



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG) /
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT) em implantação
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (MNPEF)

KEILA APOLINÁRIO VIEIRA COSTA

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO
POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO**

CATALÃO-GO

2023

Processo:

23070.067697/2022-94

Documento:

3458993



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

KEILA APOLINÁRIO VIEIRA COSTA

3. Título do trabalho

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO.

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Orientador**, em 31/03/2023, às 16:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **KEILA APOLINÁRIO VIEIRA COSTA, Discente**, em 09/04/2023, às 08:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3458993** e o código CRC **3951D372**.

KEILA APOLINÁRIO VIEIRA COSTA

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO
POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, do Instituto de Física, da Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Educação Básica. Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio.

Orientador: Professor Doutor Marcionílio Teles de Oliveira Silva

CATALÃO-GO

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Costa, Keila Apolinário Vieira
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO / Keila Apolinário Vieira Costa. - 2023.
102, CII f.: il.

Orientador: Prof. Marcionílio Teles de Oliveira Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto de Física, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede, Catalão, 2023.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui símbolos, gráfico, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Ensino de Física. 2. Eletrodinâmica. 3. Experimentação. I. Silva, Marcionílio Teles de Oliveira, orient. II. Título.

CDU 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 10 da sessão de Defesa de Dissertação de **KEILA APOLINÁRIO VIEIRA COSTA**, que confere o título de Mestra em **Ensino de Física**, na área de concentração **Física na Educação Básica**.

Aos doze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte dois, a partir das 14:00 horas por vídeo Conferencia, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO**” nas dependências da Universidade Federal de Catalão, onde os programas de pós-graduação stricto sensu em funcionamento encontram-se provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás, em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, já sendo realizada a transferência da Biblioteca Digital de Dissertações e Teses (BDTD). Assim, justifica-se os nomes das instituições neste documento, uma no cabeçalho (UFG), outra no corpo do texto (UFCAT). Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Professor Doutor Marcionilio Teles de Oliveira Silva (PPGEF/UFCAT)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professora Doutora Marina Valentim Barros (FAE/UFCAT)**, membro titular externo; **Professor Doutor Jalles Franco Ribeiro da Cunha (PPGEF/UFCAT)**, membro titular interno. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata (**x**) **Aprovada** () **Reprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo **Professor Doutor Marcionilio Teles de Oliveira Silva**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos doze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Marcionilio Teles De Oliveira Silva, Professor do Magistério Superior**, em 11/01/2023, às 10:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jalles Franco Ribeiro Da Cunha, Professor do Magistério Superior**, em 11/01/2023, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marina Valentim Barros, Professor do Magistério Superior**, em 16/01/2023, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3404872** e o código CRC **2826ACC6**.

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO
DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA
EXPERIMENTAÇÃO

Keila Apolinário Vieira Costa

Orientador

Prof. Dr. Marcionílio Teles de Oliveira Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Marcionílio Teles de Oliveira Silva - IF/UFCAT

Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha – IF/UFCAT

Dra. Marina Valentim Barros – FAE/UFCAT

Catalão/GO
Abril de 2023

À minha família, em especial, meu esposo e meus dois filhos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família por todo o apoio e compreensão, em especial aos meus pais, meu esposo e meus dois filhos.

Agradeço ao Professor Marcionílio Teles de Oliveira Silva pelas orientações e pela paciência.

Agradeço aos meus alunos que contribuíram com a construção desse estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO

Keila Apolinário Vieira Costa

Orientador

Prof. Dr. Marcionílio Teles de Oliveira Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O principal intuito deste estudo foi desenvolver e apresentar estratégias de ensino que colaborem com a compreensão de conteúdos físicos e com a desconstrução de percepções negativas sobre a disciplina de Física, e compilá-las em um Produto Educacional. Para isso, foi selecionado um conteúdo tido como difícil pelos estudantes, a eletrodinâmica, em especial, a associação de Resistores em Série e Paralelo. Com relação aos processos metodológicos, foi inicialmente efetuado um levantamento bibliográfico para a identificação do estado da arte de estudos nacionais com temática relacionada ao Ensino de Física. Por conseguinte, discorreu-se sobre a prática de experimentação, suas contribuições ao Ensino de Física e suas principais especificidades. Também foram apresentados os principais conceitos para compreensão do conteúdo da eletrodinâmica: Corrente elétrica; Resistência Elétrica; Primeira Lei de Ohm; Força Eletromotriz; Circuitos Elétricos; Associação de Resistores em Série; Associação de Resistores em Paralelo; Associação Mista. A Sequência Didática responsável por compor o Produto Educacional foi desenvolvida junto as turmas de 3º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás Dr. Tharsis Campos, situado no município de Catalão, GO. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel norteou todo o processo. Através do Produto Educacional, espera-se contribuir significativamente com a formação dos alunos, além de apresentar aos demais professores da rede pública e privada novas possibilidades de se abordar conteúdos físicos. Através do desenvolvimento e aplicação do Produto Educacional, pôde-se desempenhar um momento de desconstrução de algumas concepções espontâneas errôneas sobre o Ensino de Física, e os estudantes puderam estabelecer conexões entre os conteúdos e o cotidiano, atribuindo significado ao material em análise.

Palavras-chave: Ensino de Física. Eletrodinâmica. Experimentação.

Catalão/GO
Abril de 2023

ABSTRACT

A PROPOSAL OF DIDACTIC SEQUENCE FOR THE TEACHING OF ASSOCIATION OF SERIES AND PARALLEL RESISTORS IN HIGH SCHOOL THROUGH EXPERIMENTATION

Keila Apolinário Vieira Costa

Supervisor:

Prof. Dr. Marcionílio Teles de Oliveira Silva

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The main purpose of this study was to develop and present teaching strategies that collaborate with the understanding of physical content and with the deconstruction of negative perceptions about the discipline of Physics, and compile them into an Educational Product. For this, a content considered difficult by the students was selected, electrodynamics, in particular, the association of resistors in series and parallel. Regarding the methodological processes, a bibliographic survey was initially carried out to identify the state of the art of national studies with a theme related to Physics Teaching. Therefore, we discussed the practice of experimentation, its contributions to Physics Teaching and its main specificities. The main concepts for understanding the content of electrodynamics were also presented: Electric current; electrical resistance; Ohm's First Law; Electromotive Force; Electric circuits; Series Resistors Association; Association of Parallel Resistors; Mixed Association. The Didactic Sequence responsible for composing the Educational Product was developed with the 3rd Year High School classes of the State College of the Military Police of Goiás Dr. Tharsis Campos, located in the municipality of Catalão, GO. David Ausubel's Theory of Meaningful Learning guided the entire process. Through the Educational Product, it is expected to contribute significantly to the formation of students, in addition to presenting to other teachers from the public and private network new possibilities of approaching physical content. Through the development and application of the Educational Product, it was possible to perform a moment of deconstruction of some spontaneous misconceptions about Physics Teaching, and the students were able to establish connections between the contents and the daily life, attributing meaning to the material under analysis.

Keywords: Physics education. Electrodynamics. Experimentation.

Catalão/GO
Abril 2023

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Modelo da assimilação da aprendizagem significativa de Ausubel.....	20
Figura 2.2. Aprendizagem significativa x Aprendizagem Mecânica.....	21
Figura 2.3. Fluxograma - A Aprendizagem Significativa.....	26
Figura 3.1. Esquema de elétrons atravessando um condutor.....	41
Figura 3.2. Símbolos do resistor em uma associação.....	42
Figura 3.3. Oposição do fluxo de cargas elétricas.....	42
Figura 3.4. Fio condutor de comprimento (l) e área de secção transversal (A).....	43
Figura 3.5. Esquema envolvendo os elementos de um circuito elétrico.....	45
Figura 3.6. Ilustração de um circuito em série.....	46
Figura 3.7. Ilustração de uma associação de resistores em série.....	46
Figura 3.8. Ilustração de uma associação de resistores em paralelo.....	47
Figura 3.9. Ilustração de uma associação mista de resistores.....	47
Figura 5.1. Panorama das respostas para a questão: 1 - a) Eu gosto de Física?.....	52
Figura 5.2. Panorama das respostas para a questão: 1 - b) Eu gosto de estudar Física?.....	53
Figura 5.3. Panorama das respostas para a questão: 1 - c) Eu me interessar por experiências de Física?.....	53
Figura 5.4. Panorama das respostas para a questão: 1 - d) Eu me interessar por informações que abordam Física?.....	54
Figura 5.5. Sentimentos dos estudantes durante as aulas de Física.....	55
Figura 5.6. Associação de Resistores em série – Questão 3.....	55
Figura 5.7. Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 3 (Questionário 1).....	56
Figura 5.8. Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 4 (Questionário 1).....	57
Figura 5.9. Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 5 (Questionário 1).....	57
Figura 5.10. Circuito Paralelo – Questão 6.....	58
Figura 5.11. Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 6 (Questionário 1).....	58
Figura 5.12. Associação de Resistores – Questão 7.....	59
Figura 5.13. Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 8 (Questionário 1).....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Valores da resistividade elétrica de determinados condutores, semicondutores e isolantes (para 1 atm., a 20° C).....	41
Tabela 4.1: Prévia da sequência didática ministrada conforme discussão acima.....	51
Tabela 5.1: Respostas da Questão 01 - O que é um meio condutor de eletricidade?.....	61
Tabela 5.2: Respostas da Questão 02 - Na sua opinião, o que é um circuito elétrico?.....	62
Tabela 5.3: Respostas da Questão 03 - Na sua opinião, o que é a resistência elétrica?.....	63
Tabela 5.4: Respostas da Questão 04 - O que significa intensidade de corrente elétrica?.....	64
Tabela 5.5: Respostas da Questão 05 - Qual a função da bateria, do fio e da lâmpada em um circuito? Descreva com suas palavras.....	65
Tabela 5.6: Respostas da Questão 06 - Comente o que você acha que é a potência elétrica.....	66
Tabela 5.7: Respostas da Questão 07 - Por que os aparelhos com grande potência não podem ser conectados em fios muito finos?.....	67

SUMÁRIO

Capítulo 1. Introdução	15
Capítulo 2. Fundamentação Teórica	18
2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa	18
2.1.1 <i>Conceitos Subsunoçores: definição e origens</i>	23
2.1.2 <i>Assimilação, Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa</i>	26
2.2 A Experimentação como estratégia de ensino	28
2.3 Experimentação no Ensino de Física	33
2.3.1 <i>O Ensino de Física: principais entraves</i>	33
2.3.2 <i>A Experimentação enquanto possibilidade de inovação do Ensino de Física</i>	35
2.3.3 <i>A experimentação nos documentos oficiais da Educação</i>	37
Capítulo 3. Conceitos necessários para compreensão dos fenômenos elétricos	40
3.1. Corrente elétrica	40
3.1.1. <i>Resistência elétrica</i>	42
3.2 Primeira Lei de Ohm	43
3.3 Força eletromotriz	44
3.4 Circuitos Elétricos	45
3.4.1. <i>Associação de Resistores em Série</i>	46
3.4.2. <i>Associação de Resistores em Paralelo</i>	46
3.4.3 <i>Associação Mista</i>	47
Capítulo 4. Metodologia	49
4.1 Planejamento do Produto Educacional	49
Capítulo 5. Resultados e Discussão	52
5.1 Associação de Resistores	52
5.2 Eletrodinâmica	60
Capítulo 6. Considerações Finais	68
Referências Bibliográficas	68
Apêndices	75
Apêndice A - Questionário 1 - Concepções Espontâneas - Associação de Resistores	75
Apêndice B - Questionário 2 - Conhecimentos sobre a Associação de Resistores	78
Apêndice C - O Produto Educacional	79

Capítulo 1

Introdução

A disciplina de Física, dentre as demais componentes do currículo do Ensino Médio, se configura aos olhos dos alunos como sendo de difícil compreensão, tornando-a por muitas vezes indesejada. Isto posto, esta pesquisa surge com o intuito de desconstruir essa visão negativa sobre este componente curricular de modo a maximizar os níveis de aprendizagem dos alunos.

Enquanto professora da rede estadual de Goiás, há mais de duas décadas licenciada em Física e Matemática pela Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão¹, pude identificar uma série de situações em que os alunos demonstraram temer as disciplinas de exatas, em especial a de Física. Para Moreira (2018, p. 78) “[...] o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula””. Com base em tais percepções, busquei desenvolver estratégias de ensino que colaborassem com a desconstrução destes estereótipos, no entanto, os alunos continuaram a receber os conteúdos com certa resistência.

Com o ingresso no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela Unidade Acadêmica Especial de Física da Universidade Federal de Catalão, surgiu a possibilidade de sistematização de diversas inquietações profissionais em uma proposta de pesquisa científica. Para isto, foi selecionado um conteúdo tido como difícil pelos alunos, a eletrodinâmica, em especial, a associação de Resistores em série e paralelo.

A definição desse conteúdo também se justifica por sua possibilidade de experimentação, visto que este processo é geralmente mais atrativo aos olhos dos alunos. Além dos aspectos pessoais, esta investigação também se justifica por sua pertinência no campo dos estudos do Ensino de Física. Afinal, a partir de sua construção, novas percepções e perceptivas poderão ser desenvolvidas de modo a contribuir com investigações futuras.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente foi efetuado um levantamento bibliográfico para a identificação do estado da arte de estudos nacionais com temática relacionada ao Ensino de Física. Este momento foi de suma importância para a identificação de

¹ A utilização da nomenclatura “Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão” se deu em decorrência de minha formação ter sido efetuada no período em que a instituição ainda possuía vínculos com a Universidade Federal de Goiás (Goiânia), sendo considerada uma regional/campus.

pressupostos e considerações já consolidadas tanto em perspectiva prática quanto teórica. A partir do levantamento bibliográfico pôde-se discorrer sobre a prática de experimentação, suas contribuições ao Ensino de Física e suas principais especificidades.

Também foram apresentados os principais conceitos para compreensão do conteúdo da eletrodinâmica: Corrente elétrica; resistência elétrica; Primeira Lei de Ohm; Força Eletromotriz; Circuitos Elétricos; Associação de Resistores em Série; Associação de Resistores em Paralelo; Associação Mista. Através do levantamento bibliográfico, construiu-se o aporte teórico responsável por fundamentar a sequência didática desempenhada junto as turmas de 3º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás Dr. Tharsis Campos, situado no município de Catalão, GO. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel foi utilizada como norteadora do processo, dado que seus preceitos de abordagem dos conhecimentos prévios dos alunos são compatíveis com os objetivos da prática de experimentação.

O Colégio da Polícia Militar de Goiás Dr. Tharsis Campos é uma instituição de ensino situada na cidade de Catalão-GO. Sua construção se deu pela Lei N. 8.275 de julho de 1977 através de empréstimos realizados com a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional, e o PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino). Inicialmente a instituição carregou o nome de Colégio Estadual Polivalente “Dr Tharsis Campos”, e hoje atende pelo nome de CEPMG “Dr. Tharsis Campos” (COLÉGIO DA POLÍCIA MILITAR DE GOIÁS DR THARSIS CAMPOS, 2019).

A atual configuração da instituição surgiu com o desafio de oferecer Ensino Médio em tempo integral com foco na excelência acadêmica, incluindo a formação ética cultural e o desenvolvimento da autonomia intelectual e pensamento crítico. A proposta pedagógica do colégio alinha-se a Teoria Histórico-Social, buscando a reconstrução de experiências e uma melhor compreensão e integração com a comunidade. Além disso, as ações desenvolvidas na escola possuem caráter multidisciplinar, em que por meio de projetos busca-se exercitar a integração do grupo (COLÉGIO DA POLÍCIA MILITAR DE GOIÁS DR THARSIS CAMPOS, 2019). As características metodológicas da instituição permitiram o desenvolvimento pleno do processo de intervenção, atribuindo liberdade e apoiando a realização das atividades de experimentação.

Por fim, por meio deste estudo, espera-se contribuir de forma significativa com a formação dos alunos participantes da atividade de intervenção, além de apresentar aos demais professores da rede pública e privada novas possibilidades de se abordar conteúdos físicos. Através do desenvolvimento e aplicação do Produto Educacional pôde-se desempenhar um

momento de desconstrução de algumas concepções espontâneas errôneas sobre o Ensino de Física. Através da prática, os alunos puderam estabelecer conexões entre os conteúdos e o cotidiano, atribuindo significado ao material em análise. Nesse sentido, a experimentação permite com que a Física passe a ser vista como algo além de apenas números.

Com isso em mente, propôs-se uma metodologia de ensino à base de atividades práticas (experimentais) enfatizando a metodologia do pensador norte-americano David Ausubel, cuja ênfase baseia-se na aprendizagem significativa. Esse método de ensino contrapõe-se ao ensino tradicional, baseado na transmissão de ensino.

No próximo Capítulo 2, *Referencial Teórico*, serão apresentados os principais elementos e fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, tendo como ponto de partida os escritos de Moreira (1979), (1982), (1995), (2009), (2011) e (2018); principal intérprete brasileiro dos escritos de Ausubel. Por conseguinte, abordou-se a experimentação enquanto recurso aliado ao Ensino de Física e, posteriormente, os conceitos necessários para compreensão dos fenômenos elétricos. Também, discorreu-se sobre a experimentação apresentada nos principais documentos norteadores da educação brasileira.

Mais à frente, no Capítulo 3, será descrita a metodologia utilizada ao longo do processo de elaboração do Produto Educacional, que está anexado ao fim deste estudo. Posteriormente, no Capítulo 4, intitulado *Resultados e Discussão*, serão apresentados os principais dados obtidos através da aplicação de questionários de identificação das concepções espontâneas dos estudantes e, também, da aprendizagem pós realização das atividades. A seguir, tem-se as considerações finais e anexos. O produto Educacional (Apêndice C) consiste em uma sequência de atividades desenvolvidas a partir de experimentos alternativos sobre conceitos físicos relacionados aos circuitos elétricos. Foram elaboradas quatro aulas com os seguintes temas: problematização inicial; divisão das equipes e definição dos circuitos; análise dos circuitos; exploração teórica dos conceitos que envolvem os circuitos elétricos. Cada aula apresentada contém os seguintes elementos: tema; objetivo; conteúdo físico; momento; dinâmica. Buscou-se apresentar o material clara e objetivamente de modo a contribuir com sua reaplicação por outros professores. Após a descrição das aulas, encontra-se o material de apoio, contendo a exposição teórica do tema trabalhado, bem como um conjunto de exemplos e suas respectivas atividades.

O Produto Educacional desenvolvido possui caráter sugestivo, ou seja, seus experimentos e atividades foram produzidos em determinado contexto para a satisfação das necessidades formativas de determinado público. Sendo assim, sua reaplicação pode demandar readequações consoantes aos recursos disponíveis e ao próprio perfil dos estudantes.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

O processo de aprendizagem pode ser dividido em três vertentes: cognitiva, afetiva e motora. A aprendizagem intitulada cognitiva exerce a função de armazenar de forma organizada informações na estrutura mental. Sua nomenclatura se dá em decorrência do complexo em que se baseia, também chamado cognitivo. A aprendizagem afetiva é constituída por um conjunto de experiências, emoções e sentimentos, sejam estes positivos ou negativos, adquiridos e vivenciados ao longo de toda a existência. E por fim, temos a aprendizagem psicomotora, cuja composição se dá por reflexos e respostas físicas e musculares. Vale ressaltar que, embora estas três formas de aprendizagem sejam definidas de forma independente, suas construções comumente ocorrem de forma conjunta, ou seja, as aprendizagens cognitiva e afetiva estão intrinsecamente relacionadas, assim como a psicomotora e cognitiva (MOREIRA, 1995).

Considerando que este estudo será norteado pela Teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel², nosso campo de debate debruçar-se-á especificamente sobre a aprendizagem cognitiva.

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa

Embora reconheça a importância dos demais tipos de aprendizagem, David Ausubel é um ferrenho defensor do cognitivismo. Segundo suas colocações, a aprendizagem se dá a partir da sistematização, organização e estruturação do material na estrutura cognitiva, isto é, “é a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total das idéias de um certo indivíduo e sua organização; ou, o conteúdo e organização de suas idéias em uma área particular de conhecimentos” (MOREIRA, 1995, p.152). Ou seja, segundo o autor, a aprendizagem é o resultado dos processos cognitivos, que são responsáveis pela aquisição, armazenamento e aplicação dos conhecimentos.

Atentando-se aos processos e percursos de aprendizagem, Ausubel busca analisar aspectos básicos do cotidiano educativo. De acordo com suas percepções, o composto de maior expressividade na aprendizagem se baseia nos conhecimentos prévios carregados pelos alunos, visto que estes podem ser explorados de modo que conteúdos mais complexos sejam abordados,

² Professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque, e, também, médico-psiquiatra de formação. No entanto, dedicou-se ao campo da psicologia educacional em sua carreira acadêmica.

permitindo com que os alunos vejam significado naquilo que está sendo apresentado. Pivatto (2014, p. 45) postula que “desde cedo, o indivíduo busca aprender o significado de alguns objetos ao seu redor, formando em sua estrutura cognitiva uma teia de conceitos, denominado de conhecimentos prévios. Esses conhecimentos, geralmente, são frutos da curiosidade”.

Ainda, segundo o autor, “os conhecimentos prévios tornam possível a aquisição de ideias que podem ser utilizadas no universo das categorizações de novas situações, bem como, serve de pontos de ancoragem e descobertas de novos conhecimentos” (PIVATTO, 2014, p. 45). Sendo assim, “para que a aprendizagem significativa ocorra é preciso entender um processo de modificação do conhecimento, em vez de comportamento em um sentido externo e observável, e reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento” (PELIZZARI *et al*, 2002, p. 38).

No entanto, cabe ressaltar que as experiências cognitivas não estão limitadas aos conceitos já compreendidos, visto que podem se alargar a partir da apresentação de novos materiais. De acordo com Moreira, “há, pois, um processo de interação, por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem” (MOREIRA, 1995, p.152).

A escola pode ser entendida como o principal espaço de ampliação dos conceitos adquiridos ao longo do desenvolvimento humano, pois, é nela que os estudantes entrarão em contato com um grande variado conjunto conceitual, “[...] hierarquicamente organizados a partir das diferentes áreas do conhecimento que compõem seu currículo. Em princípio, esse amálgama de conceitos deveria ampliar e transformar as relações dos estudantes com seu cotidiano, ou seja, transformar e ampliar sua estrutura cognitiva” (PIVATTO, 2014, p. 47).

Condições específicas também influenciam diretamente o processo de Aprendizagem Significativa, como: material potencialmente significativo, pré-existência de um conceito subsunçor assentado na estrutura cognitiva do aluno e compatível com o conteúdo a ser introduzido e predisposição para aprender. A primeira dessas condições se refere a intencionalidade do professor em desenvolver a prática significativa através da elaboração de materiais compatíveis com essa perspectiva de aprendizagem. A segunda condição se refere a importância do conceito subsunçor enquanto ancoradouro das novas informações. A detecção desse conceito pode ser realizada por meio de avaliações diagnósticas e diálogos com os alunos. Por fim, a terceira condição está relacionada aos anseios e expectativas do próprio educando, afinal, este deve estar disposto a aprender, e não apenas cumprir mecanicamente as metas traçadas pelo professor (AUSUBEL, 2003).

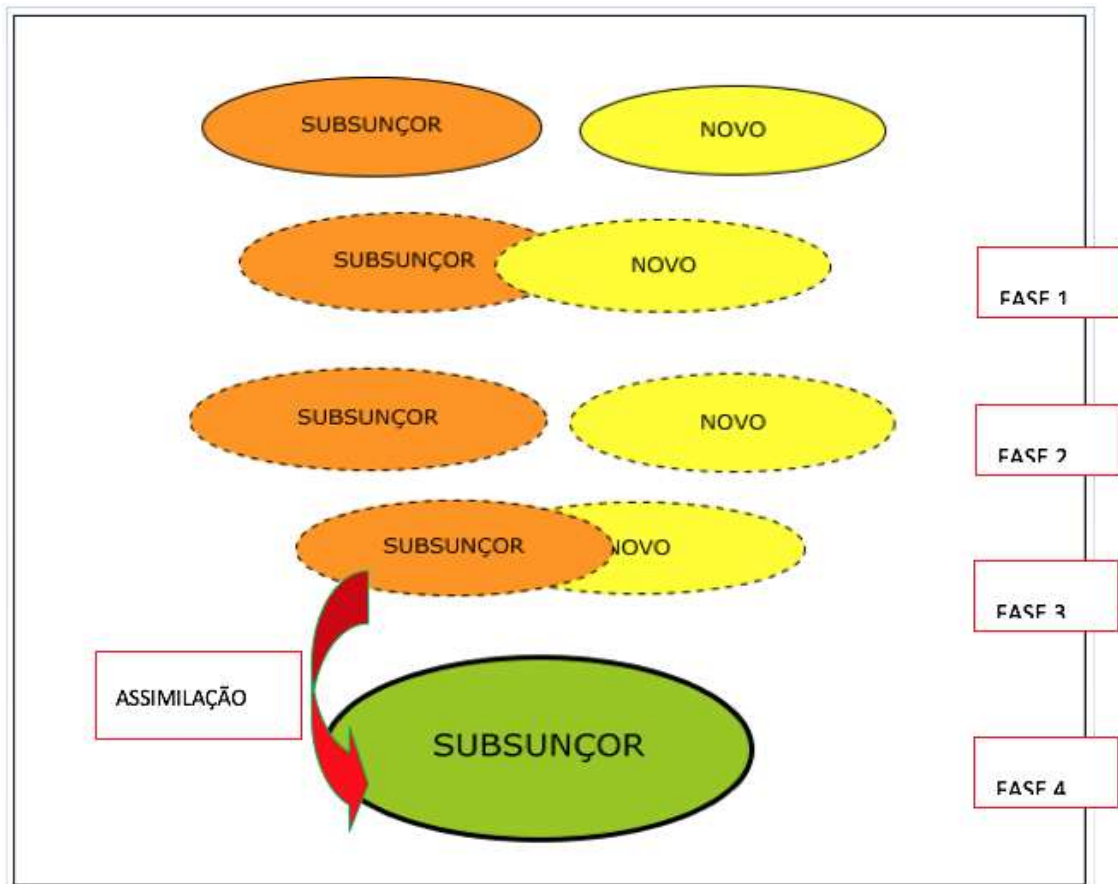


Figura 2.1: Modelo da assimilação da aprendizagem significativa de Ausubel.

Fonte: Lima (2008, p. 64).

De acordo com a figura acima (Figura 2.1), a Aprendizagem Significativa postulada por David Ausubel agrega um conjunto de elementos e fases que se estendem desde as noções prévias alocadas na estrutura cognitiva dos sujeitos até as condições materiais adequadas para sua ampliação. Tais aspectos serão apresentadas com maiores detalhes nas próximas sessões.

Os pressupostos desenvolvidos por Ausubel dividem espaço com outra vertente de aprendizagem, esta intitulada mecânica. A aprendizagem mecânica ou automática se caracteriza pela obtenção de novos conteúdos e informações sem que os mesmos estabeleçam conexões com aquilo que já é do entendimento do aprendiz, ou seja, nesta vertente a aprendizagem é armazenada de forma isolada, o que impede o diálogo com conceitos já estabelecidos (MOREIRA, 1995). De acordo com Moreira, “Ausubel define *rote learning* como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de forma arbitrária” (MOREIRA, 1979, p. 277).

Segundo Moreira, “a aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá[...]” (MOREIRA, 1995, p.154). De acordo com Kleinke,

Obviamente, a aprendizagem mecânica não se processa em um "vácuo cognitivo", pois algum tipo de associação pode existir. No entanto, isso não será interação, como ocorre na aprendizagem significativa. Além disso, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica, por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ser que, em certas situações, a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária, como por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento (KLEINKE, 2003, p.25).

Com base no trecho supracitado, destacamos que Ausubel não busca refutar totalmente as concepções defendidas pela aprendizagem automática, e sim intermediar contribuições entre a mesma e sua vertente significativa.

A diferença entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica está ilustrada na figura abaixo (Figura 2.2).

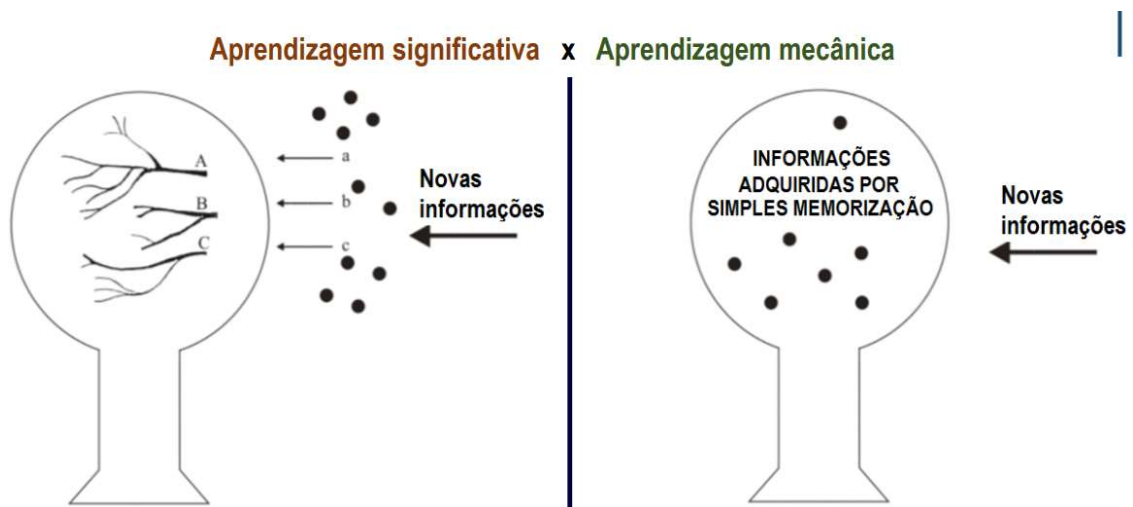


Figura 2.2 - Aprendizagem significativa x Aprendizagem Mecânica.

Fonte: Marques ([s/d], p.09).

De acordo com representação esquemática da Figura 2.2, podemos identificar as diferenças existentes no processo de aquisição do conhecimento nas aprendizagens mecânica e significativa. Na primeira, é possível identificar a representação de galhos, ou seja, nesta vertente os conhecimentos adquiridos são integrados em uma estrutura maior, relacionando-se de forma constante. Em contraposição, na segunda, os pontos representam a absorção aleatória

de conceitos, em sua maioria através da memorização, não havendo quaisquer tipos de interação com conhecimentos já existentes.

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois, ao final do processo, a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011, p. 32).

Como mencionado, Ausubel aponta a importância de se desconstruir a dicotomização posta sobre as aprendizagens mecânica e significativa, visto que estas em várias situações se manifestam como um contínuo. Segundo Moreira (1979, p. 277) “[...] o *rote learning* é sempre necessário quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele”. De acordo com Moreira, “da mesma forma, essa distinção não deve ser confundida com uma distinção entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção” (MOREIRA, 1995, p.154).

Ainda, de acordo com Moreira (1995), a aprendizagem por recepção se caracteriza pela apresentação do que deve ser aprendido em sua versão já finalizada, o que pode ser exemplificado por textos e conteúdos já sintetizados. Em contraponto, a aprendizagem por descoberta se caracteriza pela obtenção de novos conhecimentos por meio da investigação e identificação do que deve ser aprendido. No entanto, a aprendizagem somente será significativa quando os novos materiais descobertos se ligarem com os conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno, ou seja, se essa informação se integrar de forma não-arbitrária (MOREIRA, 1995). Segundo Kleinke,

Isso significa que a aprendizagem por descoberta não é necessariamente significativa, nem que a aprendizagem por recepção seja obrigatoriamente mecânica. Tanto uma quanto a outra podem ser significativas ou mecânicas, dependendo da maneira como a nova informação é abstraída na estrutura cognitiva. Por exemplo, a solução de quebra-cabeças por ensaio e erro é um tipo de aprendizagem por descoberta, na qual o conteúdo descoberto (a solução) é, geralmente, incorporado, de maneira arbitrária, à estrutura cognitiva e, portanto, aprendido mecanicamente (KLEINKE, 2003, p.26).

Ainda, tomando como exemplo a disciplina de Física, agora em perspectiva da Aprendizagem Significativa, ao se buscar trabalhar o conceito de força e suas variáveis, como força e campo eletromagnético, as considerações que os alunos possuem sobre este conceito atuarão como âncoras para a assimilação de informações mais complexas. Ou seja, por meio

destes conceitos ditos subsunçores um aprimoramento será efetuado sobre o que o aprendiz já conhece, diversificando o conteúdo abrigado em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 1995).

O conceito químico de substância também pode ser tomado como exemplo. Ao se considerar que os alunos possuam uma compreensão estável desse conceito em sua estrutura cognitiva, este atuará como ancoradouro de informações mais detalhadas, podendo auxiliar na compreensão das variáveis orgânica e inorgânica (BEBER; PINO, 2017). Mas o que seriam estes conceitos subsunçores? De acordo com Moreira (1995), os conceitos definidos como subsunçores são aqueles já acoplados na estrutura cognitiva do aluno que permitem a integração de novos conhecimentos a partir de um conhecimento prévio.

2.1.1 Conceitos Subsunçores: definição e origens

Como já discorrido na seção anterior, os conceitos subsunçores possuem a função de acoplar conteúdos mais complexos à estrutura cognitiva do aluno, ou seja, estes conceitos podem ser definidos como formas simplificadas de conhecimento, que gradativamente vão adquirindo um maior grau de complexidade por meio da modificação e até mesmo substituição. “O produto da AS é o resultado entre a interação do subsunçor com o novo conceito, assim, o subsunçor sofre modificações, ficando mais elaborado e amplo” (BEBER; PINO, 2017, p. 03). Porém, em situações referentes a indivíduos que ainda não possuem conceitos subsunçores estruturados, manifesta-se um processo intitulado formação de conceitos, envolvendo instâncias específicas e suas generalizações (MOREIRA, 1995). De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 72):

Os seres humanos interpretam a experiência perceptual em termos de conceitos próprios de suas estruturas cognitivas que os conceitos constituem a ‘matéria prima’ tanto para a aprendizagem receptiva significativa como para a generalização das proposições significativas para a solução de problemas.

Durante este processo de formação inicial de conceitos, ocorrido geralmente na fase da Educação Infantil e, também, anterior a ela, a aprendizagem mecânica desempenha um papel de suma importância, pois possibilita a integração introdutória de um conteúdo situado a margem dos conhecimentos do aluno. Ou seja, como defendido por Ausubel, a aprendizagem automática também traz um conjunto de benefícios ao processo de construção de subsunçores iniciais, que se tornarão mais complexos no decorrer das experiências de aprendizagem, ancorando novas informações (KLEINKE, 2003).

Os conceitos libertam o pensamento, a aprendizagem e o domínio do mundo físico. Tornam possíveis a aquisição de ideias abstratas na ausência de experiência empírico-concreta, ideias que podem ser usadas tanto para categorizar situações novas sob rubricas existentes como para servir como foco básico para assimilação e descoberta de novos conhecimentos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.75).

Caso haja a inexistência de conceitos subsunçores, faz-se necessário considerar que “embora os alunos sejam capazes de improvisar um subsunçor adequado para a aprendizagem, depois de entrarem em contato com o material, é pouco provável que eles sejam capazes de fazê-lo tão eficiente como um especialista no conteúdo e na didática específicos” (ARAGÃO, 1976, p. 45). Pivatto (2014, p. 47) chama atenção para o fato de que “[...] um conceito não pode ser simplesmente transmitido do professor para o seu estudante. A experiência tem mostrado que o ensino que acontece pela transmissão da informação e sua recepção de forma passiva não somente é inadequado como também é infrutífero”. Corroborando com os apontamentos de Aragão (1976) e Pivatto (2014), Kleinke (2003, p.26) discorre sobre a formação de conceitos como sendo característica

[...] da criança em idade pré-escolar, é a aquisição espontânea de idéias genéricas, por meio da experiência empírico-concreta. É um tipo de aprendizagem por descoberta, que envolve, de forma primitiva, certos processos psicológicos. Consiste, essencialmente, em um processo de abstração dos aspectos comuns, característicos de uma classe de objetos ou eventos, que varia contextualmente.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.72), os conceitos se baseiam nas abstrações dos “atributos essenciais que são comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos, independentemente da diversidade de dimensões outras que não aquelas que caracterizam os atributos essenciais compartilhados por todos os membros da categoria”. Considerando a complexidade destes componentes, o autor ainda aponta a necessidade de se disponibilizar organizadores prévios, cuja função é “deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si” (MOREIRA, 1995, p.155).

Segundo apontamentos de Ausubel, os organizadores prévios possuem como principal atribuição “servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 144). Logo, os organizadores prévios são úteis para facilitar a

aprendizagem uma vez que funcionam como ‘pontes cognitivas’” (KLEINKE, 2003, p.27). Corroborando com as definições de Kleinke (2003), Souza, Silvano e Lima (2018, p. 35), conceituam os organizadores prévios como “[...] informações introdutórias que servem como pontes cognitivas entre o conhecimento que o aluno já internalizou e o que deveria saber, com o intuito que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa”. Em outras palavras,

A principal função dos organizadores é, então, superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele precisa saber, antes do aluno aprender a tarefa apresentada. Eles permitem prover uma moldura ideacional para a incorporação e retenção do material mais detalhado e diferenciado que se segue na aprendizagem, bem como aumentar a discriminabilidade entre esse e um outro, similar, já incorporado na estrutura cognitiva ou, ainda, ressaltar as idéias ostensivamente conflitivas (KLEINKE, 2003, p.27).

O autor ainda aponta que se tem um maior aproveitamento dos organizadores quando sua apresentação ocorre de forma introdutória no processo de ensino aprendizagem (KLEINKE, 2003). Segundo Kleinke (2003), “para serem úteis, porém, precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, para que possam ser aprendidos. Além disso, devem contar com uma boa organização do material de aprendizagem, para terem valor de ordem pedagógica” (KLEINKE, 2003, p.28). Assim, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa [...], o papel do professor ganha relevância e importância, ao contribuir para que o estudante desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos, despertando o senso crítico” (PIVATTO, 2014, p. 56). Nesse sentido, sugere-se a “[...] a participação ativa do sujeito, sua atividade auto estruturante, o que supõe a participação pessoal do aluno na aquisição de conhecimentos, de maneira que eles não sejam uma repetição ou cópia dos formulados pelo professor ou pelo livro texto, mas uma reelaboração pessoal” (PELIZZARI et al, 2002, p. 40). Com base nesses apontamentos, é possível afirmar que, na perspectiva teórica de Ausubel:

[...] a formação docente ganha sentidos e significados ainda maiores, como trajetória formativa que traz a discussão práticas em situação formal de ensino, a partir de um olhar apurado para detectar os possíveis equívocos, repensar as concepções pedagógicas, fazer as orientações com abordagens de conceitos, ideais e métodos promovendo a gestão da aprendizagem com iniciativas adequadas (SOUZA; SILVANO; LIMA, 2018, p. 29).

Moreira (1995) indica que estes conceitos podem se estruturar a partir de diferentes processos, a saber: assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Vejamos abaixo estes processos de forma mais detalhada.

2.1.2 Assimilação, Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

A assimilação pode ser definida como “a forma pela qual as crianças mais velhas, bem como os adultos, adquirem novos conceitos pela recepção de seus atributos criteriosais e pelo relacionamento desses atributos com idéias relevantes já estabelecidas em sua estrutura cognitiva” (KLEINKE, 2003, p.26). Após a inclusão do indivíduo no processo de escolarização, mais especificamente em momentos próximos a fase da adolescência, os conceitos não espontâneos se tornam predominantes. A partir dessa fase, o aprendiz adquire a capacidade de adquirir novos conhecimentos de forma potencializada e eficiente, passando a relacionar conceitos em sua estrutura cognitiva por meio de atributos e critérios desenvolvidos ao longo dos anos precedentes (KLEINKE, 2003).

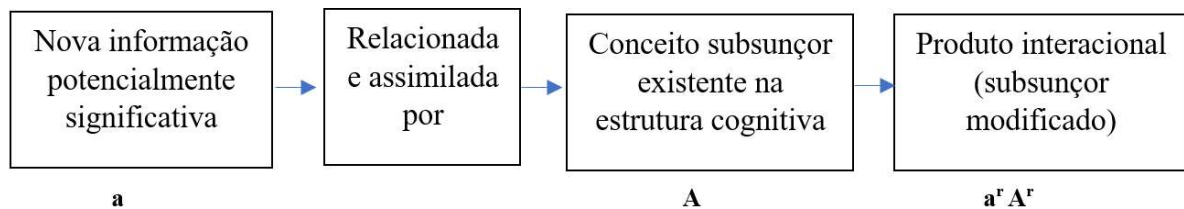


Figura 2.3: Fluxograma - A Aprendizagem Significativa.

Fonte: Adaptado de Moreira (1979, p. 279).

Com base no fluxograma da Figura 2.3, a assimilação pode ser entendida como “[...] um processo que ocorre quando o conceito ou proposição a potencialmente significativo é assimilado sob uma idéia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação” (MOREIRA, 1979, p. 1979). Complementando, o autor destaca que tanto o conceito subsunçor quanto a nova informação serão modificados através da interação, permanecendo como coparticipantes de uma nova unidade (MOREIRA, 1979).

No entanto, apesar que a retenção é favorecida pelo processo de assimilação, o conhecimento assim adquirido está ainda sujeito à influência erosiva de uma tendência reducionista da organização cognitiva: é mais simples e econômico reter apenas as idéias, conceitos e proposições mais gerais e estáveis do que as novas idéias assimiladas (MOREIRA, 1979, p. 280).

Após o primeiro estágio de assimilação inicia-se um segundo momento, a assimilação obliteradora. Nesse processo:

As novas informações tornam-se, espontânea e progressivamente, menos dissociáveis de suas idéias âncora (subsunçores) até que não mais estejam disponíveis, i.e., não mais reproduzíveis como entidades individuais. Atinge-se assim um grau de dissociabilidade nulo, e *A'a'* reduz-se simplesmente a *A'*. O esquecimento é, portanto, uma continuação temporal do mesmo processo que facilita a aprendizagem e retenção de novas informações. (MOREIRA, 2009, p. 20).

Destaca-se que o aspecto de maior expressividade no processo de assimilação de novos conteúdos “envolve a relação, de modo substantivo e não-arbitrário, de idéias relevantes, estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz com o conteúdo potencialmente significativo, implícito na definição dos termos ou das ‘pistas’ contextuais, os atributos criteriais” (KLEINKE, 2003, p.26). De acordo com Moreira e Masini (1982, p. 11), “o surgimento fenomenológico do novo significado genérico da aprendizagem é um produto dessa interação e reflete: a) o conteúdo real dos atributos criteriais do novo conceito das “idéias-âncora”, as quais se relacionam; b) o tipo de relação estabelecida entre eles”.

Em relação ao processo de diferenciação progressiva, Kleinke (2003), baseando-se em Ausubel, aponta que este se caracteriza pela programação do conteúdo, ou seja, a apresentação inicial de ideais inclusivas, para que posteriormente conceitos mais complexos possam ser diferenciados progressivamente. Ainda com base em Ausubel, o autor aponta como principais premissas desta diferenciação os seguintes pontos:

a) É mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo, previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas; b) Na mente de um indivíduo, a organização do conteúdo de uma certa disciplina é uma estrutura hierárquica, na qual as idéias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados (KLEINKE, 2003, p.30).

Moreira (1979, p. 281) chama a atenção para o fato de que “[...] a programação do conteúdo deve não só proporcionar a diferenciação progressiva, mas também explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, chamar atenção para diferenças e similaridades importantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes”. Segundo Ronca e Escobar (1980, p. 94), “o princípio da Diferenciação Progressiva propõe que, na programação de um material de aprendizagem, as idéias mais gerais e inclusivas sejam apresentadas em primeiro lugar, para depois serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades”.

Por fim, temos a reconciliação integrativa, que, segundo Kleinke (2003, p.31), “é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre idéias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais

ou aparentes”. Essa reconciliação pode ser aplicada aos organizadores prévios: “Os organizadores devem mobilizar todos os conceitos válidos da estrutura cognitiva potencialmente relevantes para desempenharem o papel de subsunçor com relação ao novo material (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 23). Assim, segundo pressupostos de Ausubel, a reconciliação integrativa pode ser descrita como uma antítese à prática comum, dos livros textuais, estruturados basicamente em tópicos, capítulos e sessões (MOREIRA, 1979).

Em situações práticas de aprendizagem, muitas vezes, a dificuldade maior não está na discriminabilidade, mas sim na aparente contradição entre os conceitos novos e as idéias já estabelecidas na estrutura cognitiva. Frente a essa dificuldade, o aluno poderá descartar uma nova proposição como válida; tentar departamentalizá-la, como aspecto isolado, sem ligá-la a conhecimentos anteriores ou, ainda, buscar uma reconciliação integrativa sob o subsunçor mais inclusivo. O princípio de reconciliação integrativa visa facilitar essa última solução (KLEINKE, 2003, p.30-31).

Considerando tais apontamentos situados no âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa e, também, os recorrentes índices de dificuldade apresentados pelos alunos na disciplina de Física, podemos afirmar que este repertório teórico possibilitar-nos-á desenvolver práticas educativas adequadas ao desenvolvimento dos alunos. Embora esse aparato teórico enfatize a autonomia do aluno como ponto central do seu desenvolvimento, a presença do professor em sala de aula “[...] justifica-se mais em função de atuar como mediador do conhecimento, de forma que os estudantes aprendam os saberes escolares em interação com o outro, e não apenas recebam-no passivamente, do que se caracterizar como um transmissor de conteúdo” (PIVATTO, 2014, p. 56).

Devemos considerar que parte considerável dos conteúdos físicos possuem como base cálculos matemáticos básicos e intermediários, ou seja, os aprendizes selecionados para participação já possuem conceitos subsunçores estabelecidos em sua estrutura cognitiva, o que tornará o processo facilitado e os resultados satisfatórios tanto para o ensino quanto para a pesquisa. Nesse âmbito, “[...] a aprendizagem significativa tem vantagens notáveis, tanto do ponto de vista do enriquecimento da estrutura cognitiva do aluno como do ponto de vista da lembrança posterior e da utilização para experimentar novas aprendizagens” (PELIZZARI et al, 2002, p. 39).

2.2 A Experimentação como estratégia de ensino

Enraizada originalmente no pensamento aristotélico, a experimentação constituiu-se enquanto processo primordial do desenvolvimento do campo científico. De acordo com

Giordan, “a experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica seqüencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência” (GIORDAN, 2018, p. 02). Essa prática surge em um momento em que o racionalismo se contrapôs ao misticismo erradicado pelos dogmas religiosos.

Atualmente, a construção do “[...] conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas do seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação” (GIORDAN, 2018, p. 02). Ou seja, a construção dos saberes possui como principal instrumento o percurso realizado, os erros, os entraves e os acertos. Assim, o método Positivista hoje apresenta-se menos engessado, associando-se a fatores relativos as subjetividades e não apenas descrição.

Em um plano geral, a experimentação “[...] permite a formulação de enunciados mais genéricos que podem adquirir a força de leis ou teorias, dependendo do grau de abrangência do problema em estudo e do número de experimentos concordantes” (GIORDAN, 2018, p. 03). Esse procedimento atua diretamente sobre a ocorrência de revoluções no campo científico, dado que viabiliza a emergência de novos modelos explicativos, que se sobrepõe ou são indexados a teorias já existentes (KUHN, 1987). Ou seja, essa prática pode ser entendida como a base da construção das teorias e pressupostos das ciências. Alguns casos possuem especificidades quanto ao processo de observação e experimentação, como é o caso das Ciências Sociais, no entanto, as particularidades desse campo não deslegitimam sua eficácia.

O método científico é mais poderoso e efetivo quando é capaz de manipular os eventos. De fato, muitos dos eventos observados durante os experimentos não ocorrem no mundo natural. Em tais circunstâncias, a abordagem experimental é capaz de obter informações consideravelmente mais detalhadas e precisas do que as que se originam de observações passivas (HODSON, 1988, p. 03).

Além de sua indispensabilidade no campo da pesquisa, a experimentação também é um procedimento de fundamental importância para o processo de ensino/aprendizagem, afinal, sua realização permite com que os estudantes associem os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula à prática em laboratório. Além disso, a experimentação surge enquanto uma alternativa mais atrativa, que foge ao estilo de ensino baseado apenas em técnicas tradicionais centradas na imagem do professor.

Essa atividade concede protagonismo ao aluno, contribuindo com o exercício de sua autonomia. “O desenvolvimento destas atividades vai muito longe da questão de somente ser

realizada para a comprovação de conceitos e teorias abordadas em sala ou de serem desenvolvidas com a intenção de motivar os indivíduos, procurando entusiasamá-los com a disciplina” (LEIRIA; MATARUCO, 2015, p. 32224. Para Mota e Cavalcanti (2012, p. 03) “[...] a utilização de atividades experimentais é um ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos, levando o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva para uma participação ativa nas atividades realizadas em sala de aula”.

As atividades pautadas na experimentação, além de ampliar o processo de construção e socialização dos saberes, permite com que os estudantes e professores estabeleçam diálogos, auxiliando na desconstrução de uma hierarquia exacerbada entre esses agentes. Para a realização de atividades pautadas em experimentos, é preciso definir previamente quais perspectivas pedagógicas serão utilizadas, para que assim “[...] possa proporcionar aos estudantes a percepção da relação existente entre os aspectos naturais e os artificiais do fenômeno que está sendo estudado, favorecendo assim para o espírito investigativo dos estudantes” (LEIRIA; MATARUCO, 2015, p. 32218).

Para a abordagem da experimentação no processo de ensino/aprendizagem, o professor deve considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, suas atitudes e especificidades, pois, dessa forma o objetivo da proposta poderá ser alcançado de forma plena. Segundo Leiria e Mataruco, “para isso o professor deve apresentar uma postura didática diferente da postura apresentada em seu cotidiano, uma postura que possibilite a mudança dentro da sua sala e que também proporcione uma boa manipulação das teorias e dos conceitos a serem trabalhados na aula” (LEIRIA; MATARUCO, 2015, p. 07). A experimentação deve contribuir na “[...] formulação de questões sobre a realidade concreta, na elaboração de predições, no teste das hipóteses levantadas, no debate de ideias e desenvolve no aluno a capacidade de argumentação, uma postura crítica e investigativa” (SILVA, 2017, p. 14). Assim, a realização de experimentos não deve ser entendida como um processo puramente matemático e engessado, mas sim, como um procedimento que permite a geração de indagações sobre a própria essência dos fenômenos cotidianos.

Cabe ressaltar que o processo de experimentação exige o envolvimento de todos os agentes, ou seja, professores e alunos devem trabalhar em conjunto para que as atividades tragam resultados positivos. “A preparação de atividades práticas, exige tempo e estudo, pois é necessário realizar pesquisas em livros, normas e procedimentos, sobre como realizar tais atividades e levantar o quantitativo de materiais e equipamentos, além de verificar se o espaço disponível é suficiente” (SILVA, 2017, p. 11).

É comum identificar justificativas de professoras sobre a falta de implementação de experimentos devido a indisponibilidade de tempo. De acordo com Bonadiman e Nonenmacher (2007, p. 219) “Esta concepção tenta passar a falsa idéia de que um ensino experimental em Física implicaria perda de tempo. Para esses professores, lembramos que o principal objetivo do ensino não é o de repassar informações, mas o de desenvolver o pensamento do aluno e dar significado ao seu aprendizado”. Para mais, deve-se desconstruir uma percepção puramente quantitativa do conteúdo, afinal, muitos professores atribuem maior importância à abordagem integral do material planejado e deixa em segundo plano a qualidade da aprendizagem dos conceitos. Nesse sentido, a qualidade deve ser o foco das práticas educativas.

Além do estudo dos conceitos físicos, deve-se considerar a disponibilidade de materiais e espaços na instituição de ensino para realização dos experimentos, pois, uma parte significativa das escolas brasileiras não possuem laboratórios bem equipados.

A disponibilidade de materiais, equipamentos e espaços são elementos fundamentais para permitir a realização de atividades práticas ou em laboratório, pois ainda que se tenha motivação tanto por parte do professor, quanto por parte do aluno e tempo para a preparação e para a realização das atividades práticas, sem os materiais, equipamentos e um espaço adequado, não haverá condições para a realização destas atividades (SILVA, 2017, p. 12).

Entretanto, cabe ressaltar que existem uma série de experimentos passíveis de realização com um baixo orçamento, cujos componentes podem ser adquiridos facilmente na residência dos estudantes e, também, pelos próprios professores. Em outras palavras, a inutilização dos experimentos em sala de aula não deve mais ser justificada por falta de orçamento, uma vez que este não é mais tido como um fator limitante de seu desenvolvimento.

A experimentação deve ser desenvolvida como uma atividade anexa ao que foi repassado em sala de aula, afinal, os estudantes precisam estabelecer conexões entre os conhecimentos teóricos e a prática. A associação do que é aprendido em classe aos experimentos laboratoriais contribui não apenas com a experimentação, mas também como a aprendizagem teórica, uma vez que o aluno passa a identificar a significação do conteúdo e, também, exercita a fixação do que foi apresentado pelo professor. De acordo com Sales e colaboradores, “os experimentos levam os alunos a serem mais atuantes e tentarem construir o seu próprio conhecimento e questionamentos de uma forma mais independente, desconstruindo assim a ideia de que o aluno deva participar de forma passiva em sala” (SALES *et al*, 2019, p. 41). Assim, o protagonismo não deve ser atribuído aos alunos apenas no âmbito das atividades

experimentais, mas também durante o percurso de compreensão das correntes teóricas que norteiam as temáticas.

Segundo Morais (2014), as atividades de experimentação podem ser divididas em três grupos: demonstração, verificação e investigação. No campo da demonstração, ele afirma que “as atividades de demonstração são realizadas pelo professor, é ele quem orienta a observação, dá explicações adequando-as ao conteúdo. O aluno apenas observa o fenômeno ocorrido” (MORAIS, 2014, p. 07). Esse tipo de prática pode ser empregada em situações em que a escola possua poucos recursos e/ou espaços inadequados para a realização dos experimentos. No entanto, mesmo havendo recursos suficientes na instituição, o professor pode optar pelo emprego da demonstração (AVELAR *et al*, 2018). Lembrando que, mesmo sendo uma atividade centrada na apresentação dos conteúdos pelo docente, os alunos devem ser constantemente provocados e questionados sobre o processo.

As atividades de verificação são aquelas cujo objetivo consiste em confirmar uma teoria ou fenômeno já conhecido pelos estudantes. Essas atividades “formam no aluno a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando os conceitos científicos que conhecem” (MORAIS, 2014, p. 08). Embora sejam vistas como simples, as atividades de verificação são importantes para a introdução do conceito de experimento (AVELAR *et al*, 2018). Esse tipo de atividade demanda uma carga de conhecimentos teóricos e para que sua realização seja efetiva a compreensão do conteúdo em classe deve ser realizada de modo a assegurar o entendimento pelos estudantes.

Por fim, as atividades de investigação são protagonizadas pelos próprios alunos, que desempenham as principais funções do experimento e são instigados a refletir sobre situações problema (MORAIS, 2014). Nessa vertente, os alunos participam ativamente de todas as atividades, e é necessário que o processo seja direcionado à solução de questões, afinal, a construção de experimentos sem um fim pedagógico não contribui com a aprendizagem dos alunos (AVELAR *et al*, 2018). Cada tipo de atividade de experimentação destina-se a uma situação específica, assim, não é possível afirmar qual deles seria o mais ideal: “Enquanto os experimentos frequentemente fornecem aos cientistas meios poderosos para adquirir e testar conhecimentos, eles por si mesmos não são suficientes para fornecer conhecimentos teóricos, nem tampouco são sempre necessários” (HODSON, 1988, p. 03). Além disso, é importante que os grupos de experimentos não sejam interpretados e/ou abordados de forma fragmentada, afinal, por exemplo, uma sequência didática pode associar todos os três tipos.

2.3 Experimentação no Ensino de Física

Por meio da prática vemos que nossa escola continua, no que se refere à metodologia de ensino, tradicional, onde a principal fonte de conhecimento é o professor e o livro sua ferramenta pedagógica elementar. Os alunos têm considerado a aula experimental em Física um facilitador para a compreensão dos fenômenos naturais abordados em sala de aula, aproximando a sala de aula do universo do estudante. Todavia, quais os principais entraves ao Ensino de Física?

2.3.1 O Ensino de Física: principais entraves

Segundo Moreira (2018, p. 76), “a Física permeia a vida dos seres humanos. Está na base das Tecnologias de Informação e Comunicação, da engenharia, das técnicas de diagnósticos e tratamento usadas na medicina. A Física tem modelos e teorias que explicam grande parte do mundo físico em que vivemos”. Ainda de acordo com o autor, a Física é contrária ao chamado senso comum e as interpretações infundadas e cegamente passivas aos modelos teóricos vigentes. As interpretações construídas no campo da Física estão em transformação constante, no entanto, essas colocações ainda se encontram distantes da realidade escolar (MOREIRA, 2018).

A disciplina de Física, assim como parte dos componentes curriculares que envolvem cálculos, ainda é vista como de grande dificuldade pelos alunos. Parte dessa visão provém de uma associação da Física enquanto um conjunto de cálculos desconexos. Porém, “A Física é uma disciplina, cujos conceitos estão atrelados aos fenômenos da natureza e suas formas de observação, isto é, é uma ciência experimental, inseparável dos seus conteúdos” (MEIRELES, 2020, p. 03). Essa visão deturpada sobre a disciplina gera um conjunto de problemas ao processo de ensino/aprendizagem como evasão, desistência, e desenvolvimento de sentimentos de incapacidade pelos alunos.

Segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007), os motivos que contribuem com a construção de uma imagem negativa da disciplina de Física são os seguintes:

[...] a pouca valorização do profissional do ensino, as precárias condições de trabalho do professor, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física clássica e o quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas,

a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007, p. 197-198).

Bonadiman e Nonenmacher (2007) ainda complementam que propostas de ensino diferenciadas em relação ao modelo tradicional dificilmente são implementadas de forma plena nas instituições escolares. Para os autores, promover atividades de formação continuada de professores é essencial para a consolidação de propostas inovadoras para o Ensino de Física, que tornem este componente mais atrativo para o aluno e, assim, melhorando seu aprendizado. De acordo com Moreira (2018, p. 76) o processo de formação de professores de Física é uma realidade problemática no Brasil, pois, “Além de serem formados com o ensino tradicional [...], têm pouca Física na graduação, quase nada de Física moderna e contemporânea. No seu ensino, não passam da Física clássica, iniciando com a Cinemática, na qual os alunos começam a não gostar da Física”.

Assim, percebe-se que um dos principais fatores que contribuem com a preservação dos estereótipos sobre o Ensino de Física está enraizados na própria formação básica superior dos docentes, que são qualificados em conformidade com princípios educativos já revistos. Essa realidade demanda uma reformulação no currículo das licenciaturas ofertadas pelas Instituições de Ensino Superior – IES e, também, a ampliação da oferta de cursos de pós-graduação.

Além das questões relativas a formação de professores, a disciplina de Física tem sido frequentemente reduzida à um preparatório para o ingresso no ensino superior. É inegável a importância do processo preparatório, mas, para além disso, a Física deve associar-se a outras situações da vida do estudante: “[...] a Física ensinada na escola deve ser importante para o aluno, independentemente de seu futuro profissional, fato este corroborado por propostas curriculares, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio” (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007, p. 199). Ressalta-se que a definição da educação básica enquanto processo preparatório para o ensino superior está enraizada em um modelo educacional historicamente propagado no país, cuja máxima expressão ocorreu entre o fim do período colonial e durante todo o Império.

O Ensino de Física deve ser promovido de modo a desconstruir essa visão negativa sobre a aprendizagem dos conteúdos da área. Como apontam Bonadiman e Nonenmacher (2007, p. 199), “O aprender, em Física, está associado a muitas variáveis, mas uma é fundamental: o gostar, e o gostar tem muito a ver com a forma como a Física é ensinada e, particularmente, com as ênfases veiculadas no fazer pedagógico do professor”. Para Carvalho Júnior (2011, p. 16):

O ensino de Física, em particular, deve permitir que os alunos, através de atividades propostas durante as aulas, tenham acesso a conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que vivem, permitindo-lhes entender questões fundamentais como a disponibilidade de recursos naturais e o risco de se utilizar uma determinada tecnologia.

Assim, a prática da experimentação surge como uma possibilidade de mudança da realidade descrita acima, dado que permite atribuir protagonismo ao estudante, promover sua autonomia e dotar os conteúdos de significado. Afinal, “[...] a aprendizagem em Física implica mergulhar no fenômeno físico e, com ele, interagir nos níveis da emoção e da razão” (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007, p. 220). Em outras palavras, este não pode ser entendido como um processo engessado, dado que se compõe de sujeitos dotados de diferentes níveis de percepção.

2.3.2 A Experimentação enquanto possibilidade de inovação do Ensino de Física

No Brasil, o início da utilização de experimentos enquanto estratégias de ensino e aprendizagem de Física é datado da segunda metade do século XX. A partir de então, a experimentação tem contribuído com a aproximação dos temas abarcados pela disciplina ao cotidiano dos estudantes, dotando os conteúdos de significado (AVELAR *et al*, 2018). No entanto, o experimento não pode ser compreendido como o único instrumento qualificado para promoção da aprendizagem de conceitos Físicos, afinal, a construção do conhecimento se dá a partir de formas, contextos e técnicas diversas somadas as especificidades de cada estudante (GOULART; RUVIARO; DUTRA, 2015).

As diversas representações utilizadas na Física, principalmente as equações matemáticas, adquirem maior valorização, pois, ao serem introduzidas no processo ensino-aprendizagem em seu devido momento e contexto, assumem significações que ajudam a ir muito além das aparências (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007, p. 220).

A experimentação, quando empregada no processo de ensino/aprendizagem de Física, traz importantes contribuições. “Ensinar Física por meio da experimentação é uma forma de contribuir para a melhoria do aprendizado desta disciplina, sendo que essa metodologia permite a interação dos alunos com os conteúdos, facilitando a compreensão da aprendizagem” (MEIRELES, 2020, p. 03).

A experimentação permite com que os alunos deixem de enxergar essa disciplina como apenas um conjunto de cálculos sem relação com a realidade concreta. Bonadiman e Nonenmacher (2007, p. 220) indicam que “A abstração, na construção dos modelos teóricos de Física, é importante e necessária, mas, para que ela se efetive com maior significação, o fenômeno físico deverá ser também trabalhado em seus aspectos práticos, de modo a envolver plenamente o estudante”.

Através da experimentação é presumível despertar a curiosidade dos alunos. “Desse modo, o ensino da Física utilizando como instrumento a experimentação, tem como objetivo fazer com que os alunos tornem-se mais interessados pela disciplina, compreendendo os conteúdos” (MEIRELES, 2020, p. 03). Assim, é essencial que os alunos estejam dispostos e motivados com a realização dos experimentos. “A motivação permitirá ao aluno se esforçar para entender tanto os conteúdos teóricos em sala de aula, quanto às atividades práticas experimentais” (SILVA, 2017, p. 11). Para isso, o professor pode apresentar a importância dessa atividade, para que assim os alunos percebam as contribuições que a mesma dispõe.

[...] para que essa atividade experimental em sala de aula seja desenvolvida com êxito é, necessário especificar o significado da investigação, uma vez que esta tem relação e finalidade de compreender e contextualizar conteúdos em ciências, descobrindo caminhos para aprender-aprendendo, conservando um contato correspondente a uma tentativa de questionamentos, (re) descobrindo um conjunto de ideias que fundamentem o processo de ensino-aprendizagem de alunos e professores (MOTA; CAVALCANTI, 2012, p. 05-06).

Durante as atividades experimentais o professor deve problematizar tanto os sucessos quanto os insucessos do experimento. Segundo Goulart, Ruviano e Dutra (2015, p. 60) as principais vantagens das atividades experimentais “[...] é que estas possibilitam ao educando edificar que a ciência não é dada a priori ou constituída como um conhecimento fixo e imutável, mas sim fruto de um conhecimento desenvolvimento por homens e que, portanto, sujeito a falhas”. O professor deve atuar enquanto motivados dos estudantes, não permitindo com que estes se sintam incapazes ou ineficazes devido a ocorrência de erros.

Os erros e falhas de execução são importantes pontos a serem discutidos, afinal, eles permitem com que os alunos despertem seu senso de investigação e busquem a causa do problema. “A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (MEIRELES, 2020, p. 10). Moreira (2018, p. 77) chama atenção para o fato de que “As primeiras situações devem integrar o contexto do aluno. Novas situações devem ser

introduzidas em níveis crescentes de complexidade. É um erro começar a ensinar sem usar situações que tenham sentido para os alunos, uma falha bastante comum no ensino de Física”.

A experimentação, exige do professor criatividade e conhecimento para produzir experiência de fácil acesso e montagem simples, que envolvam materiais de baixo custo e possam ser aplicados em sala de aula, com o objetivo de complementar a teoria aplicada (SALES *et al*, 2019, p. 38). No entanto, a experimentação não pode ser desenvolvida apenas como instrumento de afirmação da inovação das práticas em sala de aula. Ela exige uma articulação com os documentos e teorias que norteiam a prática escolar, afinal, sua inserção deve ser entendida como uma estratégia agregada a uma estrutura já existente.

2.3.3 A experimentação nos documentos oficiais da Educação

Os objetivos da educação foram transformados gradativamente ao longo dos diferentes contextos históricos. Com a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação publicada em 1996: “Art. 2º. A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Nesse contexto de intensas transformações políticas, econômicas e sociais era atribuído enfoque ao mundo do trabalho, promovendo ações de formação tecnicista com vista a satisfação das demandas de mão-de-obra do sistema de produção.

Nos documentos publicados nos anos posteriores, as experiências são abordadas como um importante instrumento aliado as práticas educativas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN ressaltam que:

A observação, a investigação, a comunicação, a comparação, o estabelecimento de relações em fatos ou fenômenos e ideias, leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a apropriação de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem (BRASIL, 1997, p. 34).

Como podemos observar acima, o desenvolvimento de atividades experimentais enquanto possibilidade de aproximação dos estudantes aos conteúdos trabalhados já era alvo de discussão no fim do século XX no Brasil. De acordo com Medeiros (2020, p. 20) os PCNs também indicam a necessidade de “[...] haver a discussão sobre a experiência realizada, onde a troca de ideias será fundamental para a consolidação do conhecimento no aluno. Assim,

permitindo que eles criem as suas percepções acerca do assunto e apreciem as dos demais, propiciando a incorporação do tema à sua estrutura cognitiva”. Considerando as prerrogativas apresentadas nos documentos oficiais, o autor ainda postula que:

[...] é importante e necessário que os docentes tornem seu uso frequente com vista à verificação de sua real eficácia em propiciar aos escolares uma educação em ciências consistente que os possibilite prosseguir seus estudos em outros níveis de ensino e/ou aplicando os conhecimentos adquiridos e consolidados em ciências em suas áreas de atuação profissional ou em seus afazeres cotidianos (MEDEIROS, 2020, p. 22).

Os PCNs (2000, p. 95) reforçam a necessidade de se estabelecer relações entre os conteúdos do campo das Ciências e a realidade natural das coisas: “apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural”. Nesse processo, o professor ocupa papel fundamental na seleção das técnicas e métodos de ensino que devem reforçar “[...] a necessidade de considerar o mundo em que o jovem está inserido, não somente através do reconhecimento de seu cotidiano enquanto objeto de estudo, mas também de todas as dimensões culturais, sociais e tecnológicas que podem ser por ele vivenciadas na cidade ou região em que vive” (PCNs, 2000, p. 37).

O campo das Ciências, segundo os PCNs (2000, p. 95) é composto e caracterizado por sua mutabilidade e transformação. Segundo esse documento deve-se: compreender as ciências “como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade”. Nesse sentido, uma visão mecanicista dos conteúdos que apresentam cálculos deve-se ser substituída por uma imagem dotada de organicidade.

A Base Nacional Comum Curricular (2018, p. 322) postula que é imprescindível, desde a fase do Ensino Fundamental, que os estudantes “[...] sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações”. Segundo o documento, as práticas educativas devem dispor de instrumentos que “[...] estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções” (BNCC, 2018, p. 322). Assim, percebe-se uma transformação dos objetivos da educação com relação aqueles traçados pela LBD-96. Na atual conjuntura, a educação é tida como instrumento de formação para a vida e para as relações sociais.

Com relação aos Itinerários Formativos desenvolvidos no Ensino Médio, a BNCC (2018, p. 476) propõe a promoção de “[...] II – processos criativos: supõem o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade”. Assim, a educação passa a possuir uma função de aprimoramento da estrutura social.

Para além disso, os conteúdos apreendidos em sala de aula devem permitir o estabelecimento de relações com as experiências cotidianas, afinal, a estudante que compreender a estrutura e funcionamento do: “aparelho reprodutivo, mas não entende o que se passa com seu corpo a cada ciclo mensal não aprendeu de modo significativo. O mesmo acontece com o jovem que se equilibra na prancha de surfe em movimento, mas não relaciona isso com as leis da Física aprendidas na escola” (PCNs, 2020, p. 79). Assim, esses conhecimentos passam a ser compreendidos como um instrumento para a compreensão do mundo. “Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, [S/D], p. 04).

Para que as habilidades e objetivos apresentados nos documentos sejam alcançados, faz-se necessário adotar medias compatíveis com as atuais demandas da sociedade globalizada. “As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, [S/D], p. 38). No entanto, vale ressaltar que a promoção de práticas educativas voltadas a produção de dados quantitativos ainda é uma realidade do Ensino de Física. Nessa realidade, o alcance das notas necessárias para aprovação é posto como principal enfoque em detrimento da qualidade do ensino.

Capítulo 3

Conceitos necessários para compreensão dos fenômenos elétricos

Neste capítulo, abordaremos os principais conceitos necessários à compreensão de um circuito elétrico, em particular a associação de resistores.

3.1. Corrente elétrica

Em eletrostática, estudamos a carga em repouso. Já em eletrodinâmica, estudamos as cargas elétricas em movimento, gerando o fenômeno que conhecemos por Corrente Elétrica. A corrente elétrica é oriunda de uma diferença de potencial (ddp), também chamada de tensão elétrica, aplicada entre dois pontos distintos no espaço, conforme ilustra a Figura 3.1. O mais natural é que a corrente elétrica tenha sua origem na movimentação de elétrons em um condutor. No entanto, esta não é a única forma de gerar corrente elétrica. É possível gerar corrente por meio de íons – em soluções eletrolíticas ou gases ionizados –, conforme vemos na química.

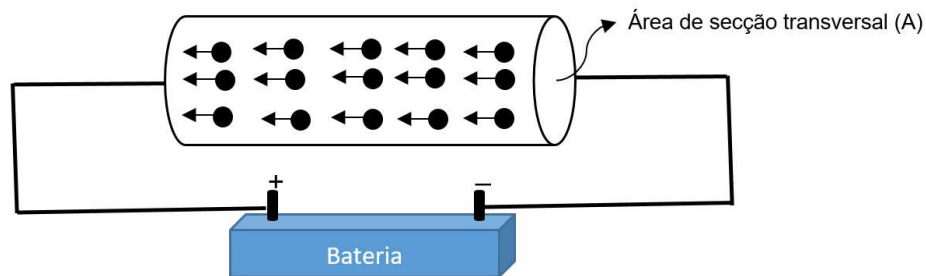


Figura 3.1 – Esquema de elétrons atravessando um condutor.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Estas partículas que atravessam o condutor não precisam ser necessariamente elétrons. É necessário que sejam partículas portadoras de cargas elétricas, como, por exemplo, íons. Por definição, para termos corrente elétrica, é necessário haver movimento de cargas. As velocidades das cargas elétricas variam segundo o material. Então, podemos escrever a Densidade de Carga Elétrica (**J**) matematicamente como (GRIFFTS, 2011, p.198):

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{f} \quad (1)$$

onde \mathbf{f} é a força por unidade de carga e σ é a condutividade elétrica.

O inverso da resistividade elétrica (ρ) é a condutividade (σ), que, por sua vez, associa o quanto o material estudado permite a movimentação das cargas e, matematicamente, pode ser representado pela equação (HALLIDAY et al., 2014, p.140):

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2)$$

A tabela abaixo (Tabela 3.1) mostra os valores da resistividade de alguns materiais, condutores e semicondutores de eletricidade nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP).

MATERIAL	RESISTIVIDADE $\Omega \cdot M$
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,68 \times 10^{-8}$
Ouro	$2,21 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,65 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,61 \times 10^{-8}$
Mercúrio	$9,58 \times 10^{-7}$
Água salgada (saturada)	$4,40 \times 10^{-2}$
Germânio	$4,60 \times 10^{-1}$
Silício	$2,50 \times 10^3$
Água (pura)	$2,50 \times 10^5$
Madeira	$10^8 - 10^{11}$
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$

Tabela 3.1 – Valores da resistividade elétrica de determinados condutores, semicondutores e isolantes (para 1 atm, a 20° C).

Fonte: Griffiths (2011, p. 198).

Assim, a corrente elétrica, escrita em função da densidade de carga, é dada por (HALLIDAY et al., 2014, p.136):

$$I = \int \mathbf{J} \cdot d\mathbf{a} \quad (3)$$

A unidade de medida de corrente elétrica, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é o Coulomb por segundo, que, em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère, é denominada de Ampère (A) (HALLIDAY et al., 2014, p.134):

$$1A = 1 \frac{C}{s} \quad (4)$$

3.1.1. Resistência elétrica

A resistência elétrica está diretamente associada a três fatores: i) à oposição do fluxo de carga (corrente) em um determinado circuito; ii) ao comprimento do condutor; e iii) ao material que está sendo percorrido pela corrente. A oposição do fluxo de carga é denominada de resistência. Um resistor, por sua vez, é um dispositivo eletroeletrônico, cuja função é adicionar resistência à passagem de corrente pelo circuito. Seu símbolo é indicado na Figura 2.5.

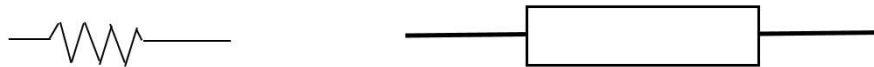


Figura 3.2 – Símbolos do resistor em uma associação.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A resistência é basicamente oriunda das colisões entre os elétrons livres e outras partículas que compõem o material, como, por exemplo, íons e átomos, ou até mesmo, choques entre elétrons, conforme ilustrado na Figura 3.3, logo abaixo:

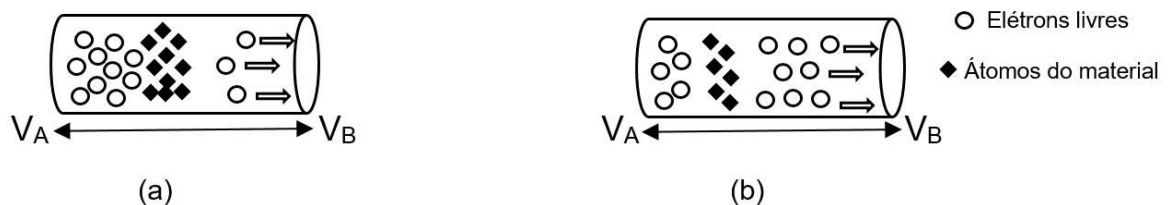


Figura 3.3 – Oposição do fluxo de cargas elétricas.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observa-se a partir da Figura 2.6a que o material tem maior resistência à passagem dos elétrons livres, assim o denominamos de isolante; já a Figura 2.6b simula a passagem de partículas portadoras de carga com menor colisão com os átomos do material, ou seja, há menor resistência do material ao movimento dos elétrons, que, para gerar corrente, deve ser ordenado.

Pela Segunda Lei de Ohm, a resistência elétrica de um determinado material varia segundo algumas propriedades geométricas, isto é, a resistência é diretamente proporcional ao comprimento de um fio (l) e inversamente proporcional à área de secção transversal (A), conforme ilustra a Figura 3.4. (HALLIDAY et al., 2014, p.141).

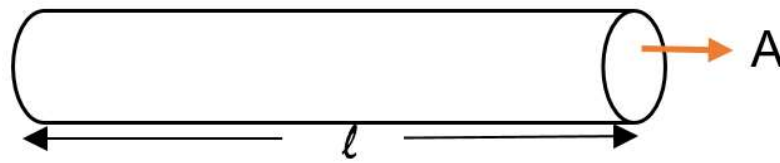


Figura 3.4 – Fio condutor de comprimento (l) e área de seção transversal (A).

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A resistência também depende diretamente das propriedades físico-químicas do material, representado pela Resistividade (ρ) do material. Estas conclusões são empíricas, não podendo ser demonstradas matematicamente. Assim, por meio da experimentação, Georg S. Ohm (1787-1854) inferiu que a resistência elétrica de um material pode ser calculada através da seguinte expressão (HALLIDAY et al., 2014, p.141):

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (5)$$

3.2 Primeira Lei de Ohm

A Primeira Lei de Ohm se aplica somente a resistores ôhmicos, ou seja, resistores que apresentam uniformidade quanto à resistência elétrica durante um expressivo intervalo de tensões elétricas e temperaturas. Diferentemente das Leis de Gauss e Ampère, por exemplo, está mais para uma regra geral que se aplica a uma variedade de materiais. Porquanto, a Primeira Lei de Ohm, assim como a segunda, tem sua origem na observação experimental e relaciona três grandezas elementares da eletricidade: diferença de potencial, corrente e resistência elétricas. Ohm observou que a tensão (V) é diretamente proporcional ao produto da corrente elétrica (i) pela resistência, logo (R) é dado pela equação (HALLIDAY et al., 2014, p.140):

$$R = \frac{V}{i} \quad (6)$$

Sabe-se da mecânica que a Potência (P) é a razão entre a Energia (Trabalho), E , e a variação de tempo (Δt), portanto (SEARS, 2008, p.198):

$$P = \frac{E}{\Delta t} \quad (7)$$

Combinando as Equações 6 e 7, obtém-se à seguinte relação para a Potência $P^{\text{elétrica}}$ (HALLIDAY et al., 2014, p.146):

$$P = V \cdot i \quad (8)$$

ou, se preferir, pode-se convenientemente escrevê-la em função da Resistência Elétrica

$$P = R \cdot i^2 \quad (9)$$

De acordo com o S.I., a unidade de medida para Potência Elétrica é o Watts (W).

3.3 Força eletromotriz

Por meio da experimentação, observa-se que existem duas forças envolvidas na movimentação de uma corrente elétrica em um circuito: a fonte \mathbf{f}_s , que geralmente está confinada a uma parte do circuito, por exemplo, à bateria, e a força eletrostática, que atua como normalizador do fluxo e “avisa” o circuito acerca da influência da fonte. Logo (GRIFFTS, 2011, p. 203):

$$\mathbf{f} = \mathbf{f}_s + \mathbf{E} \quad (10)$$

Há várias fontes (\mathbf{f}_s): i) Na bateria, é a força química; ii) Em um cristal piezoelétrico, a pressão mecânica é convertida em impulso elétrico; iii) Em um termopar, é o gradiente de temperatura que exerce este papel; iv) Em uma célula fotoelétrica, é a luz etc. Não importa o mecanismo, pois o efeito final é dado pela integral de linha em \mathbf{f} em volta do circuito (GRIFFTS, 2011, p.203):

$$\varepsilon = \oint \mathbf{f} \cdot d\mathbf{l} = \oint \mathbf{f}_s \cdot d\mathbf{l} \quad (11)$$

onde $d\mathbf{l}$ é o caminho percorrido pela corrente no circuito elétrico.

Da eletrostática, sabe-se que (GRIFFTS, 2011, p.203):

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0 \quad (12)$$

onde ε é a força eletromotriz do circuito, comumente chamada de fem. Alguns autores preferem o termo eletromotoção, por não se tratar de uma força, e sim de uma integral de uma força por unidade de carga.

Para uma fonte ideal de fem., a força líquida sobre as cargas é nula, de tal sorte que $\mathbf{E} = -\mathbf{f}_s$. Pode-se, assim, determinar a ddp entre os terminais (a e b) (GRIFFTS, 2011, p.203):

$$V = -\int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \int_a^b \mathbf{f}_s \cdot d\mathbf{l} = \oint \mathbf{f}_s \cdot d\mathbf{l} = \varepsilon \quad (13)$$

3.4 Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico pode ser constituído por vários elementos, tais como: geradores, receptores, resistores, capacitores, interruptores, lâmpadas, baterias etc. No entanto, o que caracteriza um circuito elétrico é a possibilidade de circulação de corrente elétrica, que geralmente é feita por meio de fios condutores.

Aqui, em função de nossa pesquisa, estudou-se os circuitos envolvendo resistores e suas possíveis associações. Como mencionado no parágrafo acima, um circuito elétrico possui, também, alguns elementos importantes, a saber: nós, ramos e malhas. Esses elementos estão apresentados de forma esquemática e didática na Figura 3.5.

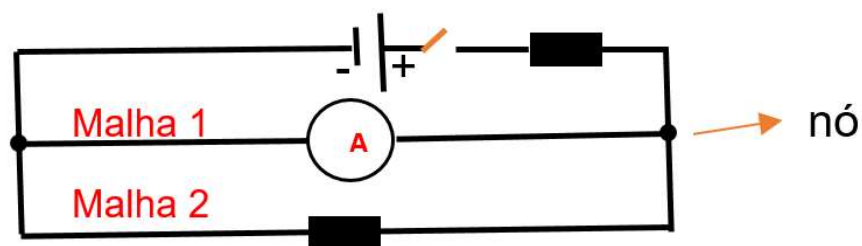


Figura 3.5 – Esquema envolvendo os elementos de um circuito elétrico.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

De acordo com a Figura 3.5, identificamos os elementos anteriormente mencionados, com suas respectivas definições:

- *Nós*: pontos do circuito que ligam dois ou mais ramos. Nesses pontos, a corrente elétrica é sempre a mesma, antes e após sua passagem por eles;
- *Ramos*: caminhos entre dois nós consecutivos. A corrente elétrica ao longo de um ramo é constante;
- *Malhas*: caminhos fechados formados pelos ramos de um circuito, no qual pode haver tanto malhas internas quanto externas.

Os circuitos elétricos podem ser montados de três maneiras: em série, em paralelo e de forma mista.

3.4.1. Associação de Resistores em Série

Define-se que um circuito em série todos os elementos estão conectados no mesmo ramo, ou seja, a corrente que flui no circuito é a mesma para todos os elementos, conforme ilustra a Figura 3.6, onde a corrente possui somente um caminho a percorrer, não se dividindo.

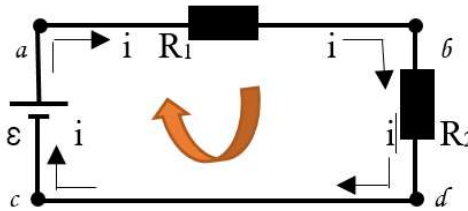


Figura 3.6 – Ilustração de um circuito em série.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A resistência total de uma associação em série, também chamada de Resistência Equivalente, é determinada pela soma linear de todas as resistências envolvidas no circuito, isto é (HALLIDAY et al., 2014, p.162):

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (14)$$

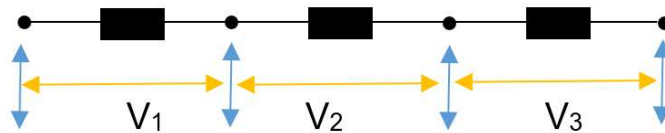


Figura 3.7 – Ilustração de uma associação de resistores em série.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Na associação em série, a tensão V não é mesma em todos os pontos do circuito, como mostra a Figura 3.7.

3.4.2. Associação de Resistores em Paralelo

A associação em paralelo é o inverso da associação em série. Assim, todos os resistores ficam submetidos a uma mesma tensão V e, por outro lado, a corrente elétrica divide-se pelos ramos do circuito, conforme ilustra a Figura 3.8.

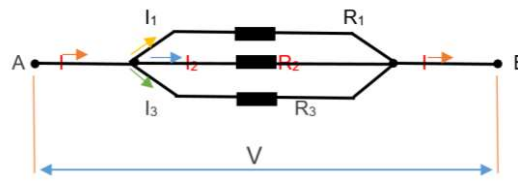


Figura 3.8 – Ilustração de uma associação de resistores em paralelo.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Desta forma, a soma do inverso da resistência total (equivalente) é igual à soma dos inversos das resistências de cada resistor presente no circuito, ou seja:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (15)$$

onde R_1, R_2, \dots, R_n , são as resistências que compõem o circuito composto por n resistores associados em paralelo (HALLIDAY et al., 2014, p.168).

Para um circuito com apenas dois resistores, a expressão acima (Equação 15) se reduz a:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (16)$$

3.4.3 Associação Mista

Define-se um circuito misto como aquele circuito que possui componentes associados em série e em paralelo simultaneamente, conforme ilustra a Figura 3.9. Neste tipo de associação, separa-se os elementos associados em série e em paralelo, calculando-os separadamente. Para este cálculo, aplica-se, quando necessário, as Leis de Kirchhoff, a saber: i) Lei dos nós – que se aplica aos pontos do circuito onde a corrente elétrica se divide; ii) Lei das malhas – aplicada aos caminhos fechados de um circuito (HALLIDAY et al., 2014, p.166).

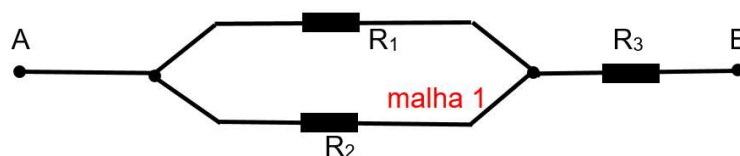


Figura 3.9 – Ilustração de uma associação mista de resistores.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

De acordo com o circuito apresentado na Figura 3.9, o resistor R_3 está associado em série com a malha 1, onde os resistores R_1 e R_2 se encontram associados em paralelo. Ora, para

calcular a resistência equivalente, neste caso, é necessário fazê-lo, como dito anteriormente, de forma separada. Em outras palavras, não há equações específicas para as associações mistas, é necessário fazer a análise de cada circuito para calcular as grandezas desejadas. Para tal feito, divide-se o circuito, segundo as Leis de Kirchhoff (HALLIDAY et al., 2014, p.166).

Capítulo 4

Metodologia

Este estudo foi desenvolvido inicialmente a partir de uma pesquisa bibliográfica, visto que nos possibilitou compreender o atual estado das pesquisas científicas nacionais direcionadas ao Ensino de Física, mais especificamente aos conteúdos aqui definidos (associação de resistores em série e paralelo).

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32).

Com relação a construção da pesquisa bibliográfica, foi feito uso das bases de dados SciELO, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações-BDTD e, também, revistas científicas como a Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Neste processo de identificação de produções, foram levantados estudos com os seguintes formatos: ebooks, artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, trabalhos publicados em anais de eventos, dentre outros.

Também foi feito uso da perspectiva qualitativa, visto que buscou-se intervir educacionalmente em determinada classe do Ensino Médio, de modo a contribuir com o processo de aquisição de conhecimentos físicos pelos alunos. De acordo Silveira e Córdova (2009), “as características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p.32).

Sobre o processo de intervenção, propôs-se a construção de um produto educacional composto por atividades voltadas a alunos de duas turmas de 3º Ano do Ensino Médio do Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás Dr. Tharsis Campos, situado no município de Catalão, GO.

4.1 Planejamento do Produto Educacional

O Produto Educacional (Tabela 3.1), consistiu em uma sequência didática composta por atividades que foram realizadas em sala de aula. Esta proposta teve como objetivos incentivar e instigar a participação ativa dos estudantes de modo a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem e a construção de conhecimentos relacionados aos conceitos de Eletrodinâmica, em especial, sobre Associação de Resistores em Série e Paralelo, e, também, auxiliar profissionais da educação que trabalham com turmas do Ensino Médio.

Para a construção e realização deste Produto Educacional, foi estruturada uma sequência didática envolvendo o uso de atividades experimentais no estudo de circuitos elétricos, averiguando sua pertinência em termos de despertar nos estudantes o interesse e a motivação para aprender física. Sua estrutura foi composta por 7 aulas de 50 minutos em duas turmas de 31 alunos cada, no 3º Ano do Ensino Médio.

A aplicação da proposta didática ocorreu no Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás Dr. Tharsis Campos, situado no município de Catalão, GO, o primeiro colégio militar em regime de tempo integral do país. Os estudantes definidos para participação se situam na faixa etária entre 16 e 18 anos. Os mesmos, em sua maioria, frequentaram escolas públicas durante a maior parte de sua vida estudantil, bem como, também em maioria, são oriundos de famílias de baixa renda.

Na escola pública em tempo integral, são disponibilizados horário nos quais os estudantes participam de projetos, oficinas etc. Como uma instituição de ensino integral, a escola deve ter, na medida do possível, uma vez que a maioria das escolas estão com seus espaços todos sucateados, alguns laboratórios, inclusive um laboratório de Física. Não restam dúvidas sobre as expectativas em relação a essas aulas de laboratório. É preciso que as aulas nos laboratórios sejam ambientes férteis de aprendizado e de construção de conhecimentos científicos, e para tanto há necessidade de uma metodologia apropriada. De acordo com as Diretrizes do programa de ensino integral, quanto as atividades experimentais, dentre os benefícios que essas podem proporcionar aos jovens, destacam-se:

- Despertar o interesse pelas ciências, e a motivação para o estudo;
- Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- Aprender a analisar dados e propor hipóteses;
- Aprender conceitos científicos;
- Detectar erros conceituais;
- Compreender a natureza da Ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- Estabelecer relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;

- Aprimorar habilidades manipulativas;
- Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos;
- Desenvolver iniciativa pessoal e tomada de decisão;
- Estimular a criatividade.

O Produto Educacional se iniciou com uma problematização/motivação inicial, partindo de uma situação real do espaço da sala de aula: “Porque mesmo tendo uma das lâmpadas do teto queimada, as outras continuam funcionando? Ao passo que nas luzes de pisca-pisca, quando uma queima, todas as outras deixam de funcionar?”.

A partir da prévia discussão, foi proposto um questionário prévio, com a finalidade de analisar/resgatar os conhecimentos dos estudantes a respeito do assunto sobre associação de resistores em série e paralelo. Após a aplicação do questionário, foi realizada a parte das atividades experimentais, acompanhadas de discussões, observações e comparações dos resultados obtidos.

Em seguida, foi apresentada, por meio de aula expositiva/dialogada, acompanhada da utilização de recurso multimídia - Datashow, a parte teórica de cada um dos tipos de circuitos apresentados, finalizando a análise com a reaplicação do questionário aplicado inicialmente para verificar se houve ou não mudança na compreensão dos conceitos estudados. Assim sendo, o cronograma das atividades desenvolvidas está apresentado na Tabela 4.1.

ATIVIDADE	METODOLOGIA	Nº DE AULAS
- Problematização Inicial; - Aplicação do questionário prévio.	Debate sobre as concepções prévias a respeito situação problematizadora proposta.	01 aula
- Divisão dos grupos; - Escolha do tipo de circuito que deseja confeccionar; - Organização do material que será utilizado; - Montagem do experimento seguindo o roteiro proposto pelo professor.	Aula Expositiva e Laboratório.	02 aulas
- Organização do conhecimento e confecção do relatório sobre o experimento escolhido.	Aula expositiva, desenhos esquemáticos na lousa.	01 aula
- Apresentação do conteúdo e dedução das equações de associação em série e em paralelo, partindo da Lei de Ohm; - Reaplicação do questionário prévio.	Aula expositiva/dialogada com utilização de recurso multimídia (Datashow).	02 aulas

Tabela 4.1 - Prévia da sequência didática ministrada conforme discussão acima.

Fonte: Própria autora (2019).

Capítulo 5

Resultados e Discussão

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos ao longo de todo o processo de pesquisa. Durante o percurso de planejamento e elaboração do produto educacional, foram aplicados questionários de caráter diagnóstico e de levantamento dos índices de aprendizagem dos estudantes envolvidos. Os dados foram sistematizados em figuras (gráficos) e tabelas (quadros) para otimizar sua visualização e interpretação pelo público leitor.

5.1 Associação de Resistores

Em um momento inicial foi realizada a aplicação de um questionário (Apêndice A), que teve como principal objetivo identificar as percepções dos estudantes com relação ao estudo da Física. Esse processo foi fundamental para a definição dos conteúdos a serem abordados ao longo da sequência didática, afinal, considerando os pressupostos de Ausubel, a localização dos conceitos subsunçores é indispensável para que informações mais complexas possam ser introduzidas.

Através das duas primeiras questões, buscou-se identificar as percepções dos estudantes com relação à disciplina de Física. Esse momento justifica-se pela necessidade de compreender os alunos enquanto indivíduos dotados de particularidades, ou seja, que compreendem o espaço e os processos nos quais estão inseridos de formas distintas. Com um total de 20 respostas, foram obtidos os resultados, apresentados na forma de gráficos nas Figuras 5.1 e 5.2.

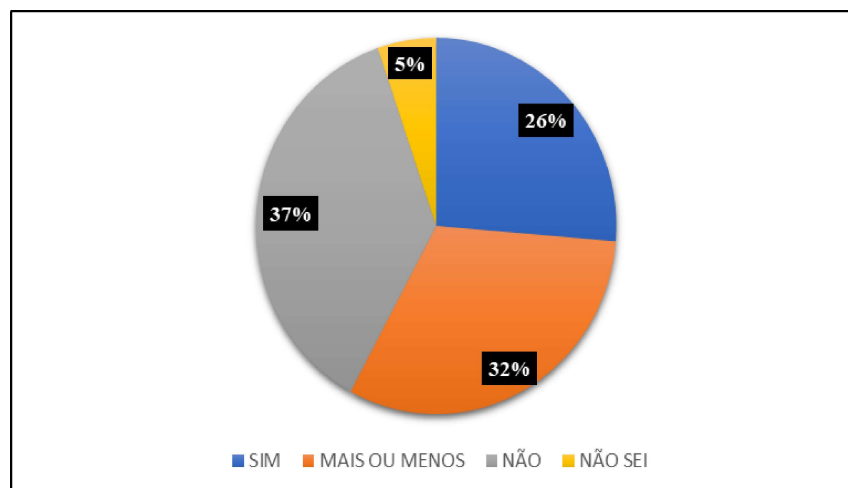


Figura 5.1. Gráfico panorâmico das respostas para a questão: 1 - a) Eu gosto de Física?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como podemos observar acima, 37% dos estudantes afirmaram não gostar de Física. Outro ponto importante se refere à porcentagem de estudantes que afirmaram gostar da disciplina, apenas 26%.

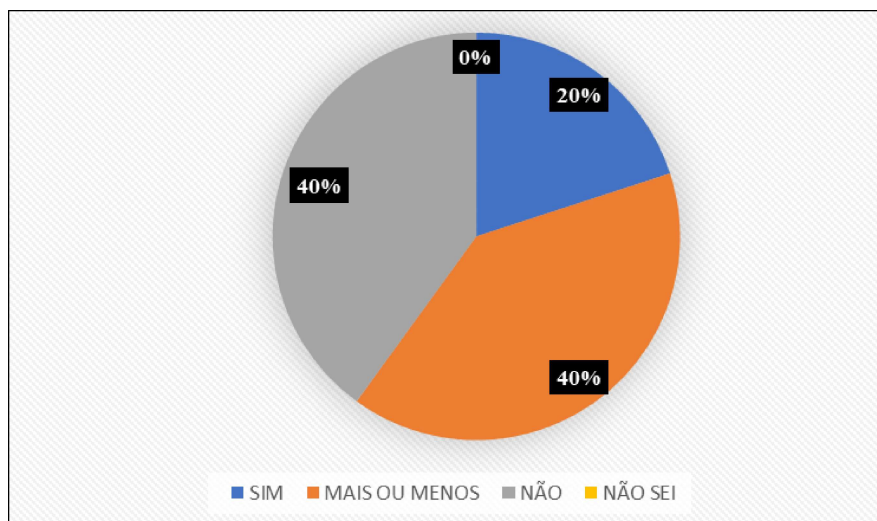


Figura 5.2. Gráfico panorâmico das respostas para a questão: 1 – b) Eu gosto de estudar Física?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os resultados da segunda questão (Figura 5.2) reforçam o panorama obtido através das respostas da questão anterior, em que a maior parte não apresenta se identificar com o estudo de Física. É importante afirmar que, por um lado, 40% dos estudantes alegaram gostar “Mais ou menos” do estudo da disciplina, o que indica uma abertura para uma abordagem mais atrativa. Por outro, outros 40% afirmam não gostar de estudar Física.

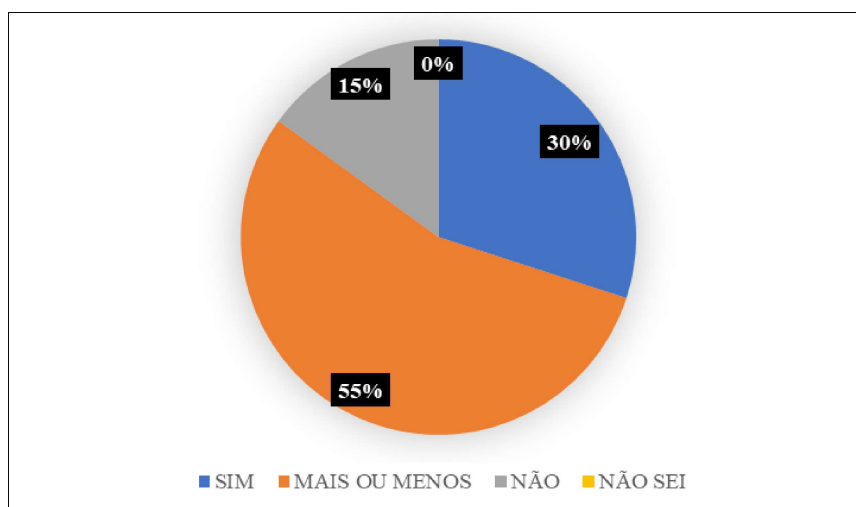


Figura 5.3. Gráfico panorâmico das respostas para a questão: 1 – c) Eu me interesso por experiências de Física?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O gráfico acima (Figura 5.3) demonstra que a indecisão quanto ao gostar também está presente com relação aos experimentos de Física. No entanto, quando comparado aos dados anteriores (Figuras 5.1 e 5.2), o percentual de alunos interessados nesse tipo de atividade é maior. Essa constatação reforça os postulados de Ausubel sobre a importância de se propor práticas educativas significativas, afinal, a experimentação permite com que os estudantes associem o conteúdo apresentado em aula à uma representação prática.

Importante destacar que alguns estudantes que demonstraram indecisão ao responderem a primeira e segunda questões, emitiram parecer favorável à realização de experimentos durante as aulas da disciplina, o que reforça o caráter atrativo da experimentação.

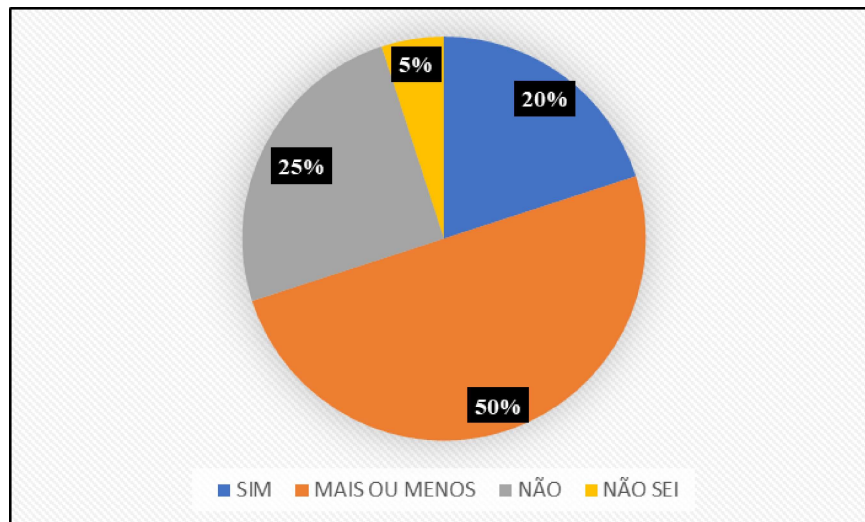


Figura 5.4. Gráfico panorâmico das respostas para a questão: 1 – d) Eu me interessar por informações que abordam Física?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os dados da Questão 1d (Figura 5.4) apresentam um panorama semelhante aos demais. No entanto, nesse momento, pôde-se constatar que 50% dos estudantes responderam “Mais ou Menos” quanto ao seu interesse por informações que abordam Física.

Com relação aos dados acima apresentados (Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4), é importante ressaltar que eles foram produzidos em um contexto propício à variabilidade, afinal, é possível que alguns estudantes tenham respondido as questões de forma superficial, ou seja, sem um compromisso real em expressar seu real parecer. Porém, mesmo sob essas possíveis situações, o material adquirido é rico em informações, e permite a realização de um conjunto de asserções.

Na segunda questão, buscou-se identificar os sentimentos dos alunos ao longo das aulas de Física.

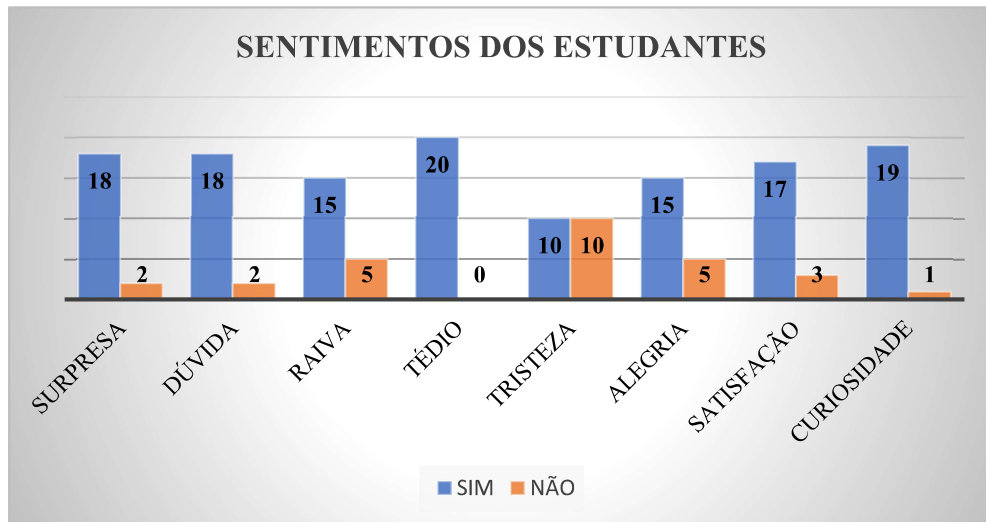


Figura 5.5. Gráfico panorâmico acerca dos sentimentos dos estudantes durante as aulas de Física.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir dos dados apresentados na Figura 5.5, pode-se observar que os estudantes vivenciam as aulas de Física de formas muito particulares. O alto índice de alunos que alegaram sentir tédio e/ou raiva durante as aulas demanda atenção. Afinal, qual o motivo desses alunos não se sentirem atraídos pelos conteúdos de Física? É importante destacar que 95% (o que corresponde a 19 dos 20 estudantes envolvidos) afirmaram possuir curiosidade sobre os conteúdos da disciplina, o que indica uma incompatibilidade entre as expectativas dos alunos e o material apresentado ao longo das aulas.

Posteriormente, adentrando ao conteúdo da Associação de Resistores, foi proposta a seguinte questão (Questão 03): Em uma associação de resistores em série, como podemos classificar a d.d.p. e a corrente elétrica em cada lâmpada?

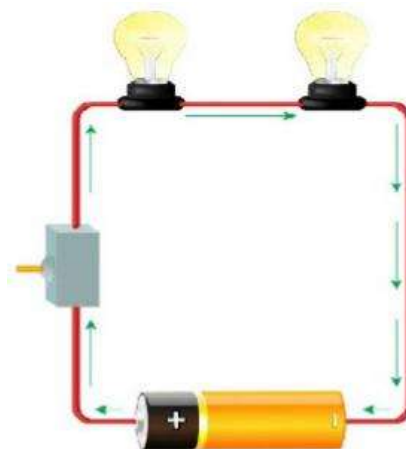


Figura 5.6.: Associação de Resistores em série – Questão 3.

Fonte: Mundo da Elétrica ([s/d]).

Marque apenas uma opção.

- A - () Ambos valores são iguais para todas as lâmpadas.
 B - () O valor da d.d.p. é igual e o valor da corrente elétrica é diferente para cada lâmpada.
 C - () O valor da d.d.p. é diferente e o valor da corrente elétrica é igual para cada lâmpada.
 D - () Ambos valores são inferiores ao valor fornecido na pilha.

Os resultados assim obtidos, isto é, as respostas a questão acima, estão apresentados no Figura 5.7.

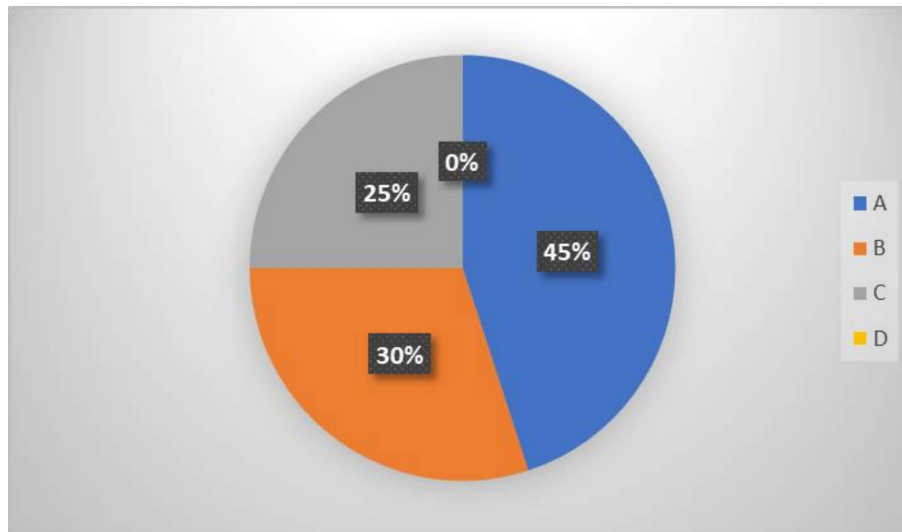


Figura 5.7: Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 3 (Questionário 1).

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como podemos observar acima, a maioria dos estudantes (45%) manifestou-se a favor da alternativa A. 30% indicaram que a alternativa B está correta, e 25% alegaram que a alternativa C está correta. Nenhum aluno selecionou a quarta alternativa (D). Portanto, percebe-se que os raciocínios dos estudantes os levaram a conclusões diversas. Os dados indicam que os estudantes entendem o conceito de circuito, mas não acreditam que a ddp é diferente em cada lâmpada, pois acham que as lâmpadas são diferentes ou que a ddp depende de ordem no circuito.

Posteriormente foi questionado o seguinte:

04. O que aconteceria no circuito acima (Figura 5.6) se uma das lâmpadas se queimasse?

- A - () A outra lâmpada brilharia mais.
 B - () A outra lâmpada brilharia menos.
 C - () Não haveria alteração no brilho da outra lâmpada.
 D - () A outra lâmpada não funcionaria.

Obteve-se o seguinte panorama de respostas:

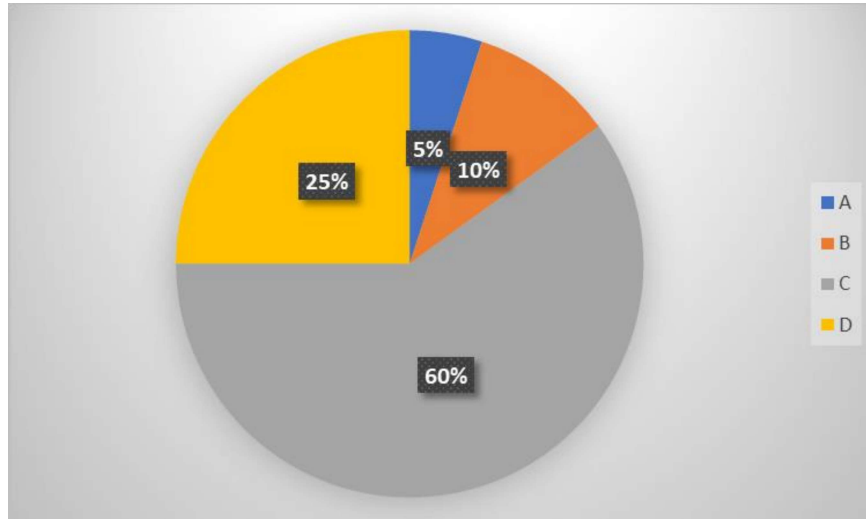


Figura 5.8: Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 4 (Questionário 1).

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Diferentemente do panorama obtido através da aplicação da questão anterior (Questão 3), os dados relativos à Questão 4 indicam que a maioria dos estudantes (60%), chegou a uma mesma conclusão, de que a alternativa C é correta. As alternativas A, B e D também receberam marcações, correspondendo à 5%, 10% e 25%, respectivamente.

05. O que aconteceria ao brilho de cada lâmpadas do circuito se mais lâmpadas fossem associadas em série?

A - () Aumentaria.

B - () Diminuiria.

C - () Não haveria variação no brilho das lâmpadas.

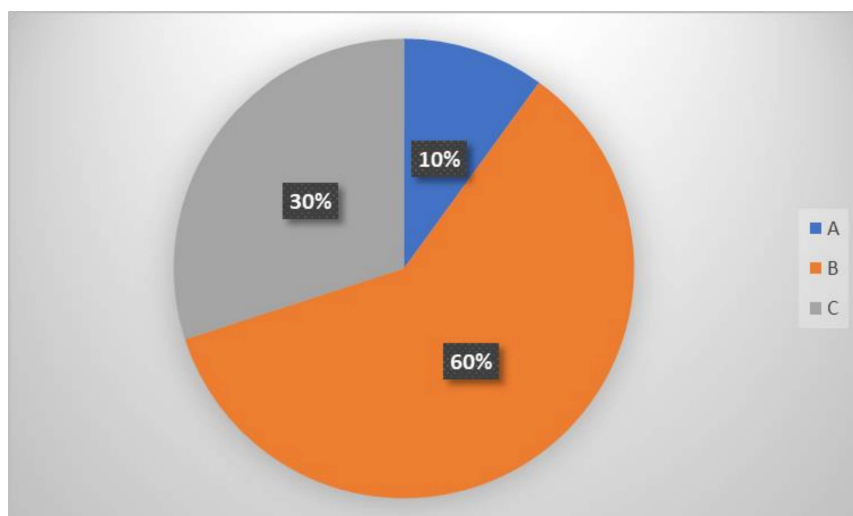


Figura 5.9: Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 5 (Questionário 1).

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como podemos observar, os dois gráficos anteriores (Figura 5.8 e Figura 5.9), apresentam um panorama percentual semelhante de seleção das alternativas pelos estudantes. Em ambas as situações a maioria dos estudantes (60%), assinalou determinada opção, contudo, ainda pôde-se notar uma diversidade de conclusões, dado que o índice de escolha de outras alternativas foi relativamente alto.

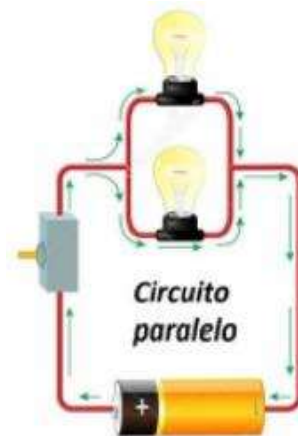


Figura 5.10: Circuito Paralelo – Questão 6.

Fonte: Mundo da Elétrica ([s/d]).

Em um associação de resistores em paralelo (Figura 5.10), como podemos classificar a d.d.p. e a corrente elétrica em cada lâmpada? A - Ambos valores são iguais para todas as lâmpadas; B - O valor da d.d.p. é igual e o valor da corrente elétrica é diferente para cada lâmpada; C - O valor da d.d.p. é diferente e o valor da corrente elétrica é igual para cada lâmpada; D – Ambos valores são inferiores ao valor fornecido na pilha.

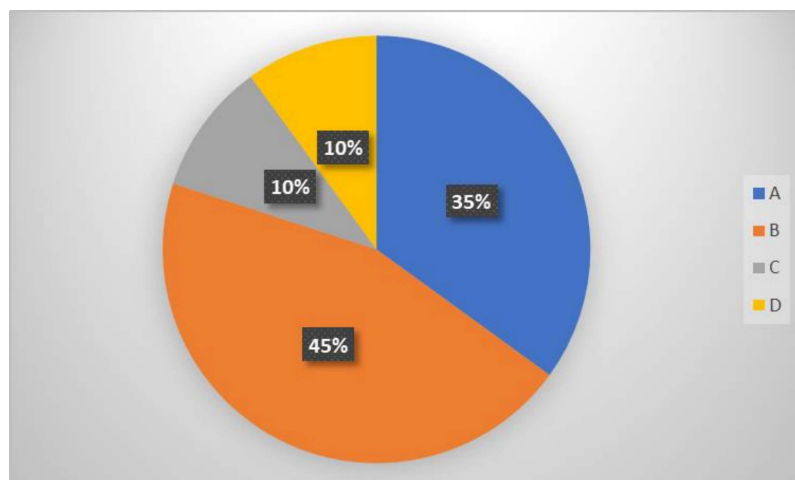


Figura 5.11: Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 6 (Questionário 1).

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Assim como identificado nos gráficos anteriores, os dados apresentados no figura acima (Figura 5.11) indicam que os estudantes chegaram a diferentes conclusões com relação à questão que foi apresentada, dado que 35% dos alunos assinalou a alternativa A, 45% a B, 10% a C e 10% a D.

De acordo com a Questão 07 (Questionário 1) - Você saberia dizer qual o nome da associação de resistores do circuito a seguir (Figura 5.12) Se sim, qual? –e???

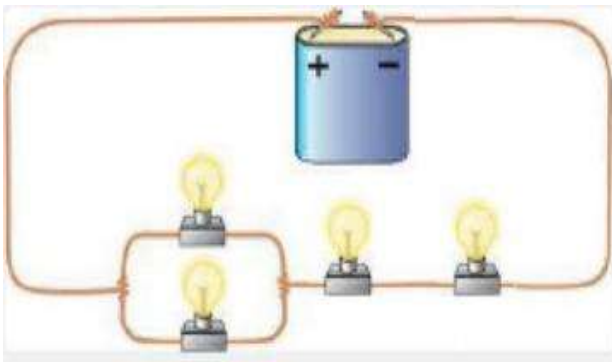


Figura 5.12: Associação de Resistores – Questão 7.

Fonte: Ciências Físico Químicas (2014).

Apenas 11 alunos alegaram não saber a resposta, 08 alunos afirmaram se tratar de um circuito misto e 01 estudante deixou a questão em branco. Além disso, 01 estudante afirmou o seguinte: “O resistor seria um regulador de energia”.

Suponha que você precise escolher o tipo de instalação elétrica da sua casa, para o melhor funcionamento de todos os aparelhos. Admitindo um circuito de 220V e que todos os aparelhos sejam de 220V, você optaria por um circuito:

- A - Em série
- B - Em paralelo
- C – Misto

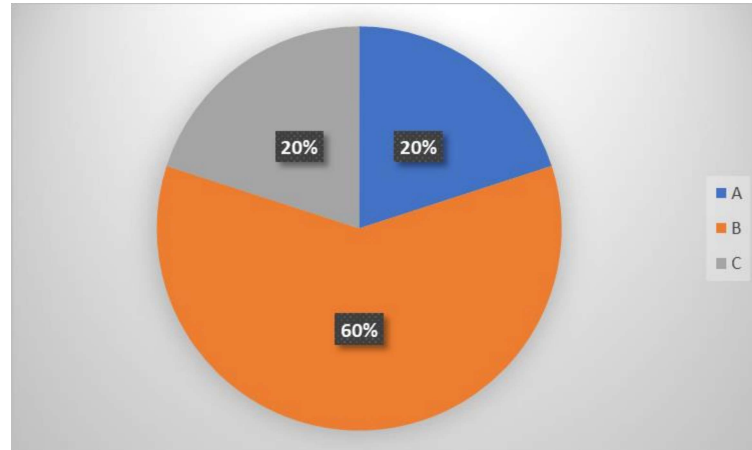


Figura 5.13: Respostas dos estudantes relacionadas à Questão 8 (Questionário1).

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os dados acima representados reforçam as diferentes percepções que os alunos têm com relação ao conteúdo. Embora esses números possam indicar as dificuldades de alguns estudantes com relação à aprendizagem do conteúdo proposto, essa constatação não pode ser interpretada de forma negativa, e sim como uma possibilidade de readequar os métodos e técnicas utilizadas de modo que o ensino alcance esses estudantes. Na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, os erros podem ser entendidos como resultados da ausência de conceitos subsunçores que permitam a ancoragem de novas informações, neste caso, sobre a Associação de Resistores.

5.2 Eletrodinâmica

Posteriormente, a fim de identificar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes com relação ao conteúdo da Eletrodinâmica, foi aplicado um questionário (Questionário 2 – Apêndice B), composto por sete questões abertas. O intuito desse questionário, que foi aplicado em sala de aula, foi identificar a efetividade das atividades desenvolvidas no que se refere a ampliação do entendimento sobre conceitos físicos da Eletrodinâmica. As respostas dos estudantes estão apresentadas de forma literal nos Figuras 5.1 a 5.7, referentes as questões de 1 a 7, respectivamente.

RESPOSTAS
<i>É o que conduz a eletricidade.</i>
<i>É um material feito por empresas para que possa conduzir e passar eletricidade.</i>
<i>É um meio material que conduz energia.</i>

<i>O que conduz a intensidade.</i>
<i>Que conduz energia para o corpo.</i>
<i>É o que consegue conduzir eletricidade.</i>
<i>O que conduz a eletricidade.</i>
<i>Ferro, alumínio, cobre, metal.</i>
<i>Um meio de condução pode ser uma barra de ferro ou um fio de cobre.</i>
<i>É tudo que emite eletricidade energia.</i>
<i>O meio de condutor de eletricidade é a forma que um condutor passa a energia em volta dele.</i>
<i>É o que conduz a eletricidade.</i>
<i>Um condutor de eletricidade é aquele que possui os ions abertos, assim, facilitando a condução de eletricidade.</i>
<i>Um meio condutor de eletricidade é por onde a energia é transmitida com facilidade.</i>
<i>É um meio material que conduz energia com mais facilidade.</i>
<i>Meio material que conduz eletricidade.</i>
<i>É um meio material que conduz eletricidade.</i>
<i>Meio material que conduz eletricidade.</i>
<i>É um meio material que tem a capacidade de conduzir energia elétrica.</i>
<i>É um meio material na qual é utilizado para conduzir a eletricidade.</i>

Tabela 5.1: Respostas da Questão 01 - O que é um meio condutor de eletricidade?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

De acordo com as respostas apresentadas na Tabela 5.1, observa-se que há quase que um consenso sobre a definição de condutor. É possível identificar certa similaridade entre as respostas dos estudantes, o que supõe que eles tenham produzido as resoluções de forma conjunta. Diferentemente do panorama obtido através da aplicação do questionário prévio (Questionário 1, Apêndice A), percebeu-se que nessa questão os estudantes buscaram expor suas concepções, o que já indica um maior envolvimento com o processo de aprendizagem.

RESPOSTAS
<i>Circuito Elétrico é onde corre a eletricidade.</i>
<i>Um circuito é aonde a energia faz, e aonde ela percorre.</i>
<i>É um sistema que conduz energia.</i>
<i>Conjunto de componentes elétricos.</i>
<i>É onde a energia corre em toda casa.</i>
<i>Circuito é ligado por um fio elétrico que e alimentado por um gerador ou algo que pode fornecer energia: tomada, pilha...</i>

<i>Um circuito é definido como o conjunto de componentes elétricos.</i>
<i>Fio de cobre, resistor.</i>
<i>Circuito elétrico é por onde a eletricidade percorre.</i>
<i>Um circuito elétrico é vários equipamentos elétricos como se fosse um ciclo.</i>
<i>Circuito elétrico é um circuito em que a energia passa sem interferência.</i>
<i>Circuito elétrico é por onde corre a eletricidade.</i>
<i>Um circuito elétrico seria o caminho que a eletricidade percorreria em determinado lugar, tanto em objetos quanto em estruturas monumentais.</i>
<i>Na minha opinião circuito elétrico é por onde passa a energia.</i>
<i>É o meio pelo qual passa a energia.</i>
<i>Sistema que permite a passagem de eletricidade.</i>
<i>Sistema que permite a passagem da eletricidade.</i>
<i>Sistema que permite a passagem de eletricidade.</i>
<i>É um sistema que tem a capacidade de fornecer uma capacidade maior de energia, fazendo com que aconteça um curto circuito.</i>
<i>É um sistema que permite a possibilidade de usarmos a eletricidade para o funcionamento de objetos que exigem a energia para o funcionamento.</i>

Tabela 5.2: Respostas da Questão 02 - Na sua opinião, o que é um circuito elétrico?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Assim como identificado na primeira questão (respostas da Tabela 5.1), as respostas dos alunos apresentadas na tabela acima (Tabela 5.2) apresentam um grau significativo de similaridade, indicando uma socialização dos saberes entre os mesmos. Além disso, percebe-se uma recorrência dos estudantes ao raciocínio lógico, buscando estabelecer relações entre a questão proposta e o significado dos termos que à compõe.

Na terceira questão, solicitou-se o seguinte: Na sua opinião, o que é a resistência elétrica? Os resultados assim obtidos estão apresentados na Figura 5.3.

RESPOSTAS
<i>É um aparelho que barra a quantidade de corrente elétrica.</i>
<i>Resistência elétrica serve tanto para resistir a uma força gerada pela energia quanto para esquentar a água do chuveiro.</i>
<i>É o que permite a passagem da corrente elétrica.</i>
<i>É um componente que dificulta a passagem de corrente elétrica.</i>
<i>Até onde o aparelho é capaz.</i>

<i>Resistores ajuda a corrente a passar de forma que não queime o aparelho.</i>
<i>O resistor é um componente que resiste a passagem de corrente elétrica.</i>
<i>É a quantidade de energia que certo aparelho aguenta.</i>
<i>É o tanto que o material...</i>
<i>A resistência elétrica seria o tanto de corrente elétrica que é capaz de movimentar, ou seja, a tolerância. Quanto maior o comprimento do fio, maior a resistência elétrica.</i>
<i>Resistência é um aparelho que barra uma certa quantidade de corrente elétrica.</i>
<i>Algo que barra um pouco da corrente elétrica.</i>
<i>A resistência eletricidade seria a tolerância que um resistor possuiria.</i>
<i>O máximo de energia capaz de suportar.</i>
<i>Máximo de energia capaz de suportar.</i>
<i>Quantidade de energia que pode suportar.</i>
<i>Quantidade máxima de energia que pode suportar.</i>
<i>Quantidade máxima de energia que pode suportar.</i>
<i>É um resistor capaz de consumir uma determinada capacidade de energia.</i>
<i>O máximo de energia capaz de se suportar.</i>

Tabela 5.3: Respostas da Questão 03 - Na sua opinião, o que é a resistência elétrica?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como podemos observar acima (Figura 5.3), foram coletadas respostas diversas com relação ao que é a resistência elétrica. Muitos estudantes associaram essa expressão ao significado tradicional de resistência, que se refere ao ato de suportar determinado impacto/força/energia. No entanto, outros alunos seguiram caminhos um pouco distintos, associando a resistência elétrica à possíveis “freios” de eletricidade e, em contrapartida, facilitadores da passagem da corrente elétrica.

RESPOSTAS
<i>O que aumenta ou diminui, mostrando até onde a corrente é capaz.</i>
<i>É o valor em que a corrente passa por uma meio, e qual a intensidade que ela vai passar.</i>
<i>Significa a força da energia.</i>
<i>Uma certa quantidade de energia passa pela potência elétrica.</i>
<i>Intensidade é como é a capacidade de uma carga funcionar.</i>
<i>É uma quantidade que passa uma corrente elétrica.</i>
<i>É a quantidade de energia que passa por uma corrente elétrica.</i>
<i>A força da eletricidade em wats.</i>
<i>É quando a energia vai de um transformador para a corrente elétrica.</i>

<i>Corrente elétrica é onde os elétrons que maneira ordenada percorrem.</i>
<i>Intensidade elétrica é a quantidade de energia que passa por uma corrente elétrica.</i>
<i>Quantidade de energia que passa por uma corrente elétrica.</i>
<i>A intensidade da corrente elétrica seria a capacidade total que aquela corrente teria.</i>
<i>A força que a energia possui.</i>
<i>A quantidade de tempo que a corrente suporta.</i>
<i>A força que a energia possui.</i>
<i>A força que a energia possui.</i>
<i>A força que a energia possui.</i>
<i>Significa elétrons ordenados.</i>
<i>É a força que a energia possui em uma corrente elétrica.</i>

Tabela 5.4: Respostas da Questão 04 - O que significa intensidade de corrente elétrica?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O panorama acima (Tabela 5.4) também indica um consenso com relação à definição de corrente elétrica. Percebe-se que parte dos estudantes utilizam de seus conhecimentos prévios para estruturação das respostas, algumas reforçam suas reflexões com conceitos físicos, enquanto outros postulam ideias objetivas. Além disso, é possível identificar respostas idênticas, reforçando a ocorrência de um diálogo entre os alunos identificada já em momentos iniciais da proposta.

RESPOSTAS
<i>Bateria – fonte; fio – condutor; lâmpada...</i>
<i>A bateria é para gerar energia necessária para que a lâmpada acenda e o fio serve para levar a energia para a lâmpada.</i>
<i>A bateria armazena energia, o fio é um bom conduto e a lâmpada transmite.</i>
<i>Transformar a elétrica em térmica.</i>
<i>Bateria – Fonte; Fio – Condutor; Lâmpada.</i>
<i>Transformar energia elétrica em térmica.</i>
<i>A função é transformar energia elétrica em térmica.</i>
<i>Um circuito paralelo, a bateria.</i>
<i>A bateria fornece energia para que o fio conduza a eletricidade até a lâmpada acender.</i>
<i>A bateria fornecerá eletricidade “elétrons” e no fio passará a eletricidade e então acenderá a lâmpada.</i>
<i>A função é transformar energia elétrica em térmica.</i>

<i>Transforma energia elétrica em térmica.</i>
<i>A bateria iria proporcionar a energia e o fio a conduziria até a lâmpada que acenderia.</i>
<i>A bateria fornece energia e o fio conduz.</i>
<i>A Bateria – fornecer energia; o fio – conduzi-la e a lâmpada – fonte de energia.</i>
<i>Porque são fios que não comportam.</i>
<i>Tem sua função de armazenar energia e o fio serve para conduzir energia e a lâmpada é como uma consumidora.</i>
<i>Porque são fios que não comportam.</i>
<i>Não sei.</i>
<i>A bateria tem como função armazenar energia, o fio serve para conduzir energia e a lâmpada funciona como uma espécie de consumidor.</i>

Tabela 5.5: Respostas da Questão 05 - Qual a função da bateria, do fio e da lâmpada em um circuito? Descreva com suas palavras.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As respostas acima apresentadas (Tabela 5.5) também evidenciam a realização de um processo de reflexão conjunta entre os estudantes. A similaridade das colocações não pode ser compreendida sob uma ótica puramente negativa em que os envolvidos são inqueridos por supostamente copiarem as respostas um dos outros, mas sim como um momento pautado na cooperação e colaboração entre os participantes.

RESPOSTAS
<i>Potência elétrica é a eletricidade de cada aparelho, por ex. 12 volts, 220v e 180 w.</i>
<i>É a voltagem em que passa para outras coisas, sendo que pode ser de 120 ou 280.</i>
<i>Não sei.</i>
<i>Potência é uma determinada voltagem.</i>
<i>É o valor que o objeto precisa para seu funcionamento.</i>
<i>É uma voltagem, que o aparelho pode atingir.</i>
<i>Potência é uma determinada voltagem que o aparelho é capaz de atingir.</i>
<i>É a quantidade de energia.</i>
<i>É a velocidade que a eletricidade...</i>
<i>Potência elétrica é o quanto o aparelho resiste.</i>
<i>Potência é quanto um aparelho é capaz de aguentar uma certa voltagem.</i>
<i>Potência elétrica é a eletricidade de cada aparelho, por exemplo, 12 volts, 220 volts, 180 W.</i>

<i>A potência elétrica seria o potencial de intensidade elétrica que aquele determinado objeto suportaria.</i>
<i>A força da energia.</i>
<i>A força que algum meio material possui.</i>
<i>Não sei.</i>
<i>Não sei.</i>
<i>Não sei.</i>
<i>Potência elétrica é a capacidade máxima de gerar energia.</i>
.....

Tabela 5.6: Respostas da Questão 06 - Comente o que você acha que é a potência elétrica.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A Questão 06 apresentou um panorama distinto se comparado aos demais, dado que quatro alunos alegaram não saber da resposta e um não apresentou suas ideias. Esse fenômeno indica a necessidade de uma abordagem mais aprofundada do conceito de potência elétrica. Assim, é importante ressaltar as potencialidades do processo adotado, afinal, os erros, acertos e a inexistência de respostas são aspectos importantes para a revisão das práticas de ensino adotadas.

RESPOSTAS
<i>Porque os fios não conseguem suportar.</i>
<i>Pois como eles puxam muita energia pode acabar queimando.</i>
<i>Porque a intensidade é tão grande que pode queimar o fio.</i>
<i>Porque a potência dos fios não é capaz de suportar a capacidade de grandes aparelhos.</i>
<i>Porque, senão, a energia que é levada para o aparelho não será suficiente para seu funcionamento.</i>
<i>Possibilita que não ocorra um curto circuito.</i>
<i>Possibilita que não ocorra um curto circuito.</i>
<i>Por causa que passa uma grande quantidade de energia.</i>
<i>É porque pode ocorrer da potência não resistir o necessário, assim podendo causar curto circuito.</i>
<i>Porque se o fio é fino ele tem pouca resistência e se a potência for grande o fio vai aquecer.</i>
<i>Porque isso possibilita a ocorrência de curto circuito.</i>
<i>Pois os fios não tem capacidade de suportar muita potência elétrica.</i>
<i>Porque os fios não suportariam a potência daquela carga de energia.</i>
<i>Porque os fios precisam ser resistentes para suportar a grande potência.</i>
<i>Porque a resistência desses fios é pequena para a grande potência dos aparelhos.</i>

<i>Por conta de a intensidade ser grande e poder queimar os aparelhos.</i>
<i>Por conta de a intensidade ser grande e poder queimar os aparelhos.</i>
<i>Por conta de a intensidade ser grande e poder queimar os aparelhos.</i>
<i>Porque ao conectá-los eles podem queimar e não funcionar mais.</i>
<i>Pois fios muito finos não comportam a intensidade da corrente que esses aparelhos com grande potência exigem.</i>

Tabela 5.7: Respostas da Questão 07 - Por que os aparelhos com grande potência não podem ser conectados em fios muito finos?

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As respostas acima (Tabela 5.7) indicam a importância do planejamento dos questionários, afinal, o ao introduzir o conceito de resistência anteriormente, contribuiu-se para que os estudantes pudessem traçar um raciocínio que permite a construção de uma resposta.

De acordo com os resultados apresentados nas tabelas acima (Tabelas 5.1 a 5.7), os alunos, além de socializarem seus saberes, acionaram conhecimentos adquiridos ao longo de suas vivências cotidianas. Esse processo, evidenciado pelos estudos de Ausubel sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, demonstra a necessidade de conceder maior autonomia aos estudantes com relação à sua aprendizagem. Afinal, embora as atividades propostas tenham sido recebidas por alguns alunos sob certa resistência, o processo como um todo demonstra que estes buscaram articular estratégias individuais e coletivas para alcançarem os objetivos traçados.

Ao observarmos os resultados obtidos através da aplicação do primeiro e segundo questionários, é possível observar a existência de dois panoramas distintos. No primeiro, gerado através da sistematização dos dados obtidos através da aplicação do primeiro questionário, composto apenas por questões de múltipla escolha, nota-se uma diversidade de respostas, indicando a falta de entendimento concreto dos estudantes sobre os conceitos abordados. Sobre o segundo panorama, obtido através da organização dos dados do segundo questionário, composto por questões dissertativas, nota-se certa uniformização das respostas, o que indica que durante o processo de apresentação do tema e experimentação, os alunos expandiram sua compreensão sobre os conceitos. Além disso, questões abertas (dissertativas) atribuíram maior liberdade de expressão aos alunos, que puderam, à sua forma, expor seu entendimento.

Capítulo 6

Considerações Finais

Como percorrido ao longo dos capítulos e das seções deste texto, a partir deste estudo buscou-se contribuir com o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos físicos, visto que estes são vistos como difíceis por parte considerável dos alunos. A partir da aplicação da sequência didática desenvolvida, procurou-se, subsidiado pelos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (vide Seção 3.1) desconstruir visões distorcidas sobre a disciplina em questão e estabelecer possibilidades de aprendizagem facilitada.

No decorrer do processo, considerando desde o momento de aplicação do questionário diagnóstico (Apêndice A), perpassando pela apresentação dos conteúdos e alcançando o momento de aplicação do questionário final (Apêndice B), pode-se perceber que os estudantes possuem certa insegurança com relação à disciplina de Física. Essas inseguranças estão relacionadas à diversos fatores, como experiências negativas, reprovações, conflitos com professores, frustração pela não compreensão dos conteúdos e, também, pelo desinteresse pela área, visto que todos os indivíduos possuem suas preferências ao longo de seus processos de aprendizagem.

Outro aspecto componente de nossas aspirações se situa na possibilidade de identificação dos índices de aprendizagem dos alunos envolvidos a partir de seus conhecimentos prévios (conceitos subsunçores), permitindo a adequação das atividades aos diferentes graus de desenvolvimento dos alunos. Notou-se que ao se explorar conteúdos mais próximos ao cotidiano dos estudantes, os resultados gerados pelos processos de ensino e aprendizagem são ainda mais positivos, reafirmando a importância de se promover práticas significativas e dinâmicas.

Através da aplicação dos questionários (Questionários 1 e 2), pôde-se identificar uma rica socialização dos saberes entre os participantes, que a todo momento dialogavam entre si em busca de formular um raciocínio lógico sobre a questão apresentada.

Sobre a aplicação do segundo questionário (Apêndice B), cujo intuito foi identificar os conhecimentos adquiridos pelos educandos com relação à Eletrodinâmica, foi possível identificar certa similaridade entre as respostas obtidas, o que supõe que os estudantes tenham socializado seus saberes e alcançado os resultados de forma conjunta. Além disso, percebe-se uma recorrência dos estudantes ao raciocínio lógico, buscando estabelecer relações entre a questão proposta e o significado dos termos que a compõe.

Ao abordar o conceito de resistência, percebeu-se que muitos estudantes associaram essa expressão ao seu significado coloquial, que se refere ao ato de suportar determinado impacto/força/energia. Em contrapartida, outros alunos associaram a resistência elétrica à possíveis “freios” de eletricidade. Percebeu-se que parte dos estudantes utilizaram seus conhecimentos prévios na estruturação das respostas, indicando a relevância dessas concepções nos processos educativos. Contudo, a realização conjunta das atividades, em alguns casos, inviabilizou o desenvolvimento e a exploração do senso reflexivo de alguns estudantes, que, com base na observação cotidiana, realizaram apenas uma reprodução dos cálculos e respostas elaborados por outros alunos. Ademais, cabe acrescentar que alguns estudantes manifestaram certa apatia quanto ao desenvolvimento das atividades, o que está diretamente relacionado à falta de interesse pelos conteúdos da disciplina de Física, ou até mesmo pela desvalorização dos conhecimentos relacionados a esse campo do conhecimento. Esse ponto evidencia os limites desse estudo, que poderão ser revistos em momento posterior.

Observou-se que as percepções dos estudantes sobre os termos abordados (condutores, circuitos, resistências) baseiam, majoritariamente, no estabelecimento de relações com objetos que compõem seu cotidiano, o que reforça a relevância dessas concepções nos processos de ensino-aprendizagem enquanto ponto de partida para a introdução de noções mais complexas e elaboradas. Para mais, percebeu-se a eficácia dos estudantes em definirem estratégias individuais e coletivas para alcance dos objetivos propostos. Além destes pontos, por meio desta pesquisa, objetivou-se contribuir com o rol de investigações já existentes no campo do Ensino de Física, apresentando novas perspectivas e possibilidades analíticas e, também, com possíveis estudos futuros.

Referências Bibliográficas

- ARAGÃO, Rosália M. R.. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais**. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas - UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1976. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_2a982a9b2596982dc328f98deb03056e Acesso em: 04 ago. 2021.
- AUSUBEL, David P; NOVAK, Joseph D; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AVELAR, Ângela Maria Freire de *et al.* O uso de atividades experimentais no ensino de Física om materiais de baixo custo. In: CONEDU- Congresso Nacional de Educação, 5., 2018, Recife. **Anais [...]** . Recife: Editora Realize, 2018. p. 01-10. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/trabalho_ev117_md1_sa16_id5877_17092018224702.pdf. acesso em: 10 fev. 2022.
- BEBER, Silvia Zamberlan Costa; PINO, José Claudio Del. Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os Saberes Populares: referencias para o ensino de Ciências. In: **Anais – XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1326-1.pdf> Acesso em: 11 dez. 2021.
- BONADIMAN, Hélio; NONENMACHER, Sandra E. B.. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Cad. Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l], v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165466.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, **LDB**. 9394/1996. BRASIL.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CARVALHO JÚNIOR, A. F. P. Educação a Distância: uma análise dos modelos de ensino. In: Simpósio Internacional de Educação a Distância, Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância. Anais. UFSCAR, São Carlos-SP, 2012. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/download/152/40/643> Acesso em: 12 fev. 2022.

CIÊNCIAS FÍSICO QUÍMICAS. **Circuitos Elétricos**. 2014. Disponível em: <http://cienciasfisicoquimicas8.blogspot.com/2014/04/circuitos-electricos.html> Acesso em: 04 fev. 2022.

COLÉGIO DA POLÍCIA MILITAR DE GOIÁS DR THARSIS CAMPOS.: Projeto Político Pedagógico. Catalão, 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: II Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências, São Carlos. **Anais**. São Carlos: Centro de Divulgação Científica e Cultural da Usp (CDCC), 2018. p. 01-13. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2022.

GOULART, Guilherme S.; RUVIARO, Camila Thomazi; DUTRA, Carlos Maximiliano. Atividade Experimental no Ensino de Física: uma ferramenta didática na aprendizagem de conceitos Físicos. **Revista Ensino & Pesquisa**, [s. l], v. 13, n. 2, p. 57-68, jul. 2015. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/649>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GRIFFITHS, D. J. **Eletrodinâmica**, 3. Ed., São Paulo: Pearson Edition, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física**. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, v. 3, 2014.

KLEINKE, Rita de Cássia Marques. **Aprendizagem Significativa: a pedagogia por projetos no processo de alfabetização**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis-SC, 2003, 129f. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84933/192826.pdf> Acesso em: 04 ago. 2021.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva. 1987.

LEIRIA, Talisson Fernando; MATARUCO, Sônia Maria Crivelli. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física. In: XII Congresso Nacional de Educação, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUC/PR, 2015. p. 32215-32227. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

LIMA, Luciana de. **A aprendizagem significativa do conceito de função na formação inicial do professor de matemática** (2008). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual do Ceará-CE, 2008. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=132518 Acesso em: 08 dez. 2021.

MARQUES, Nelson Luiz Reyes. Aprendizagem Significativa no Contexto Escolar. In: **3º Simpósio Municipal de Educação**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-

Rio-Grandense [slides], Arroio Grande- RS, [s/d], 51p. Disponível em: https://www.nelsonreyes.com.br/3%C2%BA%20Simp%C3%B3sio_AroioGrande_Ap_SIG_.pdf Acesso em: 28 jul. 2021.

MEDEIROS, Rivo Lopes de. **A hidrostática ensinada através de experimentações em sala de aula**. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Unidade Acadêmica Especial de Física, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Catalão - GO, 2020. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/607/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_-_Rivo_Lopes_de_Medeiros_-_2020.pdf. Acesso em: 12 fev. 2022.

MEIRELES, Graciane C. A experimentação como instrumento de ensino da física: uma revisão de literatura. **Amazon Live Journal**, v. 2, n. 3, p. 1-12, 2020. Disponível em: <http://amazonlivejournal.com/wp-content/uploads/2020/09/a-experimenta%C3%87%C3%83o-como-instrumento-de-ensino-da-f%C3%8dsica-uma-revis%C3%83o-de-literatura.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MORAIS, Edilene Alves. A experimentação como metodologia facilitadora da aprendizagem de Ciências. **Cadernos Pde: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, Versão Online, Curitiba, p. 01-20, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uenp_cien_artigo_edilene_alves_morais.pdf. Acesso em: 31 jan. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para Organização de Conteúdo de Física. *Revista Brasileira de Física*, v. 09, n. 01, p. 275-292, 1979. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v09/v09a19.pdf> Acesso em: 11 dez. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: UFRGS. **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**, São Paulo: Editora Moraes, Cap.10, p. 61-73_ Revisada em 1995.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOTA, Creso Meneses Vieira da; CAVALCANTI, Glória Maria Duarte. O papel das atividades experimentais no ensino de Ciências. In: VI Colóquio Internacional "Educação E

Contemporaneidade", 2012, São Cristóvão/Se. **Anais**. São Cristóvão/Se: UFS, 2012. p. 01-14. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10179/28/28.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Propriedades da associação de resistores em série**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/propriedades-associacao-resistores-serie.htm>. Acesso em: 01 fev. 2022.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Diferenças entre circuito série e paralelo**. [S/D]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diferencas-entre-circuito-serie-e-paralelo/> Acesso em: 04 dez. 2021.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 5. ed., São Paulo: Blucher, v.3, 2013.

PELIZZARI, Adriana *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002 Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf> Acesso em: 04 dez. 2021.

PIVATTO, Wanderley Brum. Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de matemática: Análise de uma atividade para o estudo de geometria esférica. **REVEMAT**. Florianópolis (SC), v.9, n. 1, p. 43-57, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2014v9n1p43> Acesso em: 2 dez. 2021.

RONCA, Antônio C. C; ESCOBAR, Virgínia Ferreira. **Técnicas pedagógicas: domesticação ou desafio à participação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1980.

SALES, João Pedro Almeida *et al.* Experimentação como processo de ensino e aprendizagem de Física óptica. **Revista Desafios**, v. 6, n. 3, p. 37-42, 2019. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/6240/15840/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. **Física III**. 12. ed., São Paulo: PEARSON, v.3, 2008.

SILVA, Jandilene Al.; SILVA, Maria J.; ALVES, Segirlaine C. **A aplicação da avaliação diagnóstica no ambiente escolar: Um olhar reflexivo**. 2014. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/2964/1/JAS15092014.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SILVA, Edson Diniz da. **A importância das atividades experimentais na educação**. 2017. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Docência do Ensino Superior, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54358.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

SILVEIRA, Denise Tolfo, CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> Acesso em: 29 jul. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. PCN+ - Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física, [S/D]. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf Acesso em: 12 fev. 2022.

SOUZA, Cleângela Oliveira; SILVANO, Antônio Marcos da Costa; LIMA, Ivoneide Pinheiro. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v. 39, n. 23, p. 27-38, 2018. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n23/a18v39n23p27.pdf> Acesso em: 10 dez. 2021.

STOODI. **Associação de resistores em paralelo: saiba tudo sobre esse assunto!** Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/associacao-de-resistores-em-paralelo/>. Acesso em: 03 jan. 2022.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6. ed., Rio de Janeiro: LTC, v.3, 2014.

Apêndices

Apêndice A

Questionário 1: Concepções Espontâneas - Associação de Resistores

Aluno (a) _____

Turma: _____

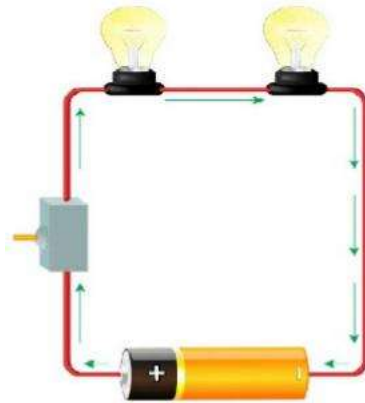
01. Solicitamos que responda as questões abaixo, marcando com um X na sua opinião.

	Sim	Mais ou menos	Não	Não sei
a) Eu gosto de Física	()	()	()	()
b) Eu gosto de estudar Física	()	()	()	()
c) Eu me interesso por experiências de Física	()	()	()	()
d) Eu me interesso por informações que abordam Física	()	()	()	()

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

Surpresa?	() Sim () Não	Tédio?	() Sim () Não	Satisfação?	() Sim () Não
Dúvida?	() Sim () Não	Tristeza?	() Sim () Não	Curiosidade?	() Sim () Não
Raiva?	() Sim () Não	Alegria?	() Sim () Não	Outros?	Quais

03. Em uma associação de resistores em série, como podemos classificar a d.d.p. e a corrente elétrica em cada lâmpada?



Marque apenas uma opção.

- Ambos valores são iguais para todas as lâmpadas.
- O valor da d.d.p. é igual e o valor da corrente elétrica é diferente para cada lâmpada.
- O valor da d.d.p. é diferente e o valor da corrente elétrica é igual para cada lâmpada.
- Ambos valores são inferiores ao valor fornecido na pilha.

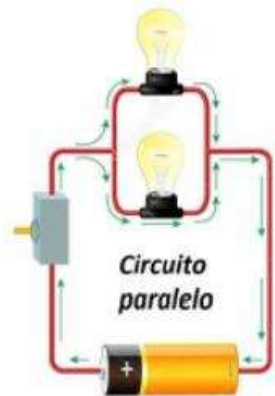
04. O que aconteceria no circuito acima se uma das lâmpadas se queimasse?

- A - A outra lâmpada brilharia mais.
- B - A outra lâmpada brilharia menos.
- C - Não haveria alteração no brilho da outra lâmpada.
- D - A outra lâmpada não funcionaria

05. O que aconteceria ao brilho de cada lâmpadas do circuito se mais lâmpadas fossem associadas em série?

- Aumentaria.
- Diminuiria.
- Não haveria variação no brilho das lâmpadas.

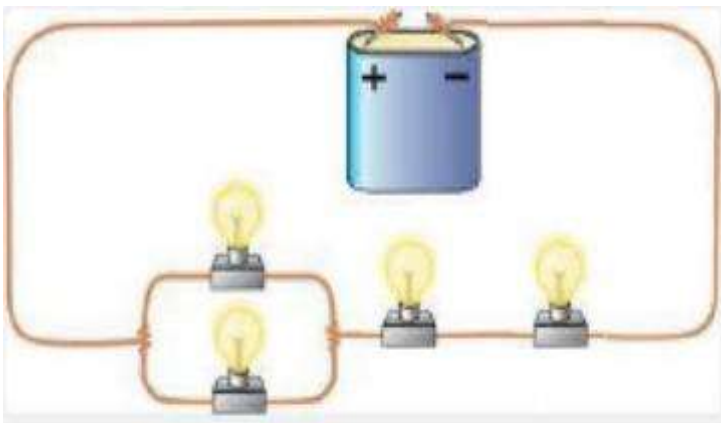
06. Em um associação de resistores em paralelo, como podemos classificar a d.d.p. e a corrente elétrica em cada lâmpada?



Marque apenas uma opção.

- Ambos valores são iguais para todas as lâmpadas.
- O valor da d.d.p. é igual e o valor da corrente elétrica é diferente para cada lâmpada.
- O valor da d.d.p. é diferente e o valor da corrente elétrica é igual para cada lâmpada.
- Ambos valores são inferiores ao valor fornecido na pilha.

07. Você saberia dizer qual o nome da associação de resistores do circuito a seguir? Se sim, qual?



08. Suponha que você precise escolher o tipo de instalação elétrica da sua casa, para o melhor funcionamento de todos os aparelhos. Admitindo um circuito de 220V e que todos os aparelhos seja de 220V, você optaria por um circuito:

- Em série.
- Em paralelo.
- Misto.

Apêndice B

Questionário 2 - Conhecimentos sobre a Associação de Resistores

Caro estudante! Apresentamos a seguir um questionário sobre os conhecimentos prévios sobre eletrodinâmica com perguntas cujas respostas são de muita relevância para o desenvolvimento da pesquisa para a conclusão do mestrado.

Obrigada!

Aluno (a): _____ Série: _____

01. O que é um meio condutor de eletricidade?

02. Na sua opinião, o que é um circuito elétrico?

03. Na sua opinião, o que é a resistência elétrica?

04. O que significa intensidade de corrente elétrica?

05. Qual a função da bateria, do fio e da lâmpada em um circuito? Descreva com suas palavras.

06. Comente o que você acha que é a potência elétrica.

07. Por que os aparelhos com grande potência não podem ser conectados em fios muito finos?

Apêndice C
O Produto Educacional

**O ENSINO DA ASSOCIAÇÃO DE
RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO
NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA
EXPERIMENTAÇÃO**

Material do professor.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução.....	75
Capítulo 2. Desenvolvimento do Produto Educacional.....	76
Capítulo 3. Atividades.....	77
3.1 Descrição das Atividades.....	77
<i>3.1.1 Aula 01 – Problematizando/Debatendo o tema.....</i>	<i>77</i>
<i>3.1.2 Aula 02 – Definindo os grupos e os circuitos.....</i>	<i>79</i>
<i>3.1.3 Aula 03 – Analisando casos concretos.....</i>	<i>82</i>
<i>3.1.4 Aula 04 – Explorando a Teoria.....</i>	<i>84</i>
Capítulo 4. Material de Apoio.....	85
4.1 Associação de Resistores em Série.....	88
4.2 Vantagens e Desvantagens.....	88
4.3 Exemplos Resolvidos.....	88
4.4. Associação de Resistores em Paralelo.....	90
4.5. Aplicações.....	91
4.6 Vantagens e desvantagens da Associação em Paralelo.....	92
4.7 Diferenças entre a Associação em Série e em Paralelo.....	92
4.8 Exemplos Resolvidos.....	92
<i>4.8.1. Resolução.....</i>	<i>93</i>
Referências Bibliográficas.....	84

Capítulo 1

Introdução

Ao analisarmos o discurso corrente no cotidiano escolar, é comum identificarmos que muitos estudantes se sentem intimidados frente às atividades da disciplina de Física, seja devido à falta de conhecimento sobre a mesma, e até mesmo em decorrência de experiências negativas com professores, colegas, métodos, etc. Partindo desse panorama, o Produto Educacional aqui apresentado tem como principal objetivo, além de contribuir com a compreensão de conteúdos específicos da Física (Associação de Resistores e Circuitos Elétricos), desconstruir um conjunto de estereótipos e percepções negativas com relação a essa disciplina. Além disso, espera-se contribuir com a diversificação das práticas desenvolvidas por professores e professoras da área que, por muitas vezes, veem-se limitados devido à falta de recursos. A elaboração do Produto Educacional se deu junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Catalão – UFCAT, Polo Catalão.

O material consiste em uma sequência de atividades desenvolvidas a partir de experimentos alternativos sobre conceitos físicos básicos de circuitos elétricos. Para isso, fez-se uso da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, uma vez que esta permite a construção de processos mais dinâmicos e conectados com a realidade cotidiana dos estudantes, dado que visa explorar os conhecimentos prévios dos estudantes de modo a potencializar os processos de aprendizagem. As atividades apresentadas ao longo do Produto Educacional foram elaboradas junto a um grupo de estudantes do 3º Ano do Ensino Médio do Colégio CEPI Militar Dr Tharsis Campos, localizado na cidade de Catalão, Goiás. Nessas atividades, os estudantes tiveram que montar maquetes de experimentos de circuitos elétricos (associação em série, paralela e mista) com materiais alternativos, também denominados na literatura da área de materiais de baixo custo, com ênfase em situações de nosso cotidiano. Sendo assim, o reaproveitamento desses materiais evidencia o caráter interdisciplinar dessa proposta.

Foram elaboradas quatro aulas com os seguintes temas: problematização inicial; divisão das equipes e definição dos circuitos; análise dos circuitos; exploração teórica dos conceitos que envolvem os circuitos elétricos. Cada aula apresentada é composta pelos seguintes elementos: tema; objetivo; conteúdo físico; momento; dinâmica. Buscou-se apresentar o material clara e objetivamente de modo a contribuir com sua reaplicação por outros professores.

Após a descrição das aulas encontra-se o material de apoio, contendo a exposição teórica do tema trabalhado, bem como um conjunto de exemplos e suas respectivas resoluções.

Ressalta-se que este Produto Educacional possui caráter sugestivo, ou seja, seus experimentos e atividades foram produzidos em determinado contexto para a satisfação das necessidades formativas de determinado público. Sendo assim, sua reaplicação pode demandar readequações consoantes aos recursos disponíveis e ao próprio perfil dos estudantes.

Capítulo 2

Desenvolvimento do Produto Educacional

Este trabalho, desenvolvido em sala de aula com a participação dos alunos, teve como principal proposta avivar o interesse dos educandos para a aprendizagem e compreensão dos conceitos físicos relacionados à eletricidade. Este tema fora trabalhado de forma contextualizada, de tal sorte que o associamos ao dia a dia do discente, sempre considerando os saberes individuais dos alunos. Na busca de sistematizar o trabalho desenvolvido, procuramos registrar e avaliar as implicações e limitações da utilização da experimentação em sala de aula, quando planejada adequadamente pelo professor, no aprendizado e interesse dos alunos pelas aulas de Ciências, em particular, a Física.

Escolhemos uma amostra heterogênea de alunos para realizarmos as atividades, as quais foram antecedidas por uma avaliação diagnóstica, a fim de compreender quais conceitos físicos relacionados à Eletricidade os alunos traziam consigo à sala de aula. De acordo com Silva, Silva e Alves (2014, p. 16), “[...] a avaliação diagnóstica tem a função de diagnóstico, assumindo dois propósitos que são, em primeiro lugar, determinar o nível de aprendizado pelo educando e em segundo descobrir as causas ou circunstâncias que dificultam a aprendizagem no decorrer do processo de aprendizagem”. A aplicação dessa avaliação foi pautada nos preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Esta avaliação foi de caráter quantitativo, a qual, posteriormente à aplicação do produto educacional foi reaplicado o Questionário 1, para efeito de comparação com a primeira. A nova avaliação permitiu com que os novos conhecimentos anexados a estrutura cognitiva dos estudantes pudessem ser identificados, possibilitando a identificação do nível de efetividade da proposta de intervenção. Foram também realizadas avaliações qualitativas para compreensão da efetividade das atividades práticas frente o ensino por transmissão. Ainda buscamos sistematizar a assimilação dos conceitos estudados antes e depois da montagem e realização

dos experimentos. Estes dados foram usados de parâmetro para compararmos as metodologias de ensino utilizadas, a saber, ensino por transmissão (Tradicional) e aulas práticas.

Capítulo 3

Atividades

Este produto educacional consiste em uma sequência de atividades oriundas de experimentos alternativos acerca de conceitos físicos básicos de circuitos elétricos, utilizada como metodologia de ensino e aprendizagem significativas, desempenhadas no decorrer do primeiro período do ano letivo de 2021. A construção de produtos educacionais, além de contribuir com a formação do público participante, permite com que outros professores e estudantes adquiriam conhecimento através da aplicação do material elaborado.

As atividades experimentais foram desenvolvidas com um grupo de alunos do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio CEPI Militar Dr Tharsis Campos, na cidade de Catalão, Goiás. Nessas atividades, os estudantes tiveram que montar maquetes de experimentos de circuitos elétricos (associação em série, paralela e mista) com materiais alternativos, também denominados na literatura da área de materiais de baixo custo, com ênfase em situações de nosso cotidiano.

O intuito foi estabelecer uma ponte entre a parte teórica e a prática, contextualizando-a à realidade dos estudantes envolvidos neste trabalho. Assim, os participantes puderam desenvolver uma nova visão sobre a disciplina de Física e seus conteúdos. As ferramentas pedagógicas utilizadas foram: quadro e giz (aulas expositivas dialogadas), videoaulas, projetor de imagens e simuladores de experimentos, cuja ênfase circundava a participação mais efetiva dos alunos na construção do conhecimento.

O tema proposto foi apresentado à turma de forma superficial em uma única aula, de cinquenta minutos de duração, para que lhes fosse apresentado o tema do trabalho a ser desenvolvido. A aula seguinte foi utilizada para apresentar os principais conceitos físicos de eletricidade nos quais se apoiaram os experimentos e divididos os grupos com cada experimento que deveriam realizar.

3.1 Descrição das Atividades

3.1.1 Aula 01 – Problematizando/Debatendo o tema

Atividade 01: Problematização inicial.

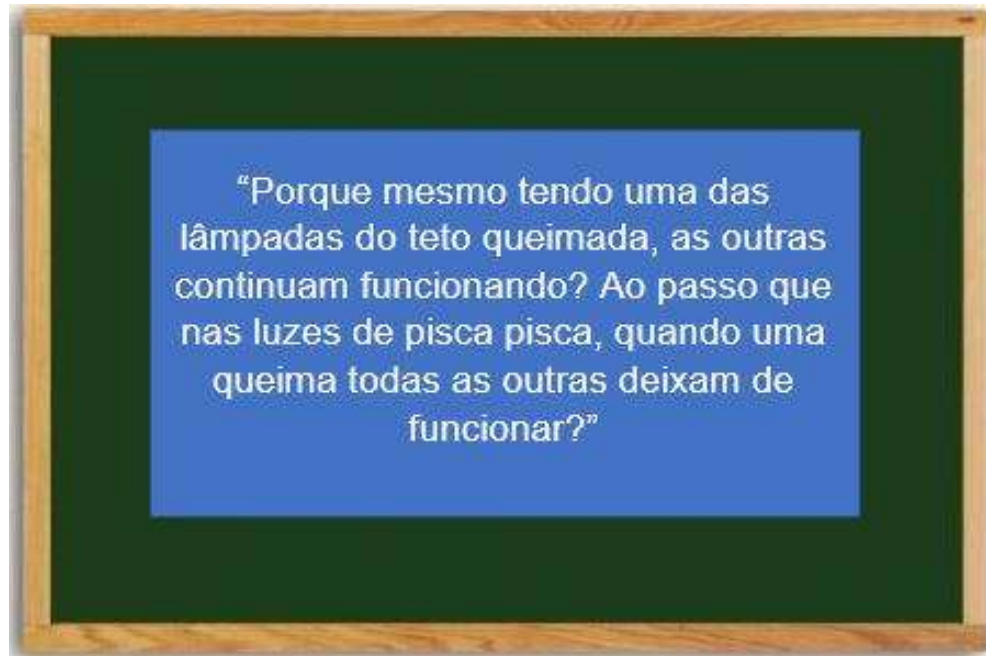


Figura 3.1: Problematização inicial.

Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Atividade 02

Objetivo: O objetivo desta aula expositiva é a realização de um debate a partir das respostas apresentadas pelos alunos diante da problematização proposta inicialmente, tendo o professor a oportunidade de revisar alguns conceitos já estudados anteriormente, como tensão, corrente elétrica, resistores e aplicação de questionário prévio em duplas (Apêndice A Questionário 1: Concepções Espontâneas - Associação de Resistores).

Conteúdo físico: Associação de Resistores em Série e Paralelo.

Recursos: Pincel, lousa e questionário impresso.

Momentos: A aula será dividida em dois momentos, em um, o debate acerca da problematização inicial (20 min). Em um segundo momento, será feita a aplicação do questionário prévio em duplas, com o intuito de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre circuitos elétricos em série e paralelo (25 minutos).

Dinâmica: Aula expositiva, mas com um espaço aberto para os alunos compartilharem suas concepções e ideias. No fechamento da aula, será representado na lousa as possíveis respostas dadas pelos estudantes.

3.1.2 Aula 02 – Definindo os grupos e os circuitos

Objetivo: O objetivo desta aula expositiva/dialogada/experimental é a da divisão dos grupos e a escolha de qual dos tipos de circuitos que os estudantes desejam confeccionar. Distribuição do material aos alunos, a fim de que eles possam, inicialmente, não só visualizar, como também manusear alguns componentes importantes que integram a maioria dos circuitos elétricos. Para tanto, é necessário que o professor previamente ensine os principais procedimentos para evitar acidentes.

Conteúdo físico: Associação de Resistores em Série e Paralelo.

Recursos: Roteiro da atividade experimental xerocado para cada grupo (em anexo), um kit composto de: fio condutor, alicate, fita isolantes, tábula de compensado, 3 lâmpadas incandescentes, três soquetes, chave de fenda, uma tomada.

Momentos: Leitura inicial do roteiro proposto. Em seguida, confecção dos circuitos.

Dinâmica: Aula expositiva e confecção do aparato proposto para o estudo da associação em série e paralelo. Para efeito de segurança, nenhuma montagem será testada sem a presença do professor. Somente será energizada a bancada onde o professor está presente.

Roteiro da Atividade Experimental Proposta

Associação De Resistores

Objetivos:

- Identificar em um circuito as associações série e paralelo;

- Comprovar experimentalmente as propriedades conhecidas da associação de resistores em série e em paralelo;
- Verificar a ocorrência do curto-circuito.

Materiais Utilizados:

- Uma base de madeira;
- 3 soquetes (bocais);
- 3 lâmpadas incandescentes;
- Fios;
- 1 tomada (plug) de ligação de 220V para conexão dos fios;
- 1 fonte de tensão.

Montagem/ Procedimentos**Montagem:**

- Sobre a tábua, alinhar os bocais com um distanciamento de aproximadamente 5cm um do outro;
- Fixar os três bocais na tábua;
- Cortar os fios com aproximadamente 15cm;
- Interligar os fios com os bocais;
- Conectar os fios na fonte de tensão.

O experimento deve ser montado de acordo com as Figuras 3.2 e 3.3 a seguir:



Figura 3.2: Associação de Resistores em paralelo.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

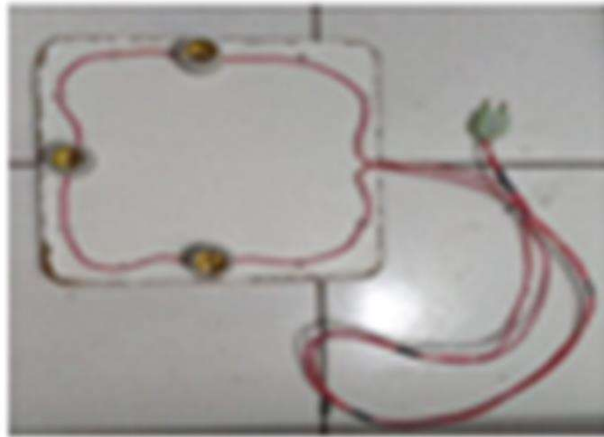


Figura 3.3: Associação de Resistores em Série

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

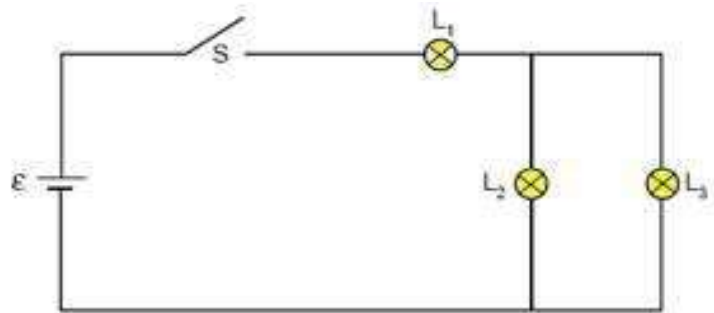
DISCUSSÃO

01 Você percebeu alguma diferença entre os brilhos das lâmpadas nos dois circuitos? O que você conclui dessa observação?

02 Expliquem por que o brilho de lâmpadas de mesma resistência interna numa residência permanece o mesmo, independentemente do número de lâmpadas ligadas?

03 Discuta com os colegas as vantagens e desvantagens de cada associação. Monte uma lista de aplicações para circuitos em série e em paralelo e discuta as características principais de cada uma delas em função de seu uso.

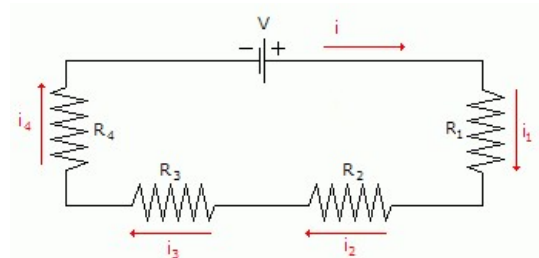
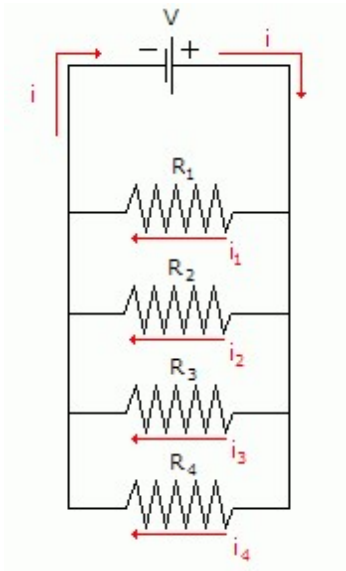
04 A chave S, a bateria ideal de fem \mathcal{E} , L_2 e L_3 estão ligadas conforme o circuito elétrico abaixo.



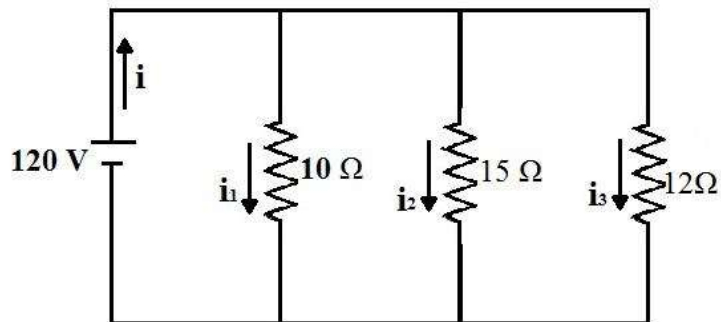
Quando a chave S é fechada, a (s)

- lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 brilham com a mesma intensidade.
- corrente elétrica que flui em L_1 é o dobro da que flui em L_2 .
- correntes elétricas que fluem nas lâmpadas L_2 e L_3 são diferentes.
- lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 estão submetidas ao mesmo potencial, U , da bateria.

05 Em cada um dos casos abaixo, como calcular a resistência equivalente.



06 Qual a resistência equivalente no circuito?



3.1.3 Aula 03 – Analisando casos concretos

Objetivo: O objetivo desta aula é levar os estudantes por meio de discussões a:

- Comparar o brilho das lâmpadas de cada circuito;
- Procurar explicar o que é observado e conseguir explicar como estão relacionados os conceitos de corrente, tensão e resistor (como visto na aula da Primeira Lei de Ohm), mas para diferentes associações de resistores e como isso influencia no como ligamos os aparelhos e os conectamos no nosso cotidiano;
- Explicar que nas instalações elétricas residenciais todos os interruptores são ligados em série com as lâmpadas;
- Explicar que nas instalações elétricas residenciais todas as lâmpadas e tomadas são ligadas em paralelo com a rede de alimentação da casa que sai do poste, entra pelo padrão e chega até o interior da residência.
- Confeção do relatório sobre o experimento escolhido por cada grupo.

Conteúdo físico: Associação de resistores em série e em paralelo.

Recursos: Lousa e pincel para elaborar os conceitos teoricamente; demonstração de como se comportam os resistores quando associados de diferentes maneiras, a partir do brilho de duas lâmpadas associadas em série e duas lâmpadas associadas em paralelo. Aplicação do questionário prévio.

Momentos: A aula será dividida em três momentos.

No primeiro momento, provocar uma discussão sobre o que foi observado, procurando explicá-lo. Depois disso, será feito um paralelo entre o experimento e os circuitos elétricos de uma residência. Eles são feitos em paralelo ou em série? Quando se acende uma lâmpada de um cômodo, isso surtiu efeito sobre as lâmpadas de outros cômodos? O que acontece quando ligamos vários eletrodomésticos de alta potência ao mesmo tempo? Qual a diferença entre as instalações elétricas de lâmpadas simples em paralelo e instalações de lâmpadas de enfeites natalinos? Qual a função do disjuntor nessa situação? (30 min)

No segundo momento, será aplicado pela segunda vez o questionário prévio enfocando associação de resistores (Apêndice A - Questionário 1: Concepções Espontâneas - Associação de Resistores), com o intuito de verificar os conhecimentos e/ou concepções dos alunos sobre o assunto.

3.1.4 Aula 04 – Explorando a Teoria

Objetivo: Os objetivos desta aula são:

- Apresentar aos estudantes as definições formais sobre associação de resistores em série e paralelo;
- Explicar teoricamente a associação de resistores em série e paralelo, usando o material didático de apoio e data show; (Texto e slides em anexo).
- Entender como efetuar cálculos de corrente, tensão, resistência;
- Compreender o significado de resistor equivalente dentro de uma associação de resistores;
- Efetuar os cálculos para encontrar o valor da resistência equivalente em cada modelo de associação.

Conteúdo físico: Associação de resistores em série e em paralelo.

Recursos: Lousa, pincel, data show, material impresso para trabalhar os conceitos teoricamente, questionário prévio.

Momentos: A aula foi dividida em dois momentos.

No primeiro momento, será explicado teoricamente as principais características dos tipos de associações estudadas, assim como as relações entre os cálculos da corrente elétrica, tensão e resistência, as equações que envolvem cada tipo de associação e a resolução de alguns exemplos. No segundo, será aplicado pela terceira vez o questionário prévio (Apêndice A Questionário 1: Concepções Espontâneas - Associação de Resistores), enfocando associação de resistores, com o intuito de verificar os conhecimentos e/ou concepções dos alunos sobre o assunto e, também, contribuir para estimulá-los ao estudo.

Capítulo 4

Material de Apoio

Existem vários casos cotidianos em que é preciso fazer uso de uma resistência maior ou menor do que a fornecida por um resistor. Porém, um único resistor às vezes não tem a capacidade de suportar a intensidade de corrente elétrica que deve atravessá-lo. Nesses casos, faz-se o uso de vários resistores ligados simultaneamente ao mesmo circuito (SILVA, [s/d]).

A esse conjunto de resistores assim interligados dá-se o nome de *associação de resistores*. Há três tipos de associação: em paralelo, em série e mista.

Ao analisar um circuito, podemos encontrar o valor do *resistor equivalente*, ou seja, o valor da resistência que sozinha poderia substituir todas as outras sem alterar os valores das demais grandezas associadas ao circuito.

Para calcular a tensão que os terminais de cada resistor estão submetidos aplicamos a Primeira Lei de Ohm:

$$U = R \cdot i \quad (1)$$

onde **U** é a Diferença de Potencial Elétrico (ddp), medida em Volts (V), **R** a Resistência, medida em Ohm (Ω) e **i** a Intensidade da corrente elétrica, medida em Ampére (A).

4.1 Associação de Resistores em Série

Em uma associação em série, dois ou mais dispositivos são ligados em sequência de forma que a corrente elétrica tenha um único caminho a seguir. Isso faz com que a corrente elétrica seja mantida ao longo do circuito, enquanto a tensão elétrica varia.

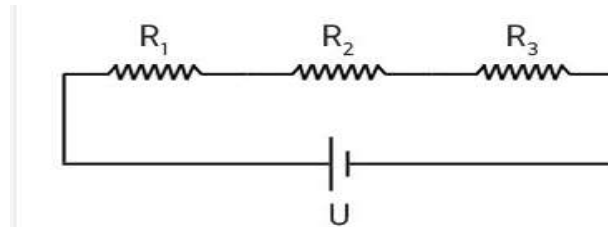


Figura 4.1: Associação de Resistores em série.

Fonte: Gouveia (s/d).

Uma das aplicações mais comuns de um circuito em série são os circuitos de LED que ficam nas árvores de Natal, chamados de pisca-pisca. Esse é o motivo pelo qual quando apenas uma lâmpada queima todo aquele circuito para de funcionar. Isto acontece porque o circuito é interrompido e, neste caso, não haverá passagem de corrente para as demais lâmpadas.



Figura 4.2: Lâmpadas de pisca-pisca de árvore de Natal.

Fonte: Mundo Educação (s/d).

Contudo, quais são as propriedades da associação de resistores em série? Para enunciar essas propriedades, considere uma associação em série de n resistores com resistências elétricas $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$, cujos terminais A e B estão submetidos à ddp U_{AB} , conforme mostra a ilustração abaixo (Figura 4.3). Seja i a intensidade de corrente elétrica que atravessa cada resistor da associação.

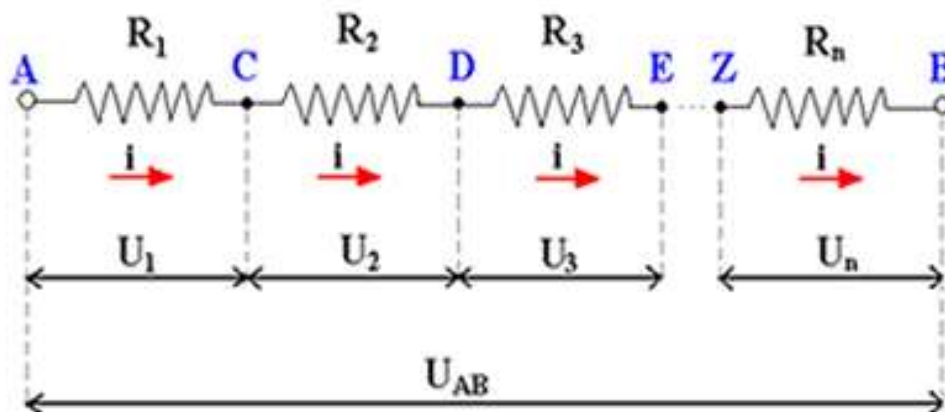


Figura 4.3: Ilustração de uma associação em série de n resistores.

Fonte: Mundo Educação (s/d).

De acordo com a Figura 4.3, as propriedades de associação em série de n resistores são:

1. Todos os resistores contidos no circuito serão percorridos pela mesma corrente elétrica. Isso acontece pelo fato de a corrente elétrica dispor somente de um caminho para fluir através do circuito. Sendo assim, para a corrente elétrica da associação em série, temos:

$$i = i_1 = i_2 = i_3 = i_4 \dots i_n \quad (2)$$

2. A diferença de potencial nos terminais da associação em série é igual à soma das diferenças de potencial medidas entre os terminais de cada um dos resistores associados, isto é, a ddp total aplicada através de um circuito em série divide-se entre os dispositivos elétricos individuais, de modo que a soma das quedas de voltagem nos resistores individuais é igual à ddp total mantida pela fonte.

$$U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (3)$$

3. A corrente elétrica que atravessa o circuito enfrenta a resistência do primeiro dispositivo resistivo, a resistência do segundo, a do terceiro, e assim por diante, de modo que a resistência total do circuito à corrente é a soma das resistências individuais que existem ao longo do circuito. Assim, podemos dizer que a resistência equivalente a uma associação em série de resistores é igual à soma das resistências dos resistores associados.

$$R_{equivalente} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (4)$$

Para facilitar a aprendizagem, a tabela abaixo apresenta um breve resumo das propriedades de um circuito em série é:

Tensão (ddp) (U)	se divide
Intensidade da corrente (i)	se conserva
Resistência total (R)	soma algébrica das resistências em cada resistor.

Tabela 4.1: Propriedades do circuito em série.

Fonte: Própria autora (2021).

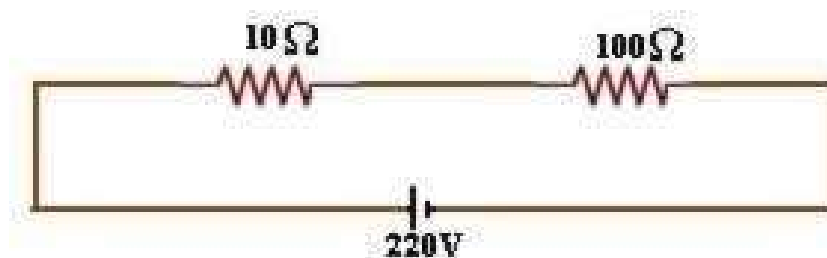
4.2 Vantagens e Desvantagens

Uma de suas vantagens é a associação dos resistores para aumentar o valor da resistência total do circuito, além de usar dispositivos elétricos e eletrônicos em série com cargas, como chaveamento, ligando ou desligando.

As principais desvantagens é que ao ligar as cargas em série, qualquer uma delas que pare de funcionar irá abrir o circuito, conseqüentemente interrompendo o funcionamento das demais. Além do mais, devido a tensão variar de uma carga para a outra elas não irão trabalhar com a máxima potência.

4.3 Exemplos Resolvidos

01 A diferença de potencial entre os extremos de uma associação em série de dois resistores de resistências 10Ω e 100Ω é $220V$. Qual é a diferença de potencial entre os extremos do resistor de 10Ω ?



Se formos calcular a tensão no resistor de 100Ω , teremos nessa parte do circuito somente o valor da resistência e não temos a corrente, logo não conseguimos encontrar o valor da tensão nesse nem no outro resistor

Logo, precisamos calcular a corrente que atravessa o resistor de 100Ω que por definição é a mesma em todo o circuito. Portanto, calculando a corrente elétrica no circuito temos:

$$U = 220V$$

$$R_{eq} = 110\ \Omega$$

$$i = ?$$

Utilizando a equação $U = R \cdot i$, temos

$$U = R \cdot i$$

$$U_{eq} = R_{eq} \cdot i$$

$$220 = 110 \cdot i$$

$$i = 220/110$$

$$i = 2A$$

De posse do valor da corrente e lembrando que a corrente é a mesma em todos os pontos do circuito em série, temos que para o resistor de $10\ \Omega$.

$$U = R \cdot i$$

$$U = 10 \cdot 2$$

$$U = 20\ V$$

02 No circuito abaixo temos a associação de quatro resistores em série sujeitos a uma determinada ddp. Determine o valor do resistor equivalente dessa associação.



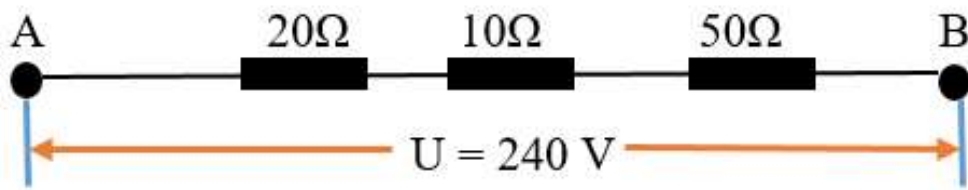
Como se trata de uma associação em série, temos que a resistência equivalente R_{eq} é dada pela soma das resistências do circuito, logo temos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{eq} = 10 + 15 + 30 + 45$$

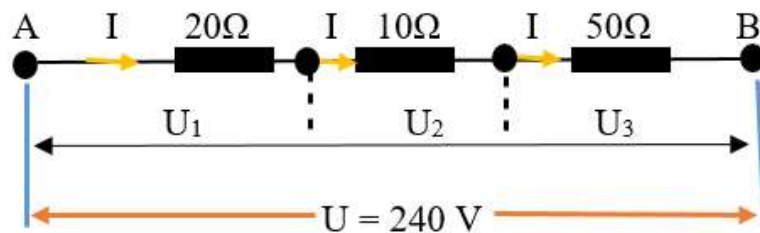
$$R_{eq} = 100\ \Omega$$

03 Dada a associação em série de resistores, determine:



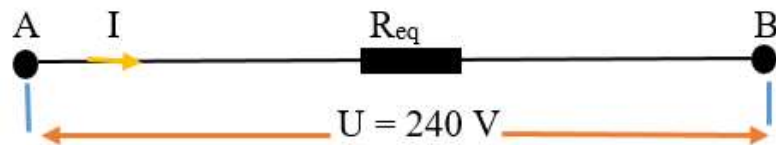
a) a resistência equivalente da associação;

Temos aqui uma associação em série de resistores, logo a resistência equivalente é dada pela soma de todas as resistências do circuito. Logo:



b) a intensidade de corrente na associação;

Aplicando a 1ª Lei de Ohm no resistor equivalente temos:



$$I = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{240}{80} = 3 \text{ A}$$

c) a ddp em cada resistor da associação.

Aplicando a 1ª Lei de Ohm em cada um dos resistores temos:

$$U = R \cdot i \quad U = 20 \cdot 3 = 60 \text{ V}$$

$$U = R \cdot i \quad U = 10 \cdot 3 = 30 \text{ V}$$

$$U = R \cdot i \quad U = 50 \cdot 3 = 150 \text{ V}$$

4.4. Associação de Resistores em Paralelo

A associação de resistores em paralelo ou o circuito em paralelo é composto por mais de um resistor, uma chave de liga/desliga, uma fonte (bateria, pilha, entre outros) e fios

condutores que ligam todos os outros itens. O nome paralelo surge, pois, os *resistores* são dispostos em paralelo e conectados em dois pontos, conforme a Figura 4.4.

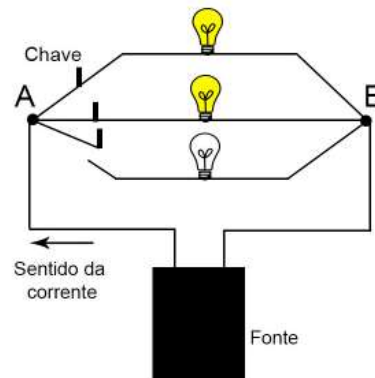


Figura 4.4: Associação de resistores em paralelo ou o circuito em paralelo.

Fonte: Stoodi (2022).

De acordo com a Figura 4.4, uma associação de resistores em paralelo tem como características:

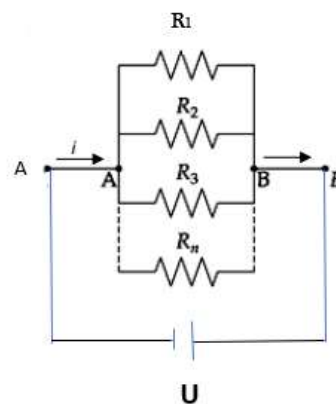


Figura 4.5: Associação de Resistores em Paralelo

Fonte: Stoodi (2022).

- A *tensão, ddp ou voltagem* é a mesma em cada dispositivo. Isso porque eles estão conectados aos mesmos pontos, como vimos na primeira imagem (Figura 08);

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots U_n \quad (5)$$

- A corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência de cada linha onde se encontra um resistor; ela se divide ao passar por eles;

- A corrente total do circuito é igual à soma da corrente de cada dispositivo;
- Quanto mais resistores estiverem em um circuito, menor é a resistência total — isso nos diz que a resistência total do circuito é menor do que a resistência de qualquer resistor;
- A resistência equivalente é dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}; n \text{ resistores} \quad (6)$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}; 2 \text{ resistores} \quad (7)$$

4.5. Aplicações

Este tipo de circuito é aplicado em instalações elétricas industrial e predial, onde todas as tomadas e lâmpadas estão em paralelo, redes de distribuição, equipamentos elétricos e eletrônicos. Como exemplos, pode-se citar: Chuveiros elétricos, filamentos de lâmpadas incandescentes, estufas térmicas, fornos elétricos, secadores de cabelo e ferros de passar roupas, entre outras aplicações.

4.6 Vantagens e desvantagens da Associação em Paralelo

O circuito em paralelo é mais utilizado em instalações elétricas prediais e industriais, isso porque uma de suas vantagens é que a tensão elétrica em todas as cargas é a mesma. Pelo fato de a tensão ser a mesma em cima das cargas, elas irão dissipar a máxima potência, e, caso uma das cargas parem de funcionar, as demais continuam funcionamento normalmente.

Uma de suas desvantagens é o consumo que é muito maior, pois se dissipa mais potência, maior o será o valor. Devido a corrente elétrica se dividir de maneira proporcional para manter a mesma tensão na carga, sendo assim o aumento de cargas em paralelo pode ser um problema.

4.7 Diferenças entre a Associação em Série e em Paralelo

Podemos concluir que as principais diferenças entre circuito série e paralelo é a forma com que tensão e corrente se comportam. Em um circuito em série, a corrente é a mesma e tensão diferente sobre as cargas; já em circuito paralelo será ao contrário, mesma tensão e

corrente diferente para as cargas. Outra diferença que podemos citar é que no circuito em série se uma das cargas parar de funcionar todas as demais também param, pois o circuito será interrompido. Porém, no circuito em paralelo, as cargas funcionam de maneira independente, isto é, se uma parar de funcionar as demais manterão o seu funcionamento normalmente, isso porque a corrente sempre terá um caminho alternativo.

4.8 Exemplos Resolvidos

01 Dada a associação de resistores, determine:

- é uma associação em série ou em paralelo. Por quê?
- a resistência equivalente da associação;
- a intensidade de corrente em cada resistor;
- a intensidade total da corrente da associação.

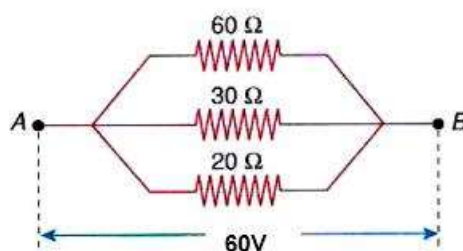


Figura 4.6: Associação de Resistores.

Fonte: Dantas (2008).

4.8.1. Resolução

- a associação de resistores dada acima é uma associação em paralelo, e uma das suas principais características é que a mesma tem a tensão constante de 60V em todos os resistores, porém a corrente elétrica é dividida inversamente proporcional à resistência de cada um dos resistores. Outra característica é que os resistores trabalham de forma independente, ou seja, caso um se queime, os outros continuam trabalhando normalmente.
- Aplicando a Equação 6 para 3 resistores, obtemos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{60} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1 + 3 + 2}{60}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{60}$$

$$R_{eq} = 10 \Omega$$

c) Aplicando a 1ª Lei de Ohm em cada resistor, obtemos:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{60}{60} = 1 A$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{60}{20} = 3 A$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{60}{30} = 2 A$$

d) A corrente total é:

$$i = 1 + 3 + 2$$

$$i = 6A$$

4.9 Considerações Finais

Como podemos observar ao longo desse produto, esquematizou-se uma sequência de atividades baseada na experimentação, visando desconstruir um conjunto de estereótipos e percepções negativas acerca da disciplina de Física. O processo de elaboração do material ocorreu durante o ano letivo de 2021, junto a um grupo de alunos do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio CEPI Militar Dr Tharsis Campos, na cidade de Catalão, Goiás.

Nessas atividades, os estudantes, sob mediação/orientação da professora, construíram experimentos/maquetes de circuitos elétricos (associação em série, paralela e mista) com materiais de baixo custo. Durante esse processo, recorreu-se aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, que ressalta a importância de se estabelecer vínculos entre o conteúdo discutido em sala de aula, e a realidade do estudante.

Esse material, além de contribuir com a formação dos educandos, visa colaborar com a ampliação do repertório de Habilidades e Competências de professores de Física. Contudo, é necessário ressaltar que sua aplicação em diferentes contextos escolares pode demandar algumas adaptações, uma vez que é necessário considerar os espaços e recursos disponíveis no estabelecimento educativo, bem como as necessidades formativas dos alunos.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, David P; NOVAK, Joseph D; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

DANTAS. **FÍSICA – Exercícios de Associação**. Portal Impacto. 2008. Disponível em: https://www.lsi.usp.br/~ramc/cabeamento_arquivos/00000DantasVestAula04ExerciciosdeAssociao.pdf Acesso em: 12 fev. 2022.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Propriedades da associação de resistores em série**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/propriedades-associao-resistores-serie.htm>. Acesso em: 01 fev. 2022.

SILVA, Jandilene Al.; SILVA, Maria J.; ALVES, Segirlaine C. **A aplicação da avaliação diagnóstica no ambiente escolar: Um olhar reflexivo**. 2014. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/2964/1/JAS15092014.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Propriedades da associação de resistores em série**. Mundo Educação - UOL, [s/d]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/propriedades-associao-resistores-serie.htm#:~:text=Existem%20v%C3%A1rios%20casos%20cotidianos%20em,el%C3%A9trica%20que%20deve%20atravess%C3%A1%20lo>. Acesso em: 20 nov. 2021.

STOODI. **Associação de resistores em paralelo: saiba tudo sobre esse assunto!** Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/fisica/associacao-de-resistores-em-paralelo/>. Acesso em: 03 jan. 2022.