



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 59**

Jeremias Alves de Souza

**Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis
De Ohm**

Rio Branco – Acre
2025



Jeremias Alves de Souza

**Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis
De Ohm**

Dissertação apresentada ao
Programa de Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física da
Universidade Federal do Acre, como
requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física. Área de
concentração: Ensino de Física na
Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares

Rio Branco – Acre
2025



Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S729p Souza, Jeremias Alves de, 1986 -

Proposta didática de atividades práticas para eletrodinâmica: 1a e 2a Leis de Ohm /
Jeremias Alves de Souza; orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares – 2025.
173 f.: 30 cm.

Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa Nacional Profissional em Ensino de
Física da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para à obtenção do Título de
Mestre em Ensino de Física.

1. Ensino de física. 2. Eletrodinâmica. 3. Sequência didática. 4. Aprendizagem
significativa. 5. Diferenciação progressiva. 6. Reconciliação integradora. I. Valadares,
George Chaves da Silva (Orientador). II. Título.

CDD: 537.6



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA

ATA DE DEFESA DE MESTRADO

**SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DA
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JEREMIAS ALVES DE
SOUZA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO STRICTO SENSU PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA (PPGPROFFÍSICA), MATRÍCULA
20232130001, OFERTADO PELA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO ACRE (UFAC), REALIZADA NO DIA 23 DE
ABRIL DE 2025, INTITULADA “PROPOSTA DIDÁTICA DE
ATIVIDADES PRÁTICAS PARA ELETRODINÂMICA: 1^a E 2^a
LEIS DE OHM”.**

Ao vigésimo terceiro dia do mês de abril do ano de dois mil e vinte e cinco, às oito horas do horário de Rio Branco-AC (8h), na sala de videoconferência do Google Meet, através do seguinte *link*: <https://meet.google.com/yyc-txep-vfd>, realizou-se a Sessão Pública de Apresentação e Defesa da Dissertação de Mestrado intitulada **“Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis de Ohm”**, do mestrando Jeremias Alves de Souza, como critério parcial para a obtenção do Título de **Mestre Profissional em Ensino de Física**. A Banca Examinadora foi presidida pelo professor Doutor **George Chaves da Silva Valadares**, orientador (PPGPROFFÍSICA/Ufac) e, também, contou com a participação dos seguintes membros: a professora Doutora **Esperanza Lucila Hernández Angulo**, Examinadora Titular Interna (PPGPROFFÍSICA/Ufac) e o professor Doutor **Romildo Pereira da Cruz**, Examinador Titular Externo (Universidade do Estado do Amazonas/UEA). O professor Doutor **George Chaves da Silva Valadares**, orientador e presidente, abriu os trabalhos da presente sessão de apresentação e defesa de dissertação de mestrado enaltecendo a importância do evento para o curso de mestrado e, em seguida, expôs como seria a metodologia utilizada para a realização da defesa de dissertação de mestrado. O mestrando teve de 15 a 30 (quinze a trinta) minutos para a exposição da dissertação e os docentes examinadores tiveram, cada um, de 15 a 30 (quinze a trinta) minutos para as considerações acerca do trabalho apresentado pelo mestrando. Observado o tempo regimental, os examinadores arguiram o candidato sobre a dissertação apresentada. Após a arguição de cada examinador, o mestrando teve de 15 a 20 (quinze a vinte) minutos para



fazer as suas considerações dirigidas a cada examinador, havendo réplica dos docentes examinadores. Na sequência, o orientador fez alguns esclarecimentos sobre a dissertação em tela. Após finalizado o processo de arguição e defesa, a sessão pública foi suspensa às 10h02min (dez horas e dois minutos) e, em sessão privada, os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão pública, às 10h11min (dez horas e onze minutos) foi anunciado o resultado da avaliação. O candidato foi considerado **APROVADO**, sendo-lhe concedido o **prazo de 60 (sessenta) dias para proceder aos devidos ajustes e exigências feitas pela Banca Examinadora e, também, deverá ser depositada a versão final da dissertação junto à Secretaria do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Profissional em Ensino de Física - PPGPROFFÍSICA, que deverá encaminhá-la para a sua homologação em reunião de colegiado do Curso, em conformidade com o que estabelece o Regimento Interno do Programa.** Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pela Banca Examinadora e pelo mestrando.

PARECER DA BANCA EXAMINADORA - DEFESA DE MESTRADO

Nome do discente: **JEREMIAS ALVES DE SOUZA**

Título: Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis de Ohm

Data: **23 de abril de 2025**

() Aprovado () Reprovado

Justificativa: Após texto revisado, a dissertação “**Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis De Ohm**”, desenvolvida pelo mestrando **Jeremias Alves de Souza** sob a orientação Prof. Dr. **George Chaves da Silva Valadares**, contém todos os elementos necessários para caracterizá-la e qualificá-la como uma produção oriunda do MNPEF.

Reforço a importância do orientador estar como segundo autor no produto educacional, alteração que pode ser implementada na versão final do trabalho.

A banca examinadora está adequada para a avaliação do presente trabalho. A dissertação está liberada para a sequência dos trâmites de defesa.

Este é um parecer de natureza técnica, cabendo à banca examinadora analisar e avaliar a dissertação em seu mérito, em sua qualidade científica e formalidade acadêmica.



Além disso, solicita-se a observação dos documentos orientadores do MNPEF em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/sobre-dissertacoes-e-produtos>. Portanto, a banca deliberou pela aprovação da defesa com as correções apontadas acima devendo ser realizadas no prazo de 60 (sessenta) dias.

PARECER ADICIONAL DA BANCA EXAMINADORA:

Dissertação: O trabalho atende às diretrizes do mestrado e, também, o discente deve atender às recomendações da banca. Produto Educacional: O produto educacional atende às diretrizes do mestrado e é bem interessante para educação básica.

Rio Branco - AC, 23 de abril de 2025.

**GEORGE CHAVES DA SILVA
VALADARES**

Orientador - PPGPROFFÍSICA/Ufac

**ESPERANZA LUCILA HERNÁNDEZ
ANGULO**

Membro Titular Interno -
PPGPROFFÍSICA/Ufac

ROMILDO PEREIRA DA CRUZ

Membro Titular Externo - Universidade do
Estado do Amazonas/UEA

JEREMIAS ALVES DE SOUZA

Discente (Matrícula 20232130001)



Documento assinado eletronicamente por **George Chaves da Silva Valadares, Professor do Magisterio Superior**, em 25/04/2025, às 04:29, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jeremias Alves de Souza, Usuário Externo**, em 25/04/2025, às 08:36, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Romildo Pereira da Cruz, Usuário Externo**, em 25/04/2025, às 12:35, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Esperanza Lucila Hernandez Angulo, Professora do Magisterio Superior**, em 28/04/2025, às 13:40, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ufac.br/sei/valida_documento ou click no link [Verificar Autenticidade](#) informando o código verificador **1630381** e o código CRC **B7636D13**.



Jeremias Alves de Souza

**Proposta Didática de Atividades Práticas para Eletrodinâmica: 1^a e 2^a Leis
De Ohm**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Ensino de Física na Educação Básica.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano).

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares - Orientador
Universidade Federal do Acre

Titulação Nome e Sobrenome – Examinador(a) 1
Instituição

Titulação Nome e Sobrenome – Examinador(a) 2
Instituição



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, razão do meu viver



AGRADECIMENTOS

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

Agradeço em especial a Deus, fonte de paz e alegria em todo o meu viver.

Agradeço a minha família pelo apoio e prestado em toda a minha vida.

Agradeço a Universidade Federal do Acre por ter nos proporcionado um curso de muita qualidade.

Agradeço aos meus professores por tanta dedicação a mais digna de todas as profissões.

Agradeço ao meu professor orientador por sua disposição sempre.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização deste trabalho.



“Usar recursos digitais não é garantia de aprendizagem. A tecnologia é mais uma ferramenta, que precisa do talento do professor, interesse do aluno e o acompanhamento da família!

Rogério Joaquim



RESUMO

PROPOSTA DIDÁTICA DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA ELETRODINÂMICA: 1^a E 2^a LEIS DE OHM

Jeremias Alves de Souza

Orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares

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

O objetivo dessa pesquisa foi investigar quais características da sequência didática, que considera o uso de variados recursos de ensino, pode favorecer a aquisição e a construção de conhecimentos pelos alunos, viabilizando indícios de aprendizagem significativa das Leis de Ohm. No decurso da investigação participaram 21 alunos do 3º Ano do Ensino Médio da Educação Básica de uma escola pública do município de Boca do Acre – AM. A investigação foi pautada no desenvolvimento da aprendizagem em situações nas quais foram utilizados variados recursos e estratégias de ensino, a partir da aplicação de uma *sequência didática* embasada nos pressupostos da *Metodologia da Engenharia Didática*, preconizados por Artigue (1996), e nos princípios da *Teoria da Aprendizagem Significativa*, conforme Ausubel (1968, 2000, 2003). A metodologia de investigação se enquadra na abordagem do tipo qualitativa, fundamentada numa experiência de ensino em sala de aula. Os dados emergentes da coleta de dados (testes de conhecimentos (questionários inicial e final), mapas conceituais, observação participativa e entrevista) dos 21 alunos investigados foram analisados à Luz da *Análise Textual Discursiva*. Os resