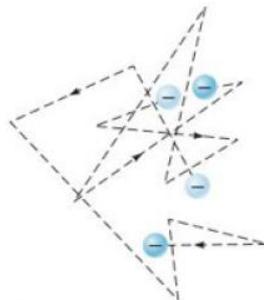


Figura 3: Diagrama esquemático do movimento aleatório de dois portadores de carga em um condutor na ausência de campo elétrico. A velocidade vetorial de deriva é igual a zero.

Fonte: SERWAY; JEWETT Jr, 2011. Pg 115.

Quando uma diferença de potencial é aplicada entre as extremidades de um condutor (por exemplo de uma pilha ou bateria), um campo elétrico é estabelecido nele. Esse campo exerce uma força elétrica sobre os elétrons, produzindo uma *corrente*. Além do movimento de ziguezague causado pelas colisões com os átomos de metal, os elétrons apresentam um movimento lento ao longo do condutor (no sentido oposto ao de  $\vec{E}$ ) com uma *velocidade vetorial de deriva*  $\vec{v}_d$ , como mostra a figura 4.

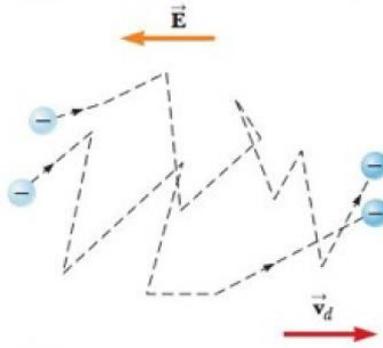


Figura 4: movimento dos portadores de carga em um condutor na presença de campo elétrico.

Fonte: SERWAY; JEWETT Jr, 2011. Pg 115.

Podemos considerar as colisões átomo-elétron em um condutor como um atrito interno efetivo (ou força de arrasto) similar ao das moléculas de um líquido que escoam através de um tubo cheio de palha de aço. A energia transferida dos elétrons para o átomo de metal durante as colisões resulta no aumento da energia vibratória dos átomos e no correspondente aumento da temperatura do condutor.

### 3.4 Resistência elétrica

O condutor na situação de equilíbrio estático, implica dizer que o campo elétrico em seu interior é igual a zero. Observaremos a descrição do que ocorre quando as cargas no condutor não estão em equilíbrio, ou seja, quando há um campo elétrico diferente de zero.

Considere um condutor de área de seção transversal  $A$  conduzido com uma corrente  $i$ . A densidade de corrente  $J$  no condutor é definida como a corrente por área unitária. Visto que a corrente  $i = nqv_dA$ , a densidade de corrente é:

$$j \equiv \frac{i}{A} = nqv_d \quad (3.4.1)$$

Onde tem unidades do SI de ampères por metro quadrado ( $A/m^2$ ). Essa expressão é válida apenas se a densidade de corrente for uniforme, e somente se a superfície da área de seção transversal  $A$  for perpendicular ao sentido da corrente.

Densidade de corrente e campo elétrico são estabelecidos em um condutor sempre que a diferença de potencial for mantida entre as extremidades do condutor. Em alguns materiais, a densidade de corrente é proporcional ao campo elétrico:

$$J = \sigma E \quad (3.4.2)$$

Onde a constante de proporcionalidade  $\sigma$  é chamada de *condutividade* do condutor. Os materiais cujas características são descritas pela Equação (3.4.2) comportam-se de acordo com a *Lei de Ohm*, nome em homenagem a Georg Ohm, físico alemão que em seus experimentos descobriu que a intensidade de corrente elétrica que atravessa certos condutores é diretamente proporcional a sua diferença de potencial e inversamente proporcional a sua resistência.

A Lei de ohm determina que:

No caso de muitos materiais (incluindo a maioria dos metais), a razão entre a densidade de corrente e o campo elétrico é uma constante  $\sigma$ , que é independente do campo elétrico que produz a corrente.

Materiais que se comportam segundo a Lei de Ohm e, portanto, demonstram esta relação simples entre  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{J}$  são chamados *ôhmicos*. Experimentalmente, no entanto, sabe-se que nem todos os materiais têm esta propriedade. Materiais e dispositivos cujo comportamento não é determinado pela Lei de Ohm são chamados *não ôhmicos*. A Lei de Ohm não é uma lei fundamental da natureza, mais sim uma relação empírica, válida apenas para determinados materiais.

Podemos obter uma equação útil em aplicações práticas considerando um segmento de fio reto de área de seção transversal uniforme  $A$  e comprimento  $L$ , como mostra a Figura 5.

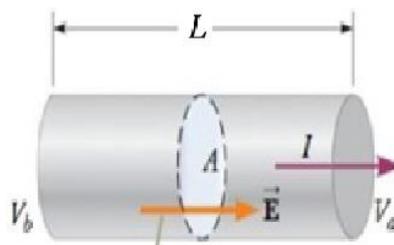


Figura 5: Um condutor uniforme de comprimento  $\ell$  e área de seção transversal  $A$ .

Fonte: SERWAY; JEWETT Jr, 2011. Pg 117.

Uma diferença de potencial  $\Delta V = V_b - V_a$  é mantida entre as extremidades do fio. Supondo que o campo é uniforme, a relação entre a diferença de potencial e o campo será definida pela Equação 3.4.3,

$$\Delta V = E L \quad (3.4.3)$$

Portanto, podemos expressar a densidade de corrente no fio como

$$J = \sigma E = \sigma \frac{\Delta V}{L} \quad (3.4.4)$$

Visto que  $J = i/A$ , a diferença de potencial entre as extremidades do fio é

$$\Delta V = \frac{L}{\sigma} J = \left[ \frac{L}{\sigma A} \right] i = R i$$

A grandeza  $R = L/\sigma A$  é chamada *resistência* do condutor, definida como a razão da diferença de potencial entre as extremidades de um condutor e a corrente nesse condutor:

$$R \equiv \frac{\Delta V}{i} \quad (3.4.5)$$

Utilizaremos a equação 3.4.5 de modo recorrente ao estudar circuitos elétricos. Esse resultado demonstra que a resistência tem unidade no SI de volts por ampère. Um volt por ampère equivale a um *Ohm* ( $\Omega$ ):

$$1\Omega \equiv 1 \text{ V/A} \quad (3.4.6)$$

A Equação 3.4.5 demonstra que se a diferença de potencial de 1V em um condutor cria corrente de 1A, a resistência do condutor é 1  $\Omega$ . Por exemplo, se um aparelho elétrico conectado a uma fonte de diferença de potencial de 120V conduzir uma corrente de 6A, sua resistência será de 20  $\Omega$ .

O inverso da condutividade é a resistividade  $\rho$ :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (3.4.7)$$

Onde  $\rho$  tem unidade ohm·metro ( $\Omega \cdot \text{m}$ ). Visto que  $R = L/\sigma A$ , podemos expressar a resistência de um bloco uniforme de material ao longo do comprimento  $L$  como:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3.4.8)$$

Cada material ôhmico tem resistividade característica que depende das propriedades do material e da temperatura. Além disso, como podemos constatar pela Equação 3.4.8, a resistência de uma amostra depende da geometria, bem como a resistividade, e ainda demonstra que a resistência de um determinado condutor cilíndrico, como um fio, é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua área de seção transversal.

### 3.5 Potência elétrica

Em circuitos elétricos típicos, a energia é transferida por transmissão elétrica de uma fonte, de uma bateria, por exemplo, para algum dispositivo, como uma lâmpada ou um computador. Iremos determinar uma expressão que nos permita calcular a proporção dessa transferência de energia. Considere o circuito simples mostrado na figura 6, onde a energia é transmitida a um resistor.

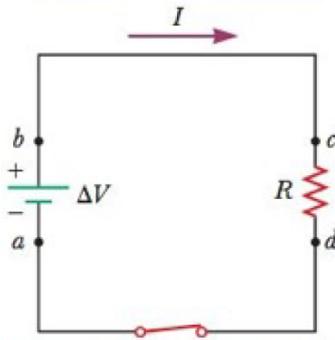


Figura 6: A figura mostra um circuito que consiste em um resistor de resistência  $R$  e uma bateria com diferença de potencial  $\Delta V$  entre seus terminais.

Fonte: SERWAY; JR, 2011. Pg 124.

Uma vez que os fios de conexão também têm resistências, uma parte da energia é transferida aos fios e outra ao resistor. Ou podemos considerar que a resistência dos fios seja muito pequena se comparada à do elemento de circuito, de modo que a energia transmitida nesses fios seja desprezível.

Imagine uma quantidade de carga positiva  $Q$  deslocando-se no sentido horário em torno do circuito mostrado na figura 6, de um ponto  $a$  através da bateria e do resistor e de volta ao ponto  $a$ . Identificamos todo o circuito como nosso sistema. Quando a carga se desloca de  $a$  para  $b$  através da bateria, a energia potencial elétrica do sistema *umenta* uma quantidade  $Q\Delta V$ , enquanto a energia potencial química na bateria *diminui* a mesma quantidade (lembrando que a Eq. 3.2.3 define  $\Delta U = q \Delta V$ ). No entanto, quando a carga se move de  $c$  para  $d$  através do resistor, a energia potencial elétrica do sistema diminui por causa das colisões dos elétrons contra os átomos no resistor. Nesse processo, a energia potencial elétrica é transformada em energia interna, correspondente ao aumento do movimento vibratório dos átomos no resistor. Visto que a resistência dos fios de interconexão é desprezível, não ocorre qualquer transformação de energia para o percurso de  $bc$  e  $da$ . Quando a carga retorna ao ponto  $a$  o resultado líquido é que uma parte da energia química na bateria foi transmitida ao resistor e permanece neste como energia interna associada à vibração molecular.

Normalmente, o resistor está em contato com o ar, de modo que o aumento de sua temperatura resulta na transferência de energia na forma de calor para o ar. Além disso, o resistor emite radiação térmica, representando outro meio de escape de energia. Após um determinado intervalo de tempo, o resistor diminui sua temperatura e entra em equilíbrio térmico com o ambiente. Nesse instante, a entrada de energia da bateria é compensada pela saída de energia do resistor, na forma de calor e radiação.

Investiguemos a proporção na qual a energia potencial elétrica do sistema diminui quando a carga  $Q$  passa através do resistor:

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt}(Q\Delta V) = \frac{dQ}{dt}\Delta V = i \cdot \Delta V$$

Onde  $i$  é a corrente do circuito. O sistema recupera essa energia potencial quando a carga passa através da bateria, em detrimento da energia química nesta. A proporção na qual a energia potencial do sistema diminui quando a carga passa através do resistor é igual àquela em que o sistema ganha energia interna no resistor. A isso chamamos de potência  $P$ , que representa a proporção na qual a energia é transmitida ao resistor.

$$P = i \Delta V \quad (3.5.1)$$

Derivamos este resultado considerando uma bateria que transmite energia a um resistor. No entanto, a Equação 3.5.1 pode ser aplicada para o cálculo da potência transmitida por uma fonte de tensão a *qualquer* dispositivo conduzindo uma corrente  $i$  e possuindo diferença de potencial  $\Delta V$  entre seus terminais.

Utilizando a Equação 3.5.1 e  $\Delta V = iR$  para um resistor, podemos expressar a potência transmitida ao resistor nas formas alternativas, em função da corrente e em função da tensão.

$$P = i^2 R = \frac{(\Delta V)^2}{R} \quad (3.5.2)$$

$i$  é expressa em ampères,  $\Delta V$  em Volts e  $R$  em Ohm; a unidade no SI da potência é o Watt (W). O processo pelo qual a energia é transformada em energia interna em um condutor de resistência  $R$  é, muitas vezes, chamada *Efeito Joule*. Essa transformação também é chamada constantemente de perda  $i^2 R$ .

## Capítulo 4

### Metodologia

O Ensino por Investigação foi a metodologia selecionada para o estudo da Eletricidade apresentada neste trabalho, pois possibilita aos alunos uma ótima oportunidade de refletirem sobre determinado assunto, trazendo para o ambiente de investigação seus conhecimentos prévios, ideias essas que são provenientes de seu ambiente doméstico, escolar, *hobbies*, trabalho, e simultaneamente faz a relação dessas atividades propostas ao universo do ensino de Física, como também as suas atividades profissionais presentes ou futuras.

A instituição de ensino escolhida para a aplicação da proposta apresentada foi uma escola que oferta a modalidade de Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico. A turma selecionada para aplicação da proposta foi a da 3ª série do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental, pela seguinte motivação: relatos de docentes que ministraram o componente curricular de Física-3 em anos anteriores, e observaram que essas turmas apresentam nessa disciplina, principalmente no assunto em questão, notas muito baixas no primeiro bimestre, e no decorrer do período essa situação vai se agravando. Os docentes encontram dificuldade em lidar com tal situação e apontam que os discentes não apresentam uma base sólida em outras disciplinas que dão suporte à Física, não conhecem o assunto, e o principal, não sabem estudar.

Nos encontros pedagógicos e em conselhos de classe, geralmente são discutidos meios para minimizar os problemas na disciplina de Física-3. Nessa instituição de ensino, é mais falado da necessidade de novas propostas metodológicas para conseguir desenvolver um ensino e aprendizagem de qualidade.

Para atingirmos nossos objetivos com a turma citada, será aplicada uma sequência de ensino investigativo para o estudo da Eletricidade, com quatro encontros, de duas horas de cinquenta minutos cada.

No primeiro encontro, iniciaremos com a atividade 1 do estudo da Eletricidade no cotidiano fazendo a classificação de elementos elétricos e eletrônicos, descritos no capítulo 5 deste trabalho. No produto educacional em que a turma irá fazer a classificação dos elementos elétricos e eletrônicos, teremos leituras reflexivas, debates e reflexões sobre a atividade, exposição e investigações de situações-problema.

No segundo e terceiro encontro, teremos a atividade 2 e 3, onde entraremos no estudo investigativo dos aparelhos classificados como resistivos, e, assim, como na

atividade 1, faremos leituras reflexivas, debates e ponderações, além de que os alunos farão atividades de investigação e pesquisa em grupo, em campo (fora da sala aula).

No quarto encontro, teremos uma atividade experimental utilizando um roteiro semiaberto, onde faremos os estudos das grandezas tensão, corrente elétrica, resistência elétrica e potência com aparelhos resistivos.

O roteiro semiaberto se caracteriza com situações abertas lançadas pelo professor, por meio de questionamentos/previsões que são evidenciadas no decorrer da realização da atividade guiadas por um roteiro direcionado com sugestões de passos a serem seguidos, tendo uma outra postura do professor, de maneira a questionar o aluno para que ocorram discussões acerca da atividade (LUNARDI; TERRAZZAN, 2002).

Após a execução de todas as atividades em sala de aula e no laboratório, os alunos serão submetidos a um questionário técnico reflexivo referente ao assunto investigado (APÊNDICE A) e a uma autoavaliação (APÊNDICE B) com o intuito de analisarem o seu desempenho e desenvolvimento nos conhecimentos que serão trabalhados, e refletirem sobre a construção desses aprendizados.

O objetivo é levar o discente a fazer uma análise dos seus conhecimentos antes e depois da metodologia de aprendizagem aplicada, e verificar a melhor forma de aprender significativamente.

## Capítulo 5

### Resultados e discussões

Neste capítulo, é apresentada a descrição da aplicação do produto educacional exposto neste trabalho, composto por uma Sequência de Ensino Investigativo, bem como os dados e resultados colhidos na execução desse produto, e ainda ocorrem as discussões que são pertinentes à estratégia de ensino por Investigação relatada no item 2.1, tendo em vista a aprendizagem significativa através dos conhecimentos físicos em Eletricidade, utilizados em nosso dia a dia.

#### 5.1 Descrição da Aplicação da pesquisa

A proposta deste trabalho foi executada em uma escola pública e teve a participação, em média nos quatro encontros, de 28 discentes da 3ª série do Ensino Médio integrado ao Curso Técnico em Controle Ambiental, com idades compreendidas entre 16 e 18 anos, os quais estão presentes na instituição desde a 1ª série do Ensino Médio.

Para compreensão do estudo da Eletricidade no dia a dia, foi desenvolvida a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) direcionada a aparelhos resistivos que utilizamos no dia a dia, fazendo o estudo das grandezas elétricas como tensão, corrente, resistência e potência nesses equipamentos, a fim de que os conceitos abstratos vistos em sala de aula façam sentido aos alunos. As atividades foram desenvolvidas no 1º bimestre letivo de 2022, sendo feita uma readequação dos conteúdos na disciplina.

##### 5.1.1 Primeiro encontro

No primeiro encontro, iniciamos as atividades em sala de aula organizando a turma em grupos investigativos, em seguida, para a reflexão e início da investigação foi apresentada a situação-problema, com a seguinte descrição no final da situação, mostrada no quadro da sala: “*Você sabe como é executado o levantamento da energia elétrica consumida na sua casa?*”. A partir dessa problemática, foi dado início ao desenvolvimento dos conhecimentos dos assuntos envolvidos para solução da situação-problema.

Não foi sugerido para que os alunos respondessem ao questionamento e sim para que refletissem sobre a situação. Porém, um grupo de alunos opinou previamente sobre a questão:

“Não faço a mínima ideia, mas acredito que seja pela quantidade de volts consumido, o volt na minha opinião é o resultado de uma quantidade X de eletricidades”.

Na busca dos conhecimentos prévios dos alunos, foi utilizada a técnica de *Brainstorming* ou tempestade de ideias sobre Eletricidade com a turma, obtendo o resultado mostrado no quadro 1.

Quadro 1 *Brainstorming* sobre Eletricidade

ELETRICIDADE ( <i>Brainstorming</i> da turma)		
Energia	Borracha	Aterramento
“Gato”	Pikachu	Prótons / Elétrons
Carga	Super choque	Cobre
Corrente elétrica	Thor	Equatorial
110/220 v	Zeus	Tesla
Fio terra	Magneto	Elétrons
Eletrodoméstico	Bateria	Placa solar
Fita isolante	Imã	
Raio	Hidroelétrica	

Observa-se pelo quadro 1 que os alunos têm uma percepção da Eletricidade relacionada ao que eles, assistem, ouvem ou percebem ao seu redor.

Logo após isso, a turma foi questionada sobre quais equipamentos, aparelhos e componentes elétricos e/ou eletrônicos que eles conhecem e/ou utilizam no cotidiano, que precisam da Eletricidade em seu funcionamento. Assim como no *Brainstorming*, feito anteriormente, os equipamentos citados estão no quadro 2.

Quadro 1 Equipamentos Eletroeletrônicos conhecido pelos alunos

EQUIPAMENTOS ELETRICOS	
Chuveiro elétrico	Lâmpada
ventilador	Computador
Cafeteira	Micro-ondas
TV	Torradeira
Carregador de Celular	Sanduicheira
Máquina de lavar roupa	Fogão
Celular	Roteador
Liquidificador	Ar condicionado
Chapinha	Ferro de passar roupa

Finalizando a primeira parte de observação dos subsunçores dos discentes, foi sugerido pelo professor que os alunos fizessem a descrição de funcionamento de três equipamentos selecionados por eles próprios, do quadro 2. Eles entregaram ao professor a descrição do funcionamento, descrito com suas próprias palavras e entendimentos. Na figura 7, segue algumas descrições da turma.

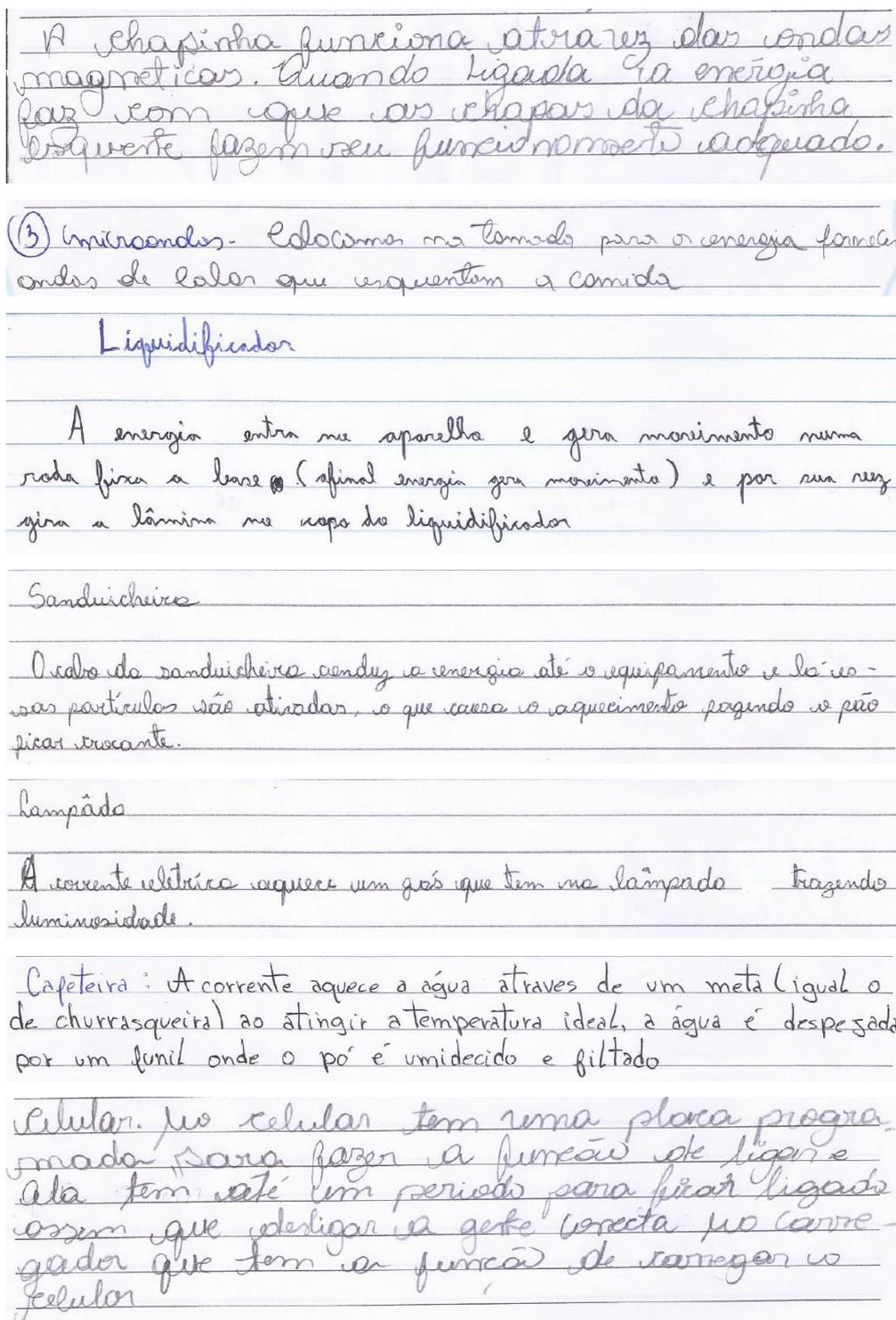


Figura 7: Respostas dos alunos em relação ao funcionamento dos equipamentos eletroeletrônicos, nas suas opiniões.

Fonte: O autor

Após o levantamento dos conhecimentos prévios, foi dado início à primeira leitura reflexiva com o texto: Carta a uma senhora (ANEXO A), seguido da Tarefa 01, que se trata de uma interpretação desse texto relacionado aos equipamentos eletroeletrônicos, bem como a estimulação de um debate entre os grupos a respeito de quais equipamentos utilizavam Eletricidade para funcionar.

Com a leitura, a tarefa e o debate, observou-se se que as ideias dos discente em relação aos equipamentos movidos a Eletricidade foram se encadeando gradativamente para um raciocínio crítico e criativo.

A dinâmica da tarefa 2 proposta, que foi a de “observar as ações que eles fazem a partir do momento que se levantam da cama”, mostrou a importância da utilização da Eletricidade no dia a dia e fez eles refletirem sobre o assunto.

Na terceira tarefa, os alunos mostraram de forma resumida o que compreenderam até o momento, com as tarefas e debates feitos. Na figura 8, são apresentadas respostas de alguns grupos.

Foi bem esclarecedor a proposta do professor, pois o grupo visualizou a aplicabilidade da eletricidade no seu dia a dia, e como ela nos permite executar as atividades como: fazer café, passar roupa, permite conservar os alimentos dentro da geladeira, coisas que executamos diariamente e por isso não vemos a sua importância (dos equipamentos elétricos e que funcionam na base de baterias).

Com base nos conhecimentos adquiridos percebe-se que atualmente temos total dependência dos equipamentos elétricos como TV, celular entre tantos outros. A eletricidade tem diuídas e faz presente em nosso dia a dia e compreende como ela influencia e nos ajuda a de extrema importância.

Compreendemos como ocorre o seu funcionamento, porque sabemos como usar por que sabemos mas não sabemos conhecemos como ocorre seu funcionamento, com a qual percebemos que um equipamento ele recebe energia e produz energia para executar suas funções.

Podemos compreender também a classificação dos eletrônicos como: liquidificador que produz energia mecânica, TV energia eletromagnética, chuveiro elétrico com energia térmica.

Foi falado sobre os nossos conhecimentos de eletricidade, nossos aulas sendo mais conseguí entender quase nada, pois foi aulas direcionadas aos nossos as nossas experiências anteriores com ferramentas que funcionam através da eletricidade, por mais que temos contato com máquinas de lavar, caixa de som e outros não sabemos como funcionam.

Figura 8 Resumo do entendimento dos alunos até a tarefa 3 do trabalho

Fonte: O autor.

Finalizando o primeiro encontro, tivemos a segunda leitura reflexiva com o texto 2 “Pondo em ordem dentro e fora de casa” (ANEXO B). Logo após a leitura, foi aberto o debate a fim de se perceber como o conhecimento da turma estava sendo formado, observando-se que os alunos começavam a despertar um pensamento criativo e crítico em relação ao assunto em questão. Para amadurecimento do assunto, foi disponibilizado o material para leitura e estudo do encontro seguinte.

### 5.1.2 Segundo encontro

A segunda etapa da execução do trabalho iniciou com a retomada das reflexões e discussões que os alunos tiveram do texto 2, que mostra uma categorização de equipamentos que nós podemos ter dentro e fora de casa, e do material que fora sugerido para estudo para a aula expositiva.

Para verificar a assimilação do assunto com a turma referente aos debates executados, foi sugerida a exposição no quadro, da categorização dos equipamentos. No quadro 3, é mostrada essa categorização executada pela turma.

Quadro 2: Categorização de equipamentos executada pela turma

*Fonte: O autor.*

MOTORES ELÉTRICOS	APARELHOS RESISTIVOS	COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO	GERADORES
Liquidificador	Secadora de roupas	Telefone	Fontes de energia eólica
Batedeira de bolo	Lâmpada Incandescente	TV	Tomadas
Ventilador	Chapinha	Radio	Bateria
Máquina de lavar roupa	Sandueira	Microfone	Pilha
	Chuveiro elétrico	Disquete	Carregador
	Forno elétrico		Dínamo
	Secador de cabelo		

Na categorização dos equipamentos mostrado no quadro 3, chamou atenção dos alunos o secador de cabelo, pois o equipamento se encaixa em duas categorias simultaneamente, demonstrando a compreensão e assimilação deles em relação às categorias sugeridas.

Na categoria de geradores, houve uma grande curiosidade de parte dos grupos em relação à geração da “energia” que esses equipamentos fornecem. Curiosidades essas em relação ao tipo de tensão, se é alternada ou contínua, e outras sobre curto circuito e ainda as grandezas elétricas como tensão, corrente e resistência em relação a unidades de medidas e como mensurá-las. Foi dado um pequeno esclarecimento sobre esses

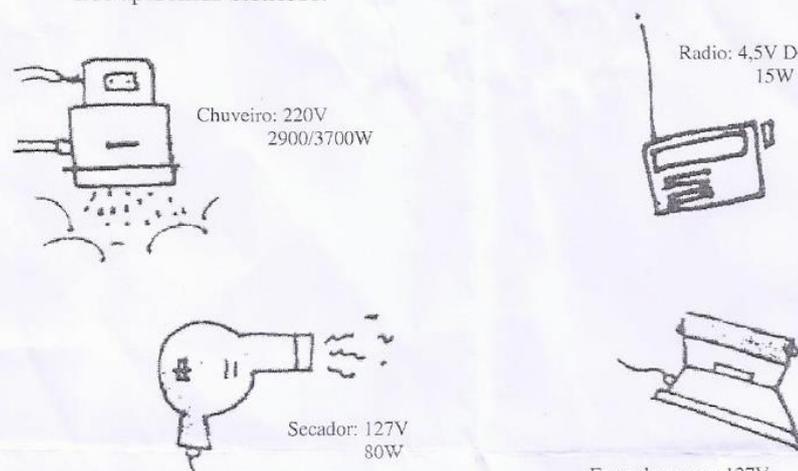
interesses, pois essas e outras dúvidas seriam esclarecidas ou aguçadas a curiosidade nas miniaulas exposta posteriormente.

Logo após a explanação dos interesses da turma, foi exposta uma aula (APÊNDICE C) com os assuntos referentes a Eletricidade, direcionando os conhecimentos das grandezas como tensão, corrente, resistência e potência elétrica aos equipamentos resistivos.

Após a aula expositiva, foi proposto um exercício discursivo (ANEXO E) para verificar a construção desses conhecimentos. Foi observada uma assimilação dos conhecimentos nos alunos, como mostrado nas respostas da figura 10.

1) Em uma Instalação elétrica residencial ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 amperes. Para tentar prolongar seu tempo de uso, uma pessoa troca esse fusível por um de 35 amperes. Discuta as consequências dessa troca.

2) A figura abaixo representa as informações encontradas nas chapas ou impressos nos aparelhos elétricos.



Chuveiro: 220V  
2900/3700W

Radio: 4,5V DC  
15W

Secador: 127V  
80W

Ferro de passar: 127V  
200W

Qual (is) dele (s) não poderia (m) ser ligado (s) à tomadas de sua casa? Caso ligasse qual seriam as consequências?

1- Essa pessoa ageu de forma equivocada, pois ao fazer isso permitiu maior passagem de corrente elétrica e isso pode provocar um aumento (aquecimento) no circuito podendo virar o caso de incêndio ou eletrocussão na instalação elétrica residencial.

2- O chuveiro elétrico, pois é um aparelho que tem tensão de 220 volts e as tomadas da minha casa possuem tensão de apenas 127 e 110 volts, o que ocasiona se ele fosse ligado seria o não funcionamento do mesmo porque a tensão oferecida não é suficiente para que o chuveiro elétrico funcione.

25

Figura 9 Resposta de exercício de fixação dos alunos

Fonte: O autor, 2022.

Finalizando este segundo encontro foi possível perceber que nas atividades desenvolvidas até o este momento, os alunos tiveram um grande estímulo em suas ideias refletidas em suas habilidades de translação de uma linguagem comum para outra mais técnica, demonstrando a assimilação de novos conceitos e conhecimento.

### 5.1.3 Terceiro encontro

O terceiro momento foi enfatizado pela investigação dos aparelhos resistivos. Com a classificação dos equipamentos nessa categoria no encontro anterior, observou-se uma evolução na ideia e uma identificação dos alunos em relação à categorização desses equipamentos.

Nas investigações de funcionamento dos equipamentos resistivos, as grandezas elétricas de tensão, corrente, resistência e potência começaram a fazer mais sentido para a turma.

As leituras reflexivas propostas, chuveiros elétricos e lâmpadas e fusível (ANEXO C e D), bem como as indicações de materiais e as discussões dos exercícios executados na miniaula foram tornando, de forma gradativa, os conceitos e ideias em relação ao assunto da Eletricidade.

Foi feita uma preparação para a aula experimental, em que a turma observou equipamentos em suas casas e verificou as características de funcionamento de equipamentos resistivos.

### 5.1.4 Quarto encontro

A etapa final de aplicação deste trabalho foi a execução de um experimento, baseado em um laboratório aberto (item 2.2.1), ocorrido em um dos laboratórios da instituição, onde os alunos foram direcionados a esse local levando os equipamentos resistivos que foram solicitados a eles e alguns outros equipamentos utilizados no laboratório como multímetros, alicates e conjunto de chaves. Esses equipamentos, bem como os materiais utilizados para o experimento, estão mostrados na figura 11.



Figura 10 Materiais utilizados na experimentação.

*Fonte: O autor*

Inicialmente, o professor foi verificando as condições de funcionamento dos equipamentos.

Foram verificados com a turma, os equipamentos que apresentaram problemas, e descartados em um primeiro momento para futuras manutenções, cada equipe ficou com um aparelho distinto e logo após foi feito o rodízio desses equipamentos nas equipes, de modo que os grupos de investigação pudessem analisar todos esses equipamentos.



Figura 11 Verificação dos equipamentos resistivos

*Fonte: O autor, 2022.*

A fim de buscarmos a solução para a proposta do problema, a turma seguiu o roteiro semiaberto (APÊNDICE A) entregue a cada grupo de investigação.

Com a ajuda do professor, cada grupo identificou nas plaquetas ou impressos diretamente nos equipamentos, as características de funcionamento desses equipamentos

resistivos dispostos para experimentação. A tabela 4 mostra as características levantadas pelos alunos.

Tabela 3 Características de funcionamento equipamentos resistivos.

Fonte: O autor, 2022.

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	FREQUÊNCIA (HZ)	RESISTÊNCIA ( $\Omega$ )	CORRENTE (A)
Ferro de solda	40	127	60	-	-
Sanduicheira	750	127	60	-	-
Chapinha	48 ~ 52	100 ~ 230	50 ~ 60	-	-
Cafeteira	650	127	60	-	-
Ferro de passar	1350	127	50 ~ 60	-	-

Após feitos os levantamentos das características de funcionamento e verificadas as condições dos aparelhos resistivos, os alunos executaram as medições com instrumentos (multímetro) observando as condições de funcionamento dos equipamentos na tabela 5.

Verificou-se que houve compreensão para medir tensão e corrente nos equipamentos, como mostrado na figura 13.

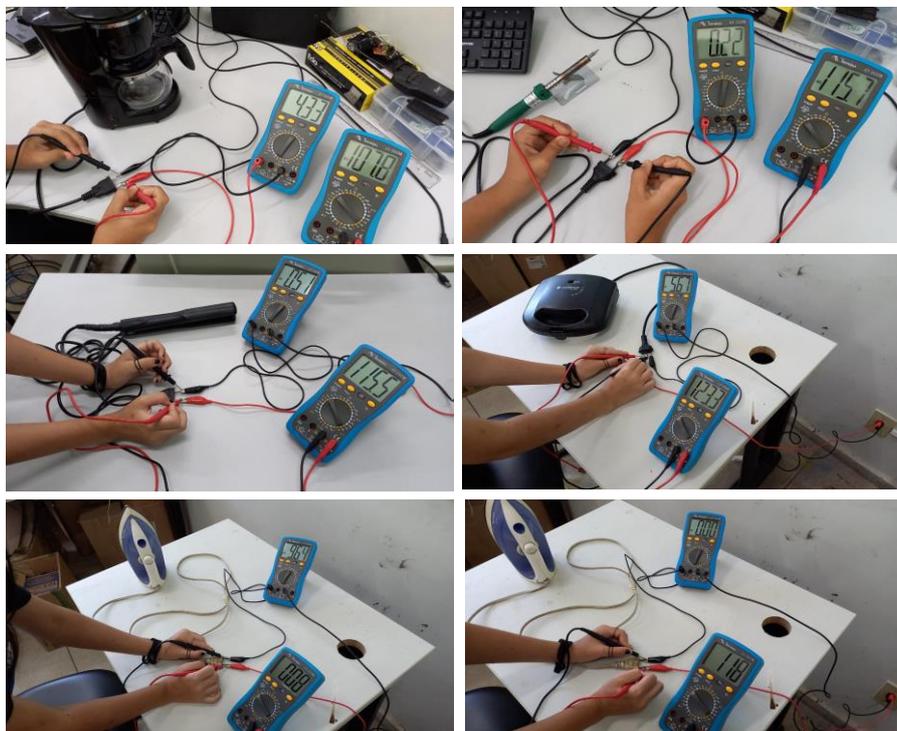


Figura 12: Medição de tensão e corrente com o multímetro, nos equipamentos resistivos.

Fonte: O autor

Na tabela 5 é mostrada os valores medidos pelos alunos.

Tabela 4: Medição de tensão e corrente

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	TENSÃO MEDIDA (V)	CORRENTE MEDIDA (A)
Ferro de solda	40	127	115,7	0,22
Sanducheira	750	127	123,3	5,67
Chapinha	48 ~ 52	100 ~ 230	115,5	0,51
Cafeteira	650	127	107,8	4,33
Ferro de passar	1350	127	118,0	9,64

## 5.2 Análise dos dados

A partir das aplicações das questões reflexivas (APÊNDICE A) e do questionário de autoavaliação (APÊNDICE B) realizados após a experimentação, este item apresentará os dados obtidos e a percepção da evolução dos conhecimentos dos alunos sobre o assunto de Eletricidade. Frisamos que a aplicação do produto, bem como os questionários e questões reflexivas, ocorreram em um momento confuso do retorno das aulas presenciais devido ao período pandêmico em que vivemos, e ainda observamos que a turma tem um histórico de não afinidade com as disciplinas de Ciências Exatas.

### 5.2.1 Análise das questões reflexivas

O questionário reflexivo foi aplicado logo após a experimentação de forma individual e sem consulta a qualquer material, de modo que os alunos pudessem deixar transparecer seus conhecimentos que foram adquiridos após todo o trabalho de investigação e experimentação executado.

O primeiro questionamento reflexível refere-se ao funcionamento dos equipamentos com tensões diferentes. Observa-se em algumas respostas a construção dos conhecimentos dos alunos, como mostra a figura 14.

a) Qual a diferença de um equipamento que funciona em 220V e outro que funciona em 110V?

A diferença não diz respeito a potência, como muitos pensam, e sim na corrente que passa por ela. Como voltagem e corrente são grandezas inversamente proporcionais, uma voltagem de 220V necessitará da metade da corrente de um aparelho de 110V.

a) Qual a diferença de um equipamento que funciona em 220V e outro que funciona em 110V?

Como 110 e 220 precisam atingir a mesma potência, o fio de 110V precisa ser mais espesso. Em certos aparelhos, como no 220 há maior potência para a corrente, o cabo pode ser menor.

a) Qual a diferença de um equipamento que funciona em 220V e outro que funciona em 110V?

Os de 220 consegue aguentar mais carga e o de 110 aquece menos.

Figura 13 reflexão de alguns alunos em relação ao funcionamento de aparelhos com tensões diferentes

Fonte: O autor

diferentes, observa-se por algumas respostas que houve, de alguma forma, uma investigação a respeito do assunto pelos alunos, como mostrado na figura 15.

b) O que define as diferentes potências apresentadas por determinados equipamentos?

Potência é uma grandeza física escalar medida em (W), pode ser definido como a taxa de realização de trabalho a cada segundo ou como o consumo de energia por segundo, a taxa de variação da energia em função do tempo.

b) O que define as diferentes potências apresentadas por determinados equipamentos?

A capacidade de suportar a corrente ofertada.

b) O que define as diferentes potências apresentadas por determinados equipamentos?

Sua voltagem e a corrente que por ela passa.

Figura 14 Percepção dos alunos quanto a potência elétrica

Fonte: O autor

Outro conceito que foi fazendo sentido para os alunos foi o de corrente elétrica. Observa-se a formação desse conhecimento em algumas respostas dos alunos no terceiro questionamento reflexivo, em que falam a respeito do surgimento da corrente elétrica, mostrado na figura 16.

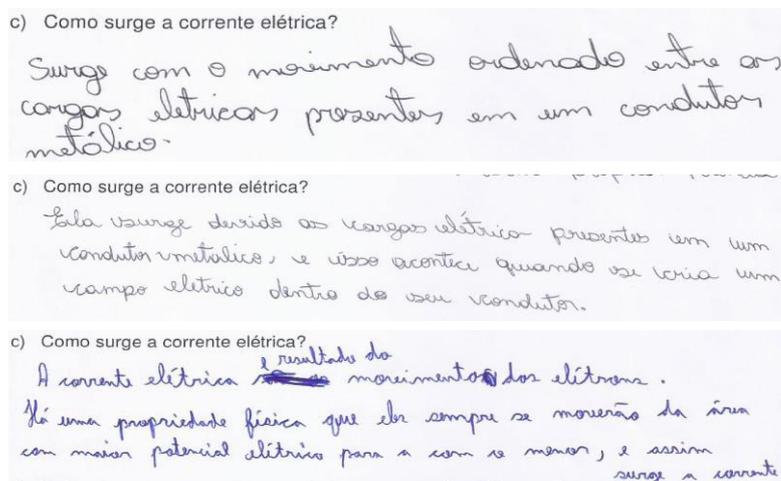


Figura 15 Percepção dos alunos quanto a potência elétrica

Fonte: O autor

No quarto questionamento referente a simbologia de corrente alternada (CA) e contínua (CC), apesar de aparentemente ser simples, houve uma grande explanação para entendimento desses conceitos, mostrando os elementos que fornecem corrente contínua e alternada, bem como houve uma consolidação desses conhecimentos no momento em que foi executada a experimentação, na qual eles deveriam selecionar que tipo de tensão deveriam medir com o multímetro em determinados equipamentos. A figura 17 mostra a reflexão de um dos alunos.

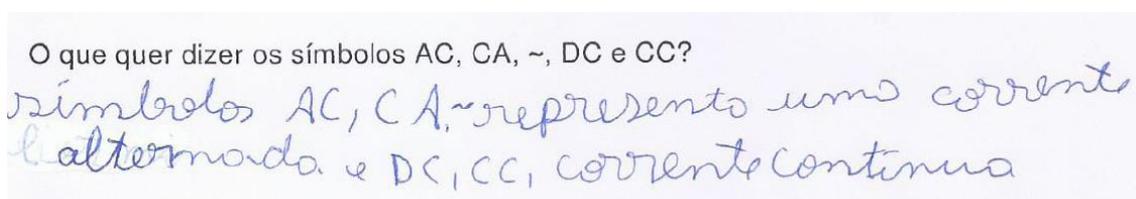


Figura 16: Simbologias dos tipos de corrente

Fonte: O autor



Figura 17: Seleção para melhor medição de tensão

*Fonte: O autor*

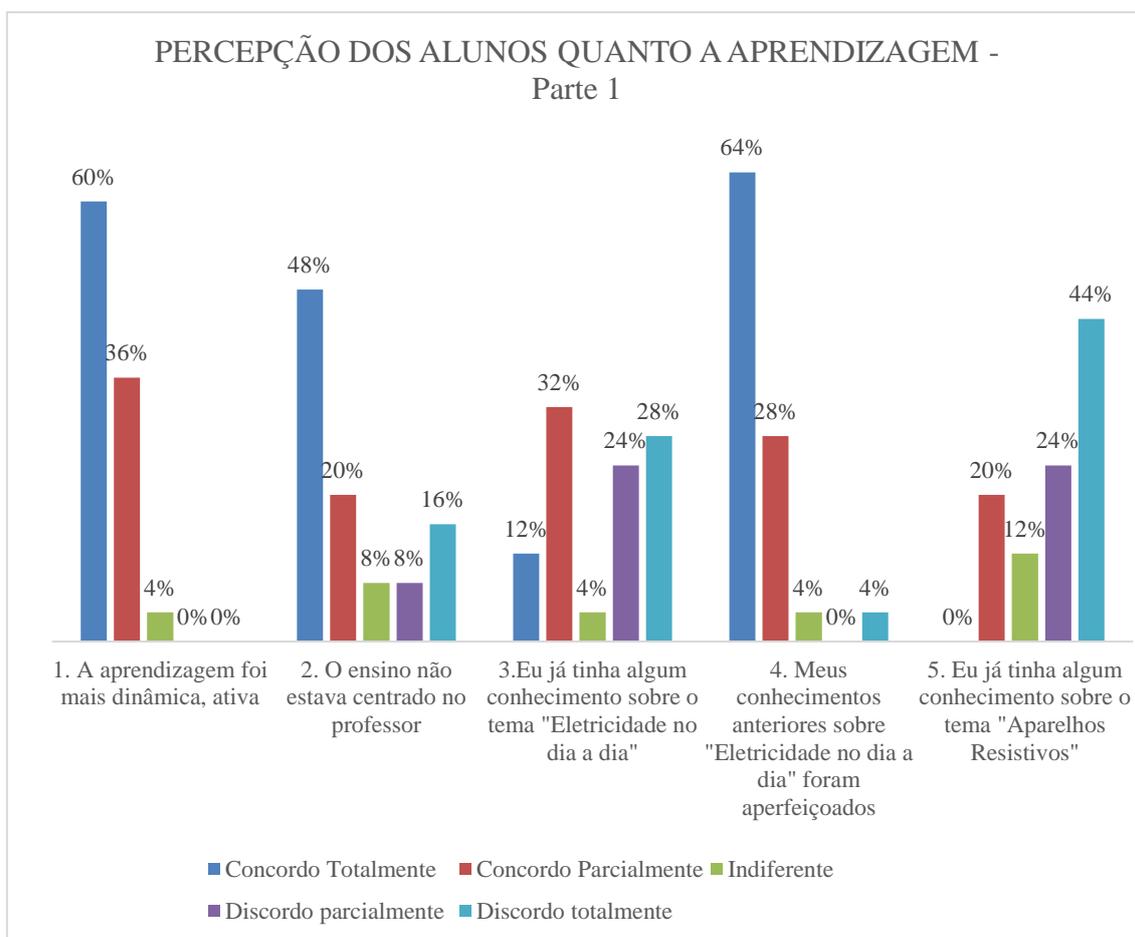
### **5.2.2 Análise autoavaliação**

A autoavaliação (APÊNDICE B) referente às aulas executadas com o método de ensino investigativo, foi aplicada logo após os questionamentos reflexivos e executada de forma individual, onde esse questionário apresenta 32 questões que os alunos marcaram com X o nível de concordância com cada opinião, as quais foram divididas em blocos para melhor visualização dos resultados referente à percepção dos alunos quanto à aprendizagem, a qualidade do problema que foi proposto, a aula experimental e a atuação do professor como tutor e do formato das aulas. Participaram desse levantamento 25 alunos.

Na primeira parte dos questionamentos é mostrado sobre a percepção que os alunos tiveram em relação a sua aprendizagem. O gráfico 1 ilustra a percepção dos alunos.

Gráfico 1 Primeira parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem

Fonte: O autor

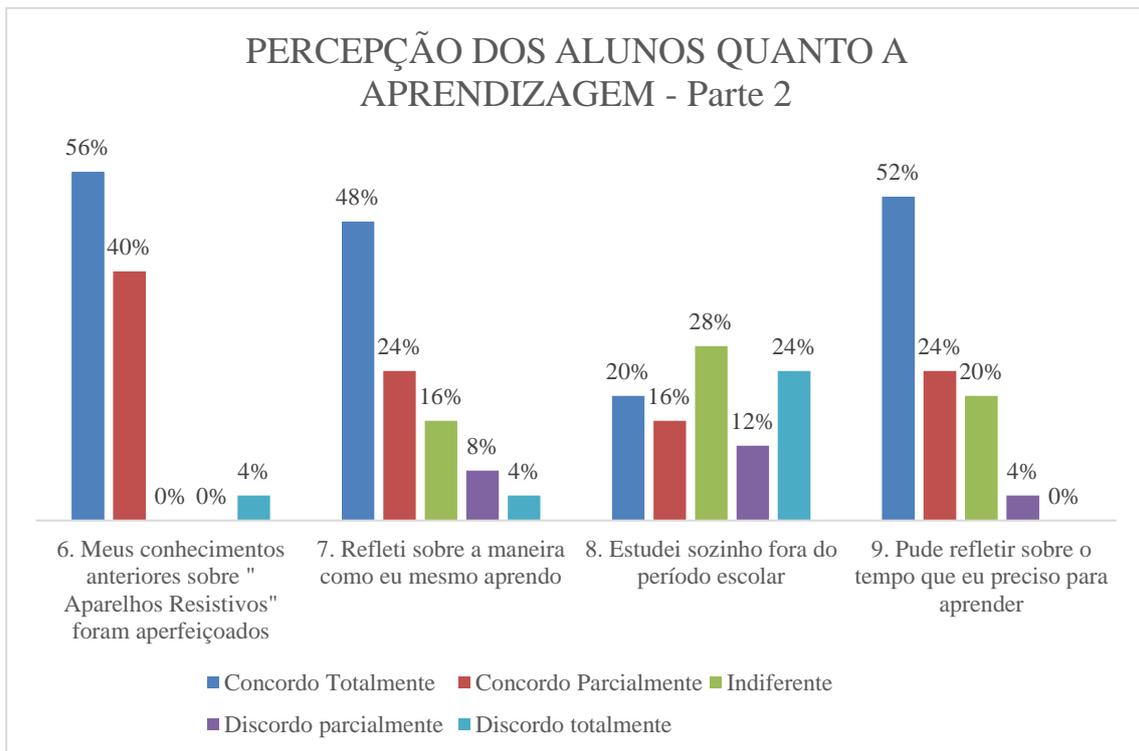


É possível perceber que com este trabalho a turma observou uma nova maneira de aprender, de forma mais dinâmica e ativa, demonstrando ainda que o ensino estava centrado no aluno e não no professor. Além disso, fica evidente também que os conhecimentos desses alunos referentes a Eletricidade no dia a dia foram aperfeiçoados, mesmo para os que já tinham algum conhecimento sobre o assunto, e que a maioria da turma não tinha nem um conhecimento sobre aparelhos resistivos.

A segunda parte desse gráfico mostra a reflexão que os alunos tiveram em relação a como eles aprendem e o tempo que dedicam para o aprendizado, mostrando que o estudo de forma individual não é uma prioridade, e que a forma de trabalho em grupo é preferida, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 Segunda parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem

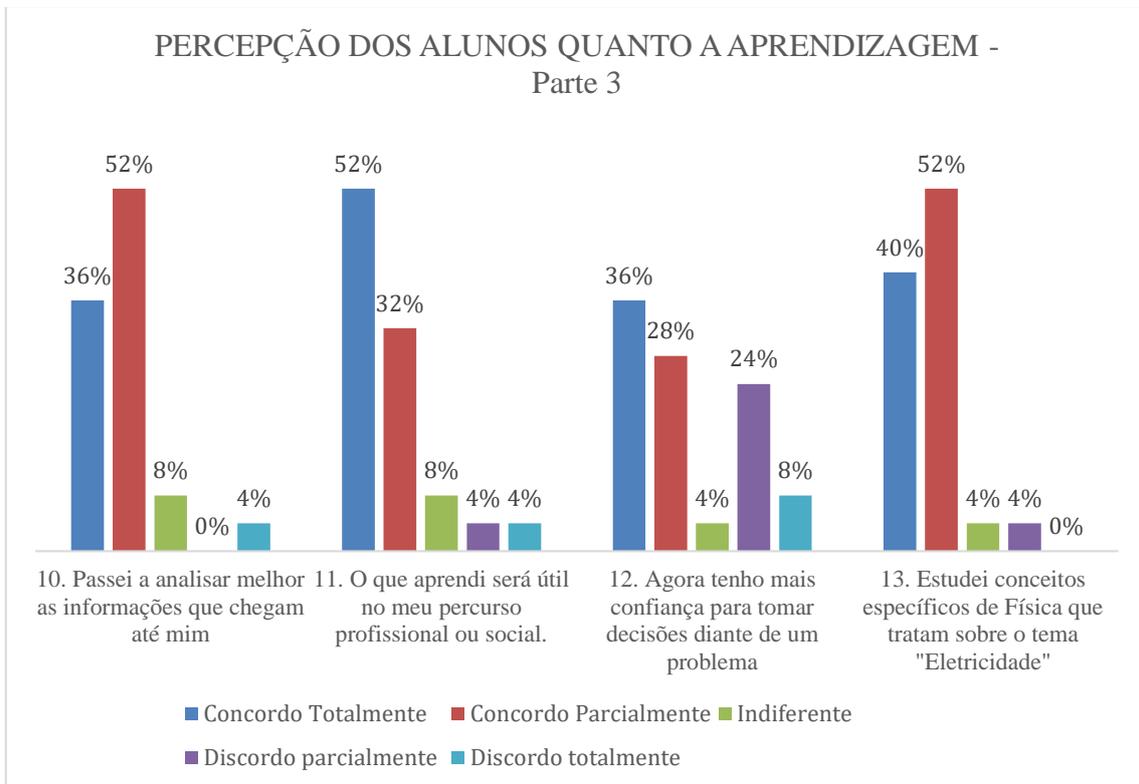
Fonte: O autor



A terceira parte da percepção dos alunos referente à aprendizagem demonstra a análise crítica que os alunos tiveram em relação aos novos conhecimentos que eles adquiriram e a mudança de postura com essas informações, passando a fazer uma análise melhor das informações que chegam até eles, e tendo uma visão de futuro com esses conhecimentos adquiridos. O Gráfico 3 ilustra essa percepção.

Gráfico 3 Terceira parte da percepção dos alunos quanto à aprendizagem

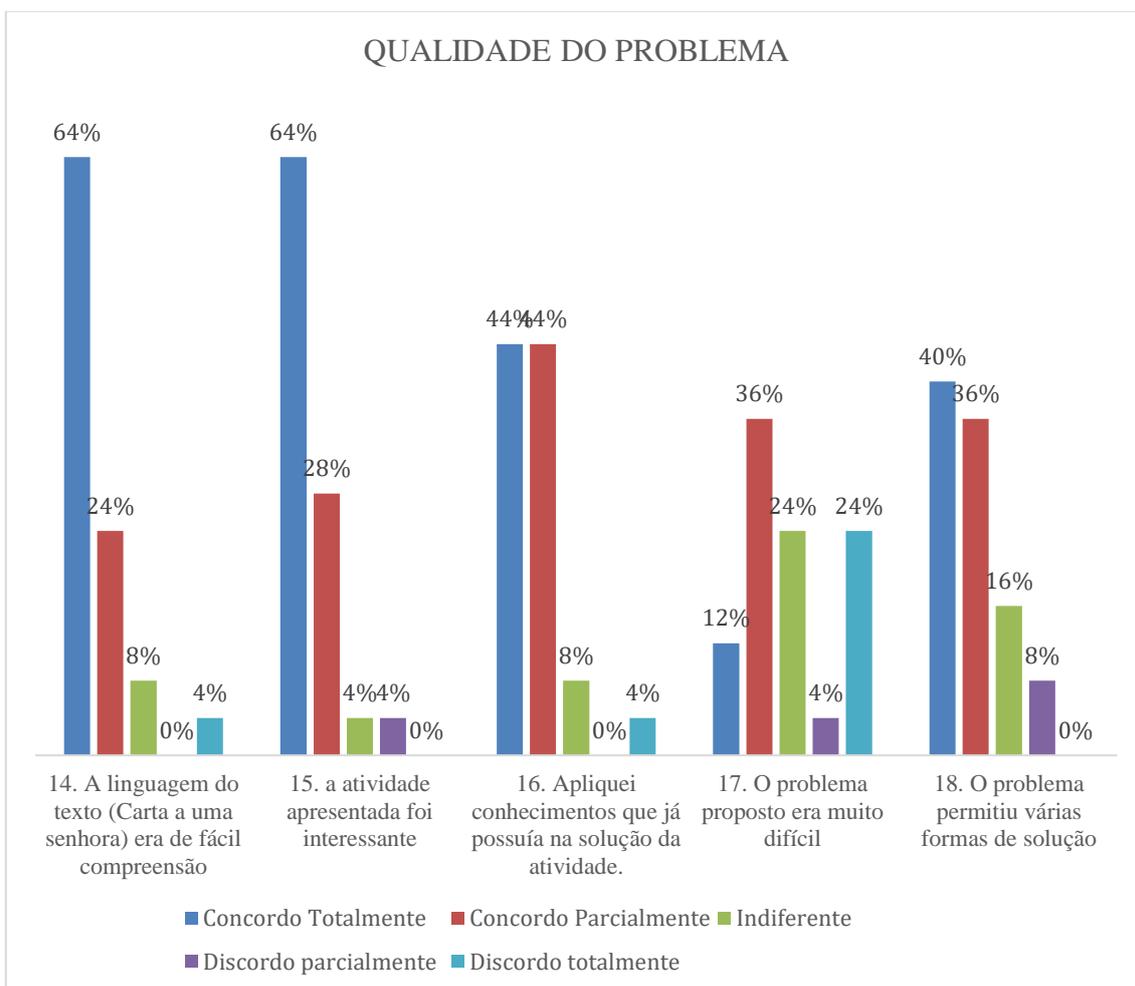
Fonte: O autor



A segunda parte da autoavaliação refere-se à qualidade do problema que foi apresentado, problema esse que questiona a turma em relação à execução do levantamento de consumo de energia elétrica em sua residência. Alguns textos e atividades foram propostos a eles a fim de embasá-los nos conteúdos para a melhor compreensão do assunto principal. Observa-se pelo levantamento das opiniões no gráfico 4 que a princípio os alunos acharam o problema difícil, mas no decorrer da execução das aulas e a compreensão dos conhecimentos que eles trouxeram de sua vivência, eles foram compreendendo o assunto e tornando seus conhecimentos significativos.

Gráfico 4 Análise dos alunos em relação à qualidade do problema proposto.

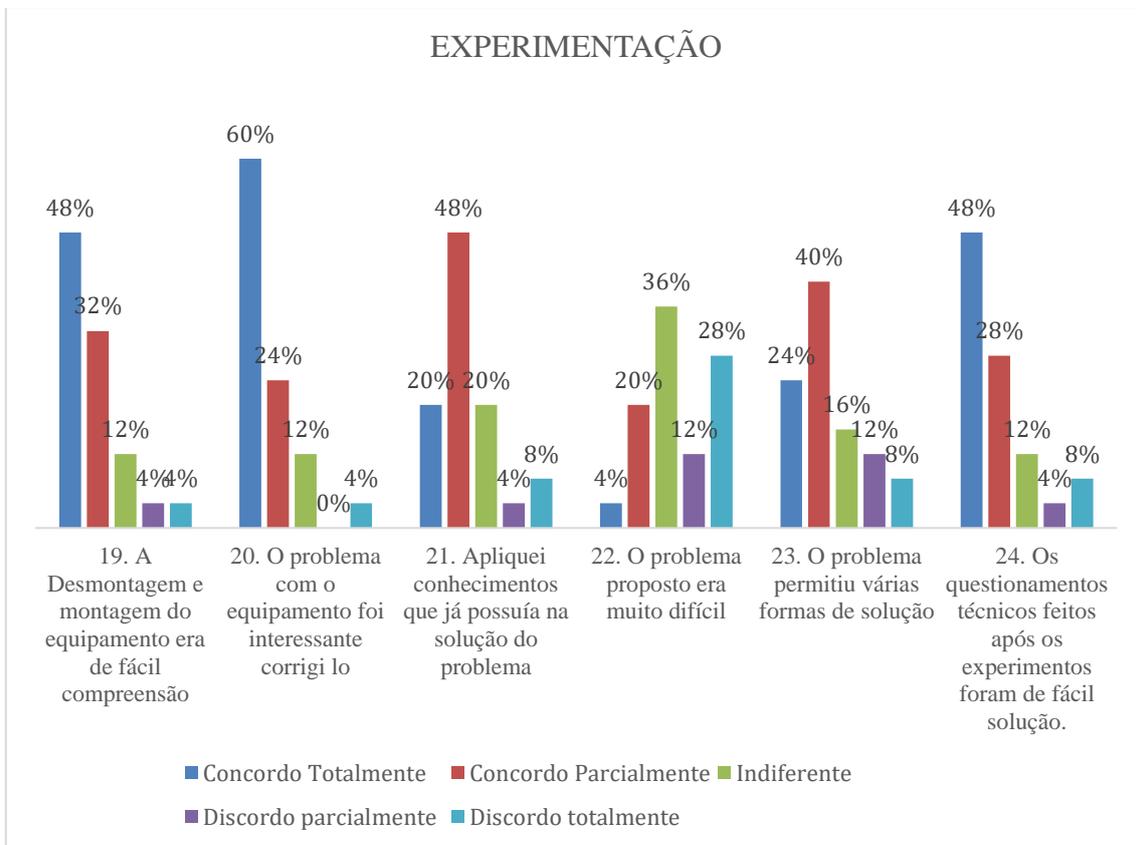
Fonte: O autor



O gráfico 5 reflete a opinião da turma em relação ao momento mais esperado do trabalho que foi a experimentação, pois relatos da maioria dos alunos era em relação à parte prática, que eles não tinham, da disciplina de Física. Com o experimento de medição da tensão e corrente elétrica nos aparelhos resistivos com o equipamento de medição (multímetro), a turma pôde perceber como é feita a medição das grandezas elétricas. Observou-se que na aula apresentada de forma diferente dos modos tradicionais, os alunos demonstraram um interesse maior e a formação do conhecimento foi mais evidente, como podemos perceber na questão 24 do questionário de autoavaliação em que, após a aula experimental, bem como todo o embasamento feito durante o trabalho, os alunos conseguiram responder de forma técnica as questões referentes a medição e grandezas elétricas. O gráfico 5 reflete essas opiniões.

Gráfico 5: Análise dos alunos em relação à aula experimental

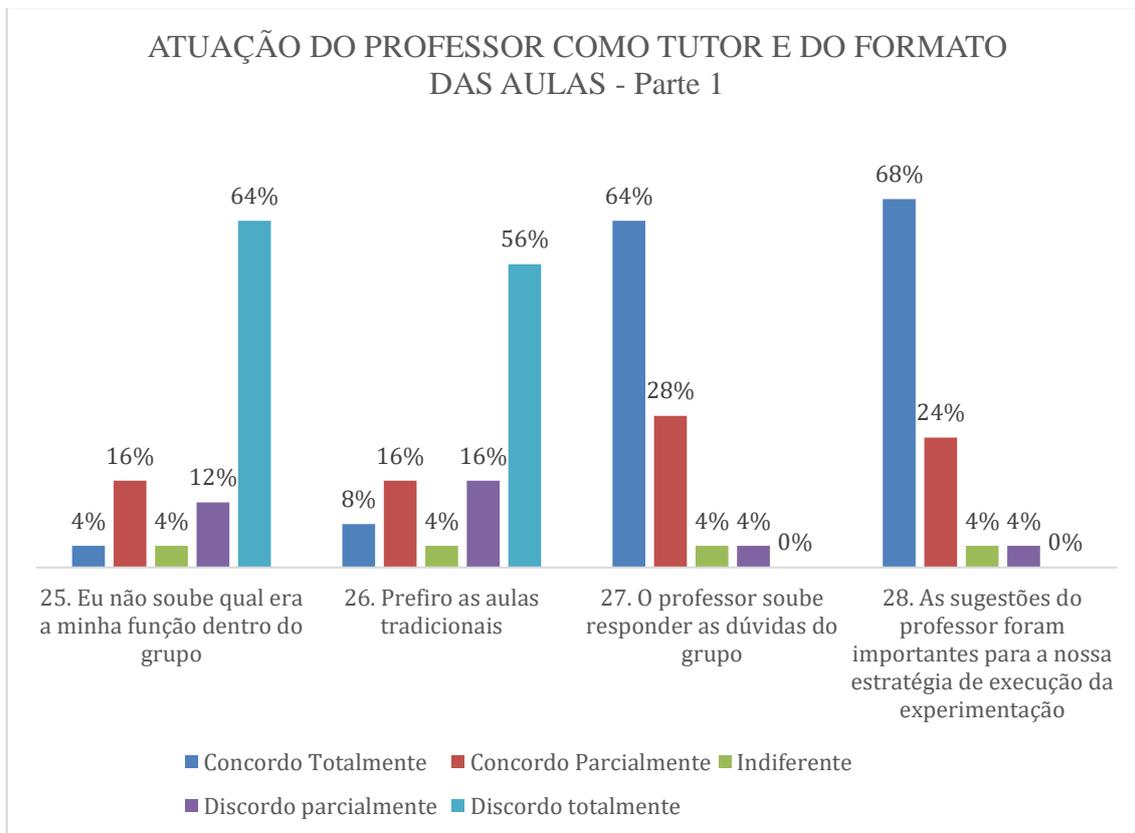
Fonte: O autor



Na última parte do questionário de autoavaliação a turma analisou a atuação do professor tutor e os formatos das aulas que foram executadas. Foi observado que com a tutoria do professor os alunos conseguiram se posicionar dentro do seu grupo em relação à postura de estudo, ou seja, alguns tomando papel de liderança delegando atividades e outros se posicionando em relação a quais tarefas iriam executar e como seria feita essa execução, de forma que a investigação tomasse um rumo que a situação-problema fosse solucionada trazendo uma gama de conhecimentos durante esse processo. Verificou-se que as aulas mais dinâmicas são preferência com relação às aulas tradicionais para a maioria dos alunos. Segundo a opinião da turma o professor conseguiu sanar as dúvidas, bem como as sugestões colocada por ele foram de sua importância para a estratégia de execução do experimento. O Gráfico 6 ilustra a opinião dos alunos.

Gráfico 6: Primeira parte das opiniões dos alunos em relação à atuação do professor e do formato das aulas

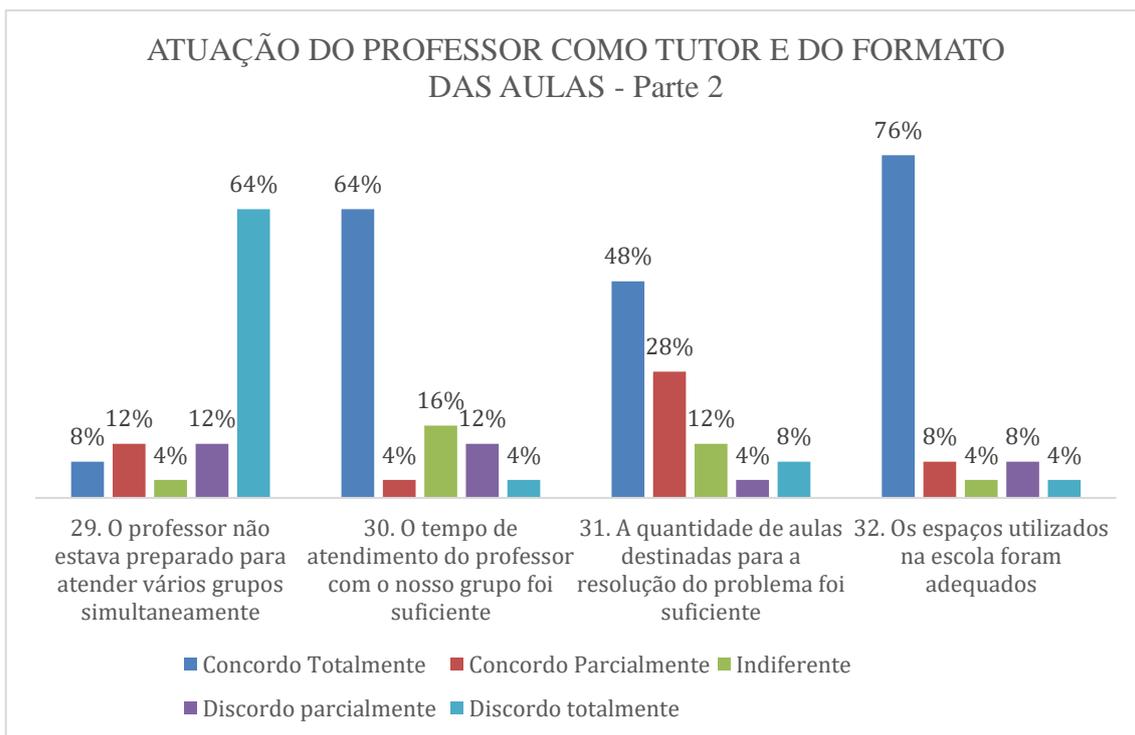
Fonte: O autor



Continuando a análise da turma referente à atuação do professor e o formato das aulas, o gráfico 7 mostra que o professor estava preparado para atender e tirar as dúvidas dos grupos gerenciando o controle da turma. Observa-se ainda que a turma ficou bem satisfeita com a atenção que o professor dava a cada grupo de forma individual. O espaço das salas e os laboratórios onde foram executadas as aulas, bem como a quantidade aulas foi o suficiente para o excelente aprendizado que a turma adquiriu. Os relatos da turma estão dispostos no gráfico 7.

Gráfico 7: Segunda parte das opiniões dos alunos em relação à atuação do professor e do formato das aulas

Fonte: O autor



Com a aplicação deste trabalho, observou-se que as dificuldades no estudo de Física do assunto em questão foram reduzidas e dúvidas recorrentes que os alunos tinham foram suprimidas, proporcionando-lhes uma forma de aprendizagem mais dinâmica, de forma que os conceitos ditos “abstratos” visto em sala de aula começaram a fazer sentido para eles no “mundo real”.

## Capítulo 6

### Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no estudo de Eletricidade, observando os aparelhos resistivos que utilizamos em nosso dia a dia, principalmente através da medição das grandezas elétricas como tensão, corrente e potência. A partir da problemática proposta (*Você sabe como é executado o levantamento da energia elétrica consumida na sua casa?*), o professor foi conduzindo o trabalho de modo que os alunos conseguissem construir seu conhecimento. A proposta visou fazer a conciliação dos conhecimentos adquiridos e aplicados no cotidiano com os adquiridos dentro da sala de aula no Ensino Médio.

Na busca de despertar o interesse, curiosidade e o instinto investigativo dos alunos para o ensino de Física e principalmente para o assunto em questão, foi apresentado um guia de dinâmicas práticas utilizando um roteiro semiaberto em que situações do dia a dia foram colocadas pelo professor por meio de analogias, previsões e questionamentos de modo que esse material pudesse ser utilizado por outros tutores.

A base teórica desta obra está atrelada a teoria de Ausubel sobre a aprendizagem significativa, na qual acredita-se ser indispensável no planejamento do docente o uso social do objeto a ser estudado, bem como o ambiente no qual o aluno está inserido, para uma situação de ensino e aprendizagem potencialmente significativa.

Com a metodologia aplicada, os alunos foram instigados a lerem materiais propostos sobre o assunto, escreverem seu entendimento, verbalizarem nos debates em sala de aula, trocarem ideias entre os grupos e ainda a pensarem de forma lógica elaborando seu raciocínio, o que proporcionou uma participação ativa da turma.

Dessa forma, o professor tutor conduziu o aprendizado com atitudes ativas e abertas, percebendo as respostas e opiniões dos alunos, questionando as colocações erradas e valorizando as corretas, não tendo atitude de portador absoluto do conhecimento.

Observando a execução do trabalho, percebe-se que as experiências feitas em laboratório e a estimulação do raciocínio dos alunos, tornado as aulas mais dinâmicas e participativas fortalecem os conceitos teóricos que são apresentados em sala de aula, tornando o aprendizado cada vez mais ativo e eficiente, fazendo aflorar habilidades e competência que estão ocultas no indivíduo, que somente e com aulas expositivas essas habilidades e competências já mais iriam aparecer.

Nesse sentido, espera-se que este trabalho possa ser utilizado por mais professores e que obtenham resultados iguais ou melhores do que foi obtido na aplicação desse produto educacional e que venha fortalecer as alternativas de ensino e aprendizagem no estudo da Física.

# Apêndice A: Roteiro Semiaberto para a experimentação

## ELETRICIDADE

### EXPERIÊNCIA – ELETRICIDADE EM APARELHOS RESISTIVOS

**Objetivos:** Entender as condições de funcionamento dos aparelhos resistivos, através das informações fornecidas pelos fabricantes impressos no corpo ou em chapas presa a ele, bem como verificar seu consumo de energia, a fim de chegarmos à solução da seguinte questão: *Você sabe como é executado o levantamento da energia elétrica consumida na sua casa?*

#### 1. LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DOS APARELHOS

**MATERIAIS E EQUIPAMENTOS:** Aparelhos resistivos levados pelo aluno, multímetro digital, chave de fenda, chave Philips, alicates de bico e corte, planilha em Excel.

#### **PROCEDIMENTOS:**

1. Reunir os equipamentos que cada integrante trouxe para a aula experimental.
2. Criar uma tabela.
3. Organizar, na tabela criada, as informações fornecidas pelos fabricantes, contidas nas plaquinhas ou impresso no próprio aparelho.
4. Selecione um equipamento, presente na tabela.
5. Certifique-se, junto com o tutor, se está em bom estado (funcionando). Caso não esteja em condições de funcionamento, providenciar manutenção junto com o tutor.
6. Ligue a uma fonte de tensão, apropriada para o funcionamento do equipamento.
7. Fazer as medições com o equipamento (multímetro).
8. Anote os valores medidos na tabela.
9. Compare com os valores informados pelo fabricante.
10. Repita os procedimentos 4 a 9, para o restante dos aparelhos e liste-os na tabela.

#### **QUESTÕES REFLEXIVAS**

Reflita e tente explicar as seguintes indagações, baseada nos equipamentos resistivos analisados.

- a) Qual a diferença de um equipamento que funciona em 220V e outro que funciona em 110V?

**GABARITO:** Não há diferença técnica de funcionamento entre as duas tensões. O consumo de energia não depende da tensão elétrica, mas, sim, da potência e do tempo de uso do equipamento. O produto da tensão pela corrente elétrica define a potência elétrica de um equipamento, e não o consumo. Seja em 110 ou em 220, o desempenho dos aparelhos é o mesmo e os fabricantes escolhem a voltagem de acordo com a disponibilidade de cada local.

- b) O que define as diferentes potências apresentadas por determinados equipamentos?

**GABARITO:** É a intensidade de corrente consumida por esses equipamentos, e consequentemente sua variação de resistência elétrica, com uma tensão constante.

- c) Como surge a corrente elétrica?

**GABARITO:** Corrente elétrica é o movimento ordenado entre as cargas elétricas presentes em um condutor metálico. Essa organização de movimento acontece quando se cria um campo elétrico dentro desse condutor, fazendo com que seus elétrons livres desenvolvam um movimento ordenado, ou seja, os elétrons livres são estimulados a mover-se pelo condutor, o que gera a corrente elétrica por causa de uma diferença de potencial elétrico (ddp ou tensão elétrica) estabelecida entre as extremidades do condutor.

- d) O que querem dizer os símbolos AC, CA, ~, DC e CC?

**GABARITO:** Recebem o nome de corrente contínua (C.C. ou D.C. no equivalente em inglês) e corrente alternada (~, C.A e A.C no equivalente em inglês) dois sistemas diferentes de coordenar o fluxo de elétrons dentro de um circuito elétrico

- e) O que é fundamental para um equipamento ou aparelho funcionar com o uso de pilha ou tomada?

**GABARITO:** Quando ligamos os aparelhos elétricos à rede elétrica ou a uma pilha, permitimos que cargas elétricas se movimentem através dos fios. Esse movimento das cargas forma a corrente elétrica. É a passagem da corrente elétrica pelos componentes internos de um aparelho que faz com que ele funcione.

## Apêndice B: Questionário de autoavaliação das aulas

<b>QUESTIONÁRIO AUTOAVALIATIVO</b> Referente às nossas aulas com o método de Ensino Investigativo estão listadas opiniões. Marque com um <b>X</b> o nível de concordância com cada opinião.	Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Indiferente	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
<b>PERCEPÇÃO DOS ALUNOS QUANTO A APRENDIZAGEM</b>					
1. A aprendizagem foi mais dinâmica, ativa					
2. O ensino não estava centrado no professor					
3. Eu já tinha algum conhecimento sobre o tema "Eletricidade no dia a dia"					
4. Meus conhecimentos anteriores sobre "Eletricidade no dia a dia" foram aperfeiçoados					
5. Eu já tinha algum conhecimento sobre o tema "Aparelhos Resistivos"					
6. Meus conhecimentos anteriores sobre "Aparelhos Resistivos" foram aperfeiçoados					
7. Refleti sobre a maneira como eu mesmo aprendo					
8. Estudei sozinho fora do período escolar					
9. Pude refletir sobre o tempo que eu preciso para aprender					
10. Passei a analisar melhor as informações que chegam até mim					
11. O que aprendi será útil no meu percurso profissional ou social.					
12. Agora tenho mais confiança para tomar decisões diante de um problema					
13. Estudei conceitos específicos de Física que tratam sobre o tema "Eletricidade"					
<b>QUALIDADE DO PROBLEMA</b>					
14. A linguagem do texto (Carta a uma senhora) era de fácil compreensão					
15. a atividade apresentada foi interessante					
16. Apliquei conhecimentos que já possuía na solução da atividade.					
17. O problema proposto era muito difícil					
18. O problema permitiu várias formas de solução					
<b>EXPERIMENTAÇÃO</b>					
19. A Desmontagem e montagem do equipamento era de fácil compreensão					
20. O problema com o equipamento foi interessante corrigi lo					
21. Apliquei conhecimentos que já possuía na solução do problema					
22. O problema proposto era muito difícil					
23. O problema permitiu várias formas de solução					
24. Os questionamentos técnicos feitos após os experimentos foram de fácil solução.					
<b>ATUAÇÃO DO PROFESSOR COMO TUTOR E DO FORMATO DAS AULAS</b>					
25. Eu não soube qual era a minha função dentro do grupo					
26. Prefiro as aulas tradicionais					
27. O professor soube responder as dúvidas do grupo					
28. As sugestões do professor foram importantes para a nossa estratégia de execução da experimentação					
29. O professor não estava preparado para atender vários grupos simultaneamente					
30. O tempo de atendimento do professor com o nosso grupo foi suficiente					
31. A quantidade de aulas destinadas para a resolução do problema foi suficiente					
32. Os espaços utilizados na escola foram adequados					

Fonte: Adaptado de BARROS (2020)

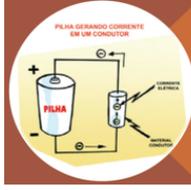
# Apêndice C: Slides Miniaula Expositiva

## FISICA III-ELETRICIDADE



Prof. Eng.º Esp. Jean Fabrício 2022

### Das teorias da Física às aplicações no cotidiano



### Noções básicas dos fundamentos da eletricidade

Geralmente, acordamos com o toque do despertador de um rádio relógio ou de um celular. Levantamos, acendemos a luz. Tomamos um banho quente, quase sempre em chuveiro elétrico. Preparamos um lanche com o auxílio de uma torradeira. Alguma coisa nos ajuda no dia a dia, desde a hora em que acordamos: a eletricidade.

Você já imaginou o mundo sem eletricidade? Não existem nem um dos equipamentos que precisamos no dia a dia. Nem o rádio, nem a televisão ou as máquinas comandadas por computadores e robôs. Para imaginarmos o mundo sem eletricidade, temos de regressar mais de cem anos. Foi em 1875 que os primeiros geradores de eletricidade, os dínamos, foram aperfeiçoados para se tornarem fontes de suprimento, fornecendo eletricidade para as lâmpadas de uma estação na França.

Mas o que é eletricidade?

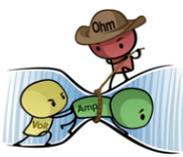
### Eletricidade?



Eletricidade é a manifestação de uma forma de energia associada a cargas elétricas paradas ou em movimento.

Os detentores das cargas elétricas são os elétrons, partículas minúsculas que giram em volta do núcleo dos átomos que formam as substâncias.

### Tensão, corrente e resistência elétrica



Tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, capaz de gerar movimento ordenado dos elétrons entre um ponto e outro.

Corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor quando existe uma diferença de potencial elétrico entre suas extremidades. Então, a corrente elétrica é a quantidade de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo.

Corrente contínua é o movimento ordenado de cargas elétricas que ocorre sempre no mesmo sentido, do polo negativo de uma fonte para o polo positivo. Convencionou-se, no entanto, que o sentido da corrente, para efeito de análise dos circuitos, é o sentido do polo positivo para o negativo.

### Tensão, corrente e resistência elétrica

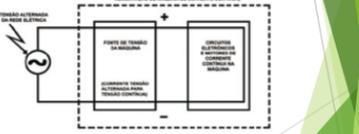
Corrente alternada corresponde ao movimento ordenado de cargas elétricas, porém com sentido que muda de um instante para outro. A frequência com que a corrente alternada muda de sentido depende do tipo de gerador utilizado.



O símbolo de um gerador de tensão e corrente alternada.

### Tensão, corrente e resistência elétrica

Conversão de tensão alternada para contínua em máquinas de corrente contínua



### Tensão, corrente e resistência elétrica

#### SÍMBOLO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA



Elétrons em movimento chocam-se com os átomos do material condutor. Isso dificulta a passagem de corrente elétrica. A esta oposição à passagem de corrente elétrica dá-se o nome de resistência elétrica, e seu símbolo é mostrado na figura a cima. Sua unidade de medida é o ohm.

### Tensão, corrente e resistência elétrica

Foi o cientista alemão Georg Simeon Ohm quem estabeleceu a lei que tem o seu nome, Lei de Ohm, e inter-relaciona as grandezas tensão, corrente e resistência. Esta relação é dada pela equação:  $U = R \times i$ , onde:

$U$  = tensão ou diferença de potencial, em volts;  
 $R$  = resistência, em ohms;  
 $i$  = intensidade de corrente, em amperes.

### Potência elétrica

Para se executar qualquer movimento ou produzir calor, luz, radiação, etc., é preciso desprender energia. A energia aplicada por segundo em qualquer dessas atividades é denominada potência.

Como a unidade watt é, muitas vezes, pequena para exprimir os valores de um circuito, usamos o quilowatt (KW): 1 KW = 1000 watts. A potência fornecida por uma hidrelétrica é muito elevada e por isso utilizamos o GW (giga= 109, ou seja, 1 bilhão).

A unidade de medida da potência elétrica é o watt, em homenagem ao inventor de motores, o escocês James Watt (1736- 1819).

### Potência elétrica

Potência Elétrica é a capacidade de fornecimento de energia elétrica por unidade de tempo. Para o sistema que recebe a energia elétrica e a converte em outra forma de energia, a potência elétrica representa a capacidade de absorção e conversão de energia num dado intervalo de tempo.

Em eletricidade, a potência é o produto da tensão pela corrente, ou seja,  $P = U \times i$ , sendo:

$P$  = potência, em watts;  
 $U$  = tensão, em volts;  
 $i$  = intensidade de corrente, em amperes.

### Potência elétrica

Pratique

Qual a potência necessária para fazer girar um motor elétrico cuja tensão é de 220 volts e a corrente necessária é de 20 amperes?

### Potência elétrica

Pratique

Em uma máquina de lava jato de 100  $\Omega$  passa uma corrente de 3 A. Se a energia consumida por esta máquina foi de 2Kwh, determine aproximadamente quanto tempo ela permaneceu ligada à rede.

a) 15h  
 b) 1,5h  
 c) 2h  
 d) 3 h  
 e) 6h



### Energia elétrica

A energia é a potência utilizada ao longo do tempo. No exemplo anterior, se o motor ficar ligado durante 2 horas, a energia consumida será a potência vezes o tempo, ou seja a potência necessária seria de  $220 \times 20 = 4400$  W ou 4,4 kW. E a energia consumida seria  $4,4 \times 2$  (tempo de funcionamento em horas) = 8,8 kWh.

o quilowatt-hora (KWh) é a unidade que exprime o consumo de energia.

### Energia elétrica

Pratique

Determine a energia consumida mensalmente por um chuveiro elétrico de potência 4000W em uma residência onde vivem quatro pessoas que tomam, diariamente, 2 banhos de 12 min. Dê sua resposta em Kwh.

a) 192  
 b) 158  
 c) 200  
 d) 300  
 e) 90

## Apêndice D: Produto Educacional

### PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI) PARA O ESTUDO DE ELETRICIDADE EM FÍSICA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO ENSINO TÉCNICO

O objetivo principal desta ferramenta de ensino é instigar a discussão de conceitos abstratos sobre Eletricidade, observando o seu uso no dia a dia sem acarretar prejuízos ao seu entendimento, tornado o aprendizado significativo.

Sua proposta está fundamentada nos princípios básicos de um laboratório aberto, como foi mostrado no item 2.1.1 do texto da dissertação. Com foco para o ensino de Eletricidade na Física, especificadamente em aparelhos resistivos onde a ideia principal é fazer o aluno compreender de forma significativa os conceitos de tensão, corrente elétrica, potência e resistência elétrica, esse material contribuirá ainda mais com o modo dos docentes em oferecer outras alternativas para a construção do conhecimento aos alunos em sua jornada profissional.

A ideia principal deste produto, consiste na busca da solução de um questionamento do nosso dia a dia, onde os alunos possam responder através de uma experiência, neste caso, do entendimento do consumo de energia elétrica observando a conta mensal de energia em sua residência, de forma que possam produzir seus conhecimentos nas principais grandezas elétricas através de um estudo investigativo.

#### Estrutura da Sequência de Ensino Investigativo

<b>Estudo da Eletricidade no dia a dia</b>
1º Encontro (Aulas 1 e 2) 50 minutos h/a
<b>Atividade 1- Classificação de elementos elétricos e eletrônicos</b>
<b>Situações iniciais:</b> 01-Antes do início da atividade, o professor deve orientar a turma sobre as condições da participação respeitosa e colaborativa para o estudo e para a construção do conhecimento. Estabelecerá, assim, algumas regras de convivência.
02- É necessário organizar os alunos em grupos de 3 a 5 membros de preferência, que na percepção de um primeiro momento, do professor, exista uma

diversidade de características atitudinais, a fim de contribuir no desenvolvimento das respectivas habilidades, e de modo a favorecer a formação de novos conceitos.

**Situação-problema:** Sabemos que alguns aparelhos eletroeletrônicos gastam muita energia, enquanto outros são mais econômicos. Ainda assim, quando sabemos como calcular o consumo de energia de cada um, é possível controlar o gasto mensal e reduzir o valor da conta de energia elétrica, evitar o desperdício ou, ainda, aumentar a vida útil dos aparelhos.

O que você paga pelo consumo é a energia consumida em kWh (quilowatt-hora) multiplicada pela tarifa de energia estabelecida pela Aneel.

*Você sabe como é executado o levantamento da energia elétrica consumida na sua casa?* Quais grandezas físicas elétricas que devemos conhecer para calcular esse consumo? Quais os equipamentos eletroeletrônicos são os que mais consomem energia elétrica?

**Início da Investigação:** O professor, na forma de guia, propõe um *Brainstorming* ou tempestade de ideias, sobre o assunto de Eletricidade, questionando os estudantes sobre o que eles pensam, sabem ou tenham ideia sobre a palavra ou o assunto *Eletricidade*, e no quadro o docente vai escrevendo, colocando em forma de uma lista, todas as possíveis palavras (ideias) que eles vão expondo. *A dinâmica permitirá identificar os conceitos subsunçores que os alunos já possuem, relacionados ao assunto.*

Logo após isso, o educador pergunta sobre que equipamentos, aparelhos e componentes elétricos e/ou eletrônicos que eles conhecem e/ou utilizam no seu dia a dia, que precisam da Eletricidade em seu funcionamento, listando todos os objetos no quadro. *É importante que o docente também vá sugerindo outros itens não mencionados, porém fundamentais para o direcionamento do assunto em que os discentes pretendem investigar.*

Em seguida, pede que cada aluno escolha três elementos dessa lista e fale, por escrito, sobre cada item escolhido: Como acredita que funciona cada equipamento, com suas próprias palavras. *Essa explanação individual deverá ser entregue ao professor ao final do tempo de quinze minutos, estipulado para a atividade.*

Listados os pensamentos e objetos relacionados a Eletricidade, os alunos irão executar a primeira seção de leitura reflexiva.

*Esse exercício ajudará o planejamento das próximas aulas, possibilitando que o docente desenvolva de forma objetiva a temática investigada.*

**1ª Seção de leitura reflexiva:** Texto 1: Carta a uma senhora (Carlos Drummond de Andrade). Cap1: Onde não está a Eletricidade, GREF (Anexo A). Os textos da leitura reflexiva funcionarão como organizadores prévios.

**Debates e reflexões:** A partir da lista de equipamentos avaliada, e executada a leitura reflexiva, o professor estimula um debate em forma de exposição de opiniões, *com a intenção de excitar gradativamente os pensamentos crítico, criativo e cuidadoso, visando alcançar o pensamento construtivos.*

**Tarefa 01:** Quantos presentes Isabel pensou em dar para sua Mamy? Quais eram e quais não eram elétricos? *Essa tarefa é proposta após o debate, sobre a lista de equipamentos e itens eletroeletrônicos selecionados pela turma com mediação do professor e a Seção 01 de leitura reflexiva.*

**Tarefa 02:** Propor a seguinte dinâmica aos alunos: Observe as ações que você fez hoje, a partir do momento que se levantou da cama. Faça as anotações e sinalize qual delas precisou de Eletricidade para ser realizada. *Essa é outra forma de fazer os alunos perceberem a existência da Eletricidade. O professor apresenta a importância da construção do pensamento organizado e dos critérios metodológicos para o processo de investigação científica. A partir dessas reflexões, e de outras que possam surgir durante os debates, o professor destacará a importância da Eletricidade com exemplo do dia a dia.*

**Tarefa 03:** Sugerir à turma que escreva um texto de forma resumida, relacionando o entendimento do assunto explorado nas duas tarefas anteriores.

**Intervenções e ponderações docentes:** Durante o debate e reflexões, caso os alunos se mostrem tímidos, é importante que o professor os encoraje, incentivando-os a falarem aquilo que acreditam estar correto frente às indagações apresentadas e fazendo correções ponderadas caso ocorram alguns equívocos absurdos. Esta pode ser a primeira vez de muitos estudantes nessa sistemática de debates, o que exigirá maior abertura e encorajamento pelo docente.

**2ª Seção de leitura reflexiva:** Texto 2: Colocando em ordem dentro e fora de casa (GREF) (Anexo B).

**Debates e reflexões:** Seção de leitura reflexiva (texto 2).

**Para fixação e reflexão dos conhecimentos:** Será indicada leitura de alguns materiais e conteúdo das aulas para os debates nos próximos encontros.

**Tempo:** Os estudantes devem levar até 20 minutos para a situação inicial e dinâmica de *Brainstorming*. As leituras reflexivas dos textos, o debate e as resoluções das tarefas poderão durar até 80 minutos.

*As leituras reflexivas e os debates buscam promover uma melhor elaboração pelos estudantes de suas ideias e favorecer suas habilidades de tradução, pois devem mostrar com linguagem própria aos novos conhecimentos e conceitos.*

2º Encontro

(Aulas 3 e 4)

50 minutos h/a

**Intervenções e Ponderações docentes:** Após o debate e reflexões sobre as organizações de elementos eletrônicos, vistos no texto 2, o professor sugere uma categorização dos elementos e equipamentos listados de acordo com tipo de transformação de energia que exercem, na seguinte ordem: aparelhos resistivos; motores elétricos; fonte de energia elétrica, e estimula os alunos a selecionarem cada elemento em sua categoria. O docente executa ponderações e intervenções necessárias nas ideias e conhecimentos dos alunos.

**Para enriquecer a aula,** o professor pode entregar aos alunos um material com curiosidades sobre algumas descobertas científicas e bibliografia complementar a respeito de Eletricidade. *Essa estratégia busca ampliar as possibilidades de assimilação, na medida em que busca incentivar a prática de investigação para além da sala de aula. É necessário identificar qual material será entregue aos alunos.*

**Miniaula explicativa:** O professor apresentará uma explanação dos conceitos de tensão, corrente elétrica, resistência elétrica e potência, de um modo geral.

**Tarefa 04:** Propor aos alunos fazer a discussão de dois exercícios com seu grupo (Anexo E).

**Tempo:** Os estudantes podem levar até 30 minutos para categorização dos equipamentos listados e para o debate. Para a miniaula expositiva, utilizar no máximo 50 minutos, e 20 minutos para a execução e discussão dos exercícios da tarefa 04.

*As leituras reflexivas e os debates buscam promover uma melhor elaboração pelos estudantes de suas ideias e favorecer suas habilidades de tradução, pois têm que apresentar com linguagem própria os novos conhecimentos e conceitos.*

3º encontro

(Aulas 5 e 6)

50 minutos h/a

### **Atividade 2- Aparelhos Resistivos**

**Início da Investigação:** Após a classificação dos aparelhos na aula anterior, começaremos a investigação pela classe dos aparelhos resistivos por serem considerados itens mais simples. Com o estudo dessa classe, os alunos entenderão os conceitos de tensão, corrente elétrica, potência e resistência elétrica.

**Continuando a Investigação:** A fim de auxiliar os alunos na investigação dos problemas, o professor propõe as seções de leituras reflexivas, bem como os debates dos textos dessas leituras, fazendo ponderações, direcionando as ideias dos alunos na solução desses problemas.

**3ª Seção de leitura reflexiva:** Texto 3: Chuveiros Elétricos - *Quando está quente, o chuveiro faz a água “ferver”, quando está frio, a água não esquenta. O que é que tem esse chuveiro?*

**Debates e reflexões:** 3ª Seção de leitura reflexiva (texto 3) e ainda debates dos materiais (aula e artigo) que foram indicados e disponibilizados previamente para estudo.

**Intervenções e ponderações docentes:** Durante os debates da 1ª Seção de leitura reflexiva e dos materiais disponíveis, as ponderações do professor são sempre importantes para possibilitar que haja elaboração conceitual gradativa, e que o pensamento se oriente por processos criteriosos.

**4ª Seção de Leitura Reflexiva:** Texto 4: Lâmpadas e fusíveis (Anexo C) - *Lâmpada de 100, de 60, de 25, ... Afinal, o que é que as lâmpadas têm para se diferenciarem umas das outras?*

**Debates e reflexões:** Seção de leitura reflexiva (texto 4)

**Intervenções e ponderações docentes:** Em geral, para as duas seções de leitura reflexiva, os alunos estarão em pequenos círculos em seus grupos na sala de aula para discutirem sobre os textos. O debate procederá da seguinte maneira: para cada tópico dos textos em análise será escolhido um integrante de cada grupo para expor seus entendimentos e questionamentos. Os demais grupos, de forma organizada, pedindo a palavra, concordarão ou discordarão, acrescentando seus argumentos quando necessário. Em alguns momentos, sempre que oportuno, o docente intervirá para elucidar algumas dúvidas sem dar respostas feitas e, assim, estimular mais ainda a construção do aprendizado.

**Para fixação e reflexão dos conhecimentos:** Será indicada leitura de alguns artigos e conteúdo da aula para experimento para o encontro seguinte, assim como serão deixadas as tarefas para serem desenvolvidas nos grupos e apresentadas e discutidas no próximo encontro:

- 1- Em aparelhos encontrados em sua residência, fazer o levantamento das informações de funcionamento fornecidas pelos fabricantes em chapinhas ou impressos diretamente.
- 2- Cada grupo será responsável por fazer uma investigação aprofundada de alguns equipamentos resistivos específicos e trazê-los no próximo encontro, tais como fusíveis, ferro de passar roupas, chuveiro elétrico, lâmpadas incandescentes, torradeiras elétricas, sanduicheiras, etc. A definição dos equipamentos para cada grupo será definida por sorteio.

**Tempo:** O docente precisa se atentar ao cronograma, para que as atividades se concluam de forma integral, com o tempo bem aproveitado. É importante salientar que a condução do tempo não precisa ser exageradamente rígida, mas precisa estar atenta ao desenvolvimento global da aula. Assim, para tratar das regras, o tempo deverá ser de uns 5 minutos. O tempo para o debate, inclusive com o tempo destinado à leitura dos textos e às anotações preparatórias, poderá durar aproximadamente 40 minutos. A miniaula expositiva deverá ter algo próximo a 50 minutos. Por fim, para uma avaliação, serão destinados em torno de 5 minutos.

4º Encontro

(Aulas 7 e 8)

50 minutos h/a

### **Atividade 3 – Experimentação**

**Situação Inicial:** Ao dar início à aula, o professor irá direcionar os grupos de alunos para o laboratório ou formará bancadas de experimentos dentro da sala de aula com as carteiras. Logo após isso, apresentará orientações detalhadas aos grupos sobre as atividades que serão desenvolvidas, pois o trabalho a ser executado requer atenção e muito cuidado.

**Desenvolvimento da atividade:** Com os grupos já organizados, o professor solicita a cada um aluno que mostre os aparelhos resistivos que trouxeram para a aula, solicitados no encontro anterior. Os grupos iniciarão os estudos investigativos observando alguns pontos desses objetos. *Nesse primeiro momento, ao observar a constituição desses equipamentos, será possível reconhecer as partes que os compõem e principalmente as condições elétricas que o fabricante exige para o seu ótimo funcionamento.* Em consequência desse procedimento, poderão surgir questões relevantes ao ensino de Eletricidade abrangendo as ideias de tensão, corrente elétrica, resistência elétrica e potência.

O professor tutor entregará o roteiro semiaberto para o desenvolvimento da experimentação (Apêndice A) e dará início à atividade.

**Tempo:** A aula deverá ser dividida em dois momentos, cada um de 50 minutos: a) na primeira parte do encontro, convém realizar o levantamento das informações de funcionamento dos aparelhos, bem como possíveis manutenções. b) na segunda parte do encontro, serão concedidos 20 minutos para as medições e comparações das grandezas e 30 minutos para a discussões das indagações.

## Anexo A

### Texto 1: Carta a uma senhora

#### Carta a uma senhora

A garotinha fez esta redação no ginásio:

\*Mamy, hoje é dia das Mães e eu desejo-lhe milhões de felicidades e tudo mais que a Sra. sabe. Sendo hoje o dia das Mães, data sublime conforme a professora explicou o sacrifício de ser Mãe que a gente não está na idade de entender mas um dia entenderemos, resolvi lhe oferecer um presente bem bacaninha e fui ver as vitrinas e li as revistas.

Pensei em dar à Sra. o radiofono Hi-Fi de som estereofônico e caixa acústica de 2 alto-falantes amplificador e transformador mas fiquei na dúvida se não era preferível uma tv legal de cinescópio multirreacionário som frontal, antena telescópica embutida, mas o nosso apartamento é um ovo de tico-tico, talvez a Sra. adorasse o transistor de 3 faixas de ondas e 4 pilhas de lanterna bem simplesinho, levava para a cozinha e se divertia enquanto faz comida. Mas a Sra. se queixa tanto do barulho e dor de cabeça, desisti desse projeto musical, é uma pena, enfim trata-se de um modesto sacrifício de sua filhinha em intenção da melhor Mãe do Brasil.

Falei de cozinha, estive quase te escolhendo o *grill* automático de 6 utilidades porta de vidro refratário e completo controle visual, só não comprei-o porque diz que esses negócios eletrodomésticos dão prazer uma semana, chateação o resto do mês, depois enconsta-se eles no armário da copa.

Como a gente não tem armário da copa, me lembrei de dar um, serve de copa, despensa e bar, chapeado de aço tecnicamente subdesenvolvido. Tinha também um conjunto para cozinha de pintura porcelanizada fecho magnético ultra-silencioso puxador de alumínio anodizado, um amoreco. Fiquei na dúvida e depois tem o refrigerador de 17 pés cúbicos integralmente utilizáveis, congelador cabendo um leitão ou peru inteiro, esse eu vi que não cabe lá em casa, sai dessa!

Me virei para a máquina de lavar roupa sistema de tambor rotativo mas a Sra. podia ficar ofendida de querer acabar com a sua roupa lavada no tanque, alvinha que nem pomba branca, Mamy esfrega e bate com tanto capricho enquanto eu estou no cinema ou tomo sorvete com a turma. Quase entrei na loja para comprar o aparelho de ar condicionado de 3 capacidades, nosso apartamentinho de fundo embaixo do terraço é um forno, mas a Sra. vive espirrando, o melhor é não inventar moda.

Mamy, o braço dói de escrever e tinha um liquidificador de 3 velocidades, sempre quis que a Sra. não tomasse trabalho de espremer a laranja, a máquina de tricô faz 500 pontos, a Sra. sozinha faz muito mais. Um secador de cabelo para Mamy! gritei, com capacete plástico mas passei adiante, a Sra. não é desses luxos, e a poltrona anatômica me tentou, é um estouro, mas eu sabia que minha Mãezinha nunca tem tempo de sentar.

Mais o que? Ah sim, o colar de pérolas acetinadas, caixa de talco de plástico perolado, par de meias, etc. Acabei achando tudo meio chato, tanta coisa para uma garotinha só comprar e uma pessoa só usar, mesmo sendo a Mãe mais bonita e merecedora do Universo. E depois, Mamy, eu não tinha nem 20 cruzeiros, eu pensava na véspera deste Dia a gente recebesse não sei como uma carteira cheia de notas amarelas, não recebi nada e te ofereço este beijo bem beijado e carinhoso de tua filhinha *Isabel*.

## Anexo B

### Texto 2: Pondo em ordem dentro e fora de casa

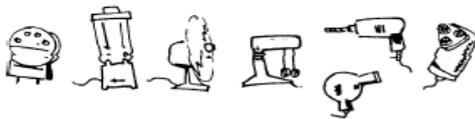
Quando pensamos nas coisas que utilizamos dentro e fora, no laser e no trabalho, ou mesmo nas coisas que conhecemos mas que estão distantes de nós, a lista é muito grande.

Se você pensou um pouco nisso quando foi solidado no final da aula, certamente apareceram coisas como a exemplificadas na tabela 1.

tabela 1

rádio	faísca
televisão	motor elétrico
fita magnética	chave de luz
aparelho de som	transformador
calculadora	interruptor
liquidificador	toca-disco
campainha	dinamo
videocassete	fita isolante
filmadora	secador de cabelo
tomada	ferro de passar roupa
chuveiro	torneira elétrica
microfone	usina de eletricidade
soquete	bobina
lâmpada	batedeira
barbeador	fio de cobre
máquina de lavar	computador
barbeador	relógio de luz
alto-falante	batena
enceradeira	raio
torradeira	pilha
relógio à pilha	aspirador de pó
gravador	máquina de escrever elétrica
fiável	linha de alta tensão
metro	eletroímã
antena	voltímetro

Se tivermos um olho mais atento no que os aparelhos fazem quando são colocados em funcionamento, notaremos que a grande parte deles produz algum tipo de movimento, isto é, transformam a maior parte da energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica. Veja na listagem da página anterior quais deles tem esta característica. dentre os que você identificou, existem, por exemplo, os ilustrados a seguir:



Tais aparelhos são denominados de **motores elétricos**. Eles são utilizados para realizar inúmeros trabalhos: moer, picar, lustrar, furar, cortar, ventilar, medir, etc.

Para funcionarem, os aparelhos elétricos precisam ser "alimentados" energeticamente por uma fonte de energia elétrica. No dia-a-dia fazemos uso de vários tipos de fontes que você pode lembrar ou identificar na lista ao lado. Existem algumas que hoje são menos usadas entre nós como o dinamo de bicicleta. Outras como os alternadores estão presentes nos automóveis, conforme estão ilustradas a seguir.



Aparelhos com essa característica transformam outras formas de energia (mecânica, química,...) em energia elétrica e são denominados de **fontes**.

Essa tabela é apenas uma amostra das coisas que você pode ter pensado e que associamos à eletricidade, de maneira mais imediata e direta.

Se pensarmos no processo de fabricação dessas coisas, certamente a eletricidade também estará presente.

Olhando os aparelhos que compõem essa lista, cada um tem uma especificidade própria, de acordo com o uso que dele fazemos.

Mas se pensarmos no que eles produzem enquanto funcionam, veremos que é possível acharmos mais pontos em comum, pelo menos em alguns deles. Por exemplo, alguns aparelhos que utilizamos em nosso dia-a-dia têm como função comum a produção de aquecimento.

Identifique na lista ao lado, qual ou daqueles aparelhos têm esta função.

Além destes que você identificou na lista certamente existem outros.



Todos eles tem em comum o fato de transformarem a energia elétrica fornecida por um fonte em energia térmica. Esses aparelhos são os que tem a construção mais simples: possuem um pedaço de fio em forma de espiral cujo nome é **resistor**.

Quando um aparelho desse tipo é posto para funcionar, o resistor é



aquecido. É por isso que tais aparelhos são denominados de **resistivos**.

Nos dias de hoje, os aparelhos elétricos mais atrativos estão ligados à comunicação ou à guarda de informação.

Consulte a listagem da página anterior e verifique se existe algum com esta característica. Outros estão ilustrados a seguir.



Tais aparelhos permitem a comunicação entre uma ou mais pessoas, como o rádio, a tv, o telefone e o micro computador ou a guarda de informações como as fitas magnéticas e os disquetes e também o disco de vinil. Eles fazem parte de um conjunto muito maior e, por isso, podem formar um agrupamento chamado **elementos de comunicação e informação**.

Estes como outros aparelhos elétricos são constituídos de muitos componentes como fios, chaves, ímãs, resistores, botões interruptores, diodos, transistores, etc. Consulte novamente a listagem da página ao lado e verifique se existe algum outro.



Em conjunto eles formam um agrupamento

Esse conjunto forma um grupo denominado **componentes elétricos e eletrônicos**.

Encontrando semelhanças nas funções desempenhadas pelos aparelhos elétricos foi possível formar 4 grandes grupos: os que produzem aquecimento ou movimento, aqueles que são utilizados na comunicação e na guarda de informação e aqueles que são as fontes de energia elétrica, tornando capaz de colocar todos os demais em funcionamento.

# Anexo C

## Texto 3: Chuveiros Elétricos

Quando está quente, o chuveiro faz a água "fervêr", quando está frio, a água não esquenta. O que é que tem esse chuveiro?



### Observação do chuveiro

As informações contidas nas chapinhas geralmente se referem a grandezas físicas que indicam as condições de funcionamento desses aparelhos.

Vamos descobrir qual é a relação entre estas grandezas e os aparelhos elétricos presentes em nosso dia-a-dia.

Roteiro

Dados do fabricante:

Tensão

Potência

Qual a transformação de energia realizada pelo

chuveiro? Onde ela é realizada?

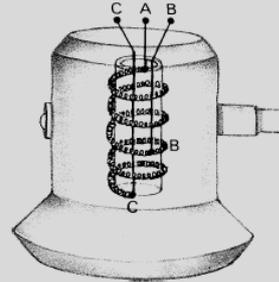
Quando a água esquenta menos?

Dá choque em algum lugar quando você toma banho?

Quantos pontos de contato elétrico existem no resistor?

Observe que o resistor é dividido em dois trechos. Quais são os pontos de contatos para a ligação verão? E para a posição inverno?

Por que o chuveiro não liga quando a água não tem muita pressão?



Quando fizemos a classificação dos aparelhos e componentes eletrônicos, o grupo dos resistivos, cuja função é produzir aquecimento, foi colocado em primeiro lugar. A razão desta escolha é que, normalmente, os resistivos são os aparelhos mais simples. Desse grupo vamos destacar chuveiros, lâmpadas incandescentes e fusíveis para serem observados e comparados.

A maioria dos chuveiros funciona sob tensão elétrica de 220V e com duas possibilidades de aquecimento: inverno e verão. Cada uma delas está associada a uma potência.

Na posição **verão**, o aquecimento da água é menor, e corresponde à **menor potência** do chuveiro. Na posição **inverno**, o aquecimento é maior, e corresponde à **maior potência**.

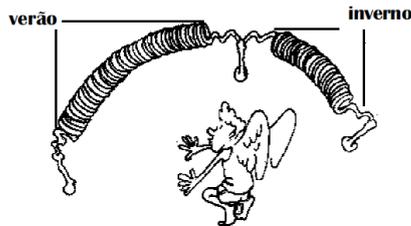
As ligações **inverno-verão** correspondem para uma mesma tensão, à diferentes potências. A espessura do fio enrolado - o resistor - comumente chamado de "resistêndia" é a mesma.

O circuito elétrico do chuveiro é fechado somente quando o registro de água é aberto. A pressão da água liga os contatos elétricos através de um diafragma. Assim, a corrente elétrica produz o aquecimento no resistor. Ele é feito de uma liga de níquel e cromo (em geral com 60% de níquel e 40% de cromo).

Observe que o resistor tem três pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito.

As ligações **inverno-verão** são obtidas usando-se comprimentos diferentes do resistor.

Na ligação **verão** usa-se um pedaço maior deste mesmo fio, enquanto a ligação **inverno** é feita usando-se um pequeno trecho do fio, na posição verão é utilizado um trecho maior.



Alguns fabricantes usam para o verão todo o comprimento do resistor e um dos pedaços para o inverno.

Na ligação **inverno**, a corrente no resistor deverá ser maior do que na posição verão, permitindo assim que a potência e, portanto, o aquecimento, sejam maiores.

Quando a tensão, o material e a espessura são mantidas constantes, podemos fazer a seguinte relação, conforme a tabela a seguir.

	verão	inverno
aquecimento	menor	maior
potência	menor	maior
corrente	menor	maior
comprimento do resistor	maior	menor

## Anexo D

### Texto 4: Lâmpadas e Fusíveis

Lâmpada de 100, de 60, de 25...  
Afinal o que é que as lâmpadas têm  
para se diferenciarem  
umas das outras?



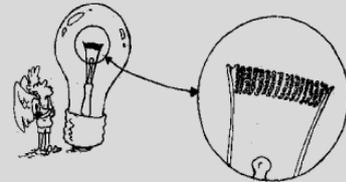
#### Observação de lâmpadas

Vamos comparar um conjunto de lâmpadas e analisar como os fabricantes conseguem obter diferentes potências, sem variar a tensão.

Os filamentos mais usados são os de formato em dupla espiral, que permitem a redução de suas dimensões e, ao mesmo tempo, aumenta sua eficiência luminosa. Eles são feitos de tungstênio.

##### roteiro

1. Qual delas brilha mais?
2. Qual a relação entre a potência e o brilho?
3. Em qual delas o filamento é mais fino?
4. Qual a relação existente entre a espessura do filamento e a potência?
5. Em qual lâmpada a corrente no filamento é maior?
6. Qual a relação existente entre a corrente e a espessura?



As lâmpadas elétricas se dividem em dois tipos básicos: **INCANDESCENTES** e de **DESCARGA** usualmente chamadas de fluorescentes.

As lâmpadas **incandescentes** produzem luz por meio do aquecimento de um filamento de tungstênio, enquanto que nas lâmpadas de descarga a luz é emitida graças à excitação de gases ou vapores metálicos dentro de um tubo. Por isso, as lâmpadas fluorescentes são conhecidas como lâmpadas frias.

Nesse momento vamos tratar, apenas, das lâmpadas quentes; as incandescentes.

Essas lâmpadas de filamento são classificadas no grupo dos resistivos, pois, embora sejam utilizadas para iluminar, uma fração muito pequena da energia é luz (~5%), o restante, 95% produz aquecimento.

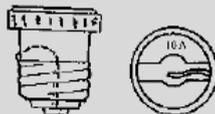
O princípio de funcionamento da lâmpada incandescente baseia-se na corrente elétrica que aquece um filamento de tungstênio. As lâmpadas são fabricadas a vácuo para evitar a oxidação dos filamentos: o ar é retirado no processo de fabricação e é injetado um gás inerte, em geral, o argônio.

Para obter diferentes luminosidades, o fabricante altera, geralmente, a espessura do filamento: quanto maior a espessura maior a corrente e, portanto, maior a luminosidade.

#### Observação dos fusíveis

Os fusíveis são elementos essenciais dos circuitos elétricos pois sua função é proteger a instalação. Existem vários tipos de fusíveis e o mais comum é o de rosca, conforme ilustra a figura a seguir. Nestes, o material utilizado é uma liga contendo estanho. Outros tipos de fusíveis são os de cartucho, geralmente utilizados em aparelhos de som, dentre outros.

fusível de rosca



fusível de cartucho



##### roteiro

Nesta atividade vamos comparar um conjunto de diferentes fusíveis de rosca.

1. Identifique num fusível de rosca seus elementos essenciais: pontos de contato elétrico, filamento e outros materiais que o constituem.
2. Em qual deles a espessura é maior?
3. Qual a relação existente entre a espessura e a corrente indicada pelo fabricante?
4. De que maneira os fusíveis conseguem proteger o circuito elétrico de uma residência?

Os fusíveis se encontram normalmente em dois lugares nas instalações elétricas de uma residência: no quadro de distribuição e junto do relógio medidor. Além disso eles estão presentes no circuito elétrico dos aparelhos eletrônicos, no circuito elétrico do carro, etc.

Quando há um excesso de aparelhos ligados num mesmo circuito elétrico, a corrente elétrica é elevada e provoca aquecimento nos fios da instalação elétrica. Como o fusível faz parte do circuito essa corrente elevada também o aquece. Se a corrente for maior do que aquela que vem especificada no fusível: 10A, 20A, 30A, etc., o seu filamento se funde (derrete) antes que os fios da instalação sejam danificados.

O controle da corrente elétrica é feito através da espessura do filamento.

Por isso é que os fusíveis devem ser feitos de um material de **baixo ponto de fusão** para proteger a instalação.

Quando ocorre a fusão, o circuito fica aberto, interrompendo a passagem da corrente e os aparelhos deixam de funcionar. Quanto maior for a corrente especificada pelo fabricante, maior a espessura do filamento. Assim, se a espessura do filamento do fusível suporta no máximo uma corrente de 10A e por um motivo qualquer a corrente exceder esse valor, a temperatura atingida pelo filamento será suficiente para derrete-lo, e desta forma a corrente é interrompida.

## Anexo E

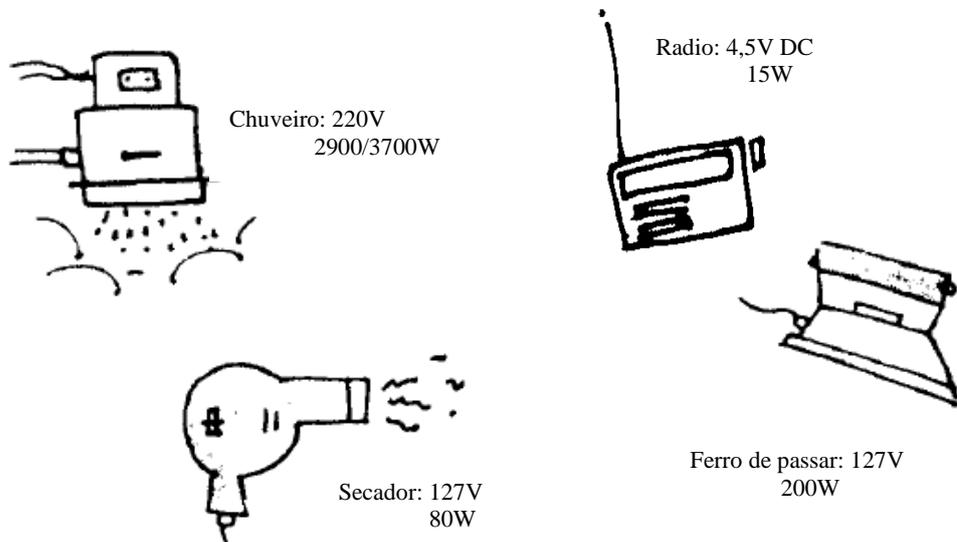
### Exercícios para discussão

- 1) Em uma instalação elétrica residencial ocorre frequentemente a queima de um fusível de 20 Ampères. Para tentar prolongar seu tempo de uso, uma pessoa troca esse fusível por um de 35 Ampères. Discuta as consequências dessa troca.

**GABARITO:** A queima do fusível de 20 A ocorre quando os aparelhos elétricos ligados ao circuito demandam uma corrente superior a esse valor. Ao substituí-lo por outro de 35A é possível que ele não se queime se a corrente que nele se estabelecer for, no máximo, de 35 A.

No entanto, se o circuito foi planejado para suportar uma corrente máxima de 20A, ele fica sujeito a um valor maior que esse, e poderá sofrer um aquecimento tal que ponha o circuito e a própria casa em risco de incêndio. Portanto o que determina a escolha da amperagem do fusível a ser usado num circuito é o dimensionamento da fiação, previamente calculado no projeto da instalação elétrica.

- 2) A figura abaixo representa as informações encontradas nas chapas ou impressos nos aparelhos elétricos.



Qual (is) dele (s) não poderia (m) ser ligado (s) a tomadas de sua casa? Caso ligasse qual seriam as consequências?

**GABARITO:** O radio não poderia ser ligado á tomada uma vez que sua informação diz que seu funcionamento requer uma tensão de 4,5V ao passo que a tomada fornece uma tensão de 110V.

A confecção desse radio à tomada provocaria a queima do fusível interno do aparelho. A não existência desse dispositivo causaria a danificação do rádio.

## Referências Bibliográficas

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Tradução da 1ª edição Norte americana, Kluwer Academic Publishers, 2000.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. **Ensino de Ciências**: Unindo a Pesquisa e a Prática. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula**. São Paulo: Thomson, 2004. Cap. 2, p. 19-34.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa D. **Ensino de Ciências por Investigação**. Cengage Learning Editores.2013.

CARVALHO, Anna. **Ensino de Ciências**: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Editora Thomson, 2006. 154 p.

MARTINS, Gercimar. **Metodologias ativas**: Métodos e práticas para o século XXI, 1ª Edição. Quirinópolis-GO, Editora IGM, 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal, aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais. Instituto de Física. Cuiabá: UFMT. 2010. (mimeo). Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

MOREIRA, Marco. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2009.

MOREIRA, Marco. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

OSTERMAN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio J.H. **Teorias de aprendizagem**, UFRS-Instituto de Física, 2010.

PAZ, Jailson Cuimar. **Aprendizagem de calorimetria com auxílio de um aplicativo educacional instalado em smartphones**: uma experiência com alunos do terceiro ano

do ensino médio. 138f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Ciências Exatas - ICE, Mestrado Nacional em Ensino de Física - MNPEF, Marabá, 2019.

PRASS, Alberto Ricardo. **Teorias de Aprendizagem**. ScriniaLibris.com. 2012

RETAMERO, Alex Amilton Costa. **Uma proposta interdisciplinar para o ensino de Termodinâmica e Ondulatória**. 135f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2019.

SERWAY, Raymond A; JEWETT Jr, John W. **Física para cientistas e engenheiros**, volume 3- Eletricidade e magnetismo. Tradução da 8ª edição Norte americana, São Paulo, 2011.

SILVA, Alexandre. **O ensino por investigação em laboratório aberto como proposta didática no ensino de eletrodinâmica**. 124f. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade estadual do Oeste do Paraná, 2017.

YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. **Física III: Eletromagnetismo**, 12ª Edição. São Paulo: Addison Wesley, 2009.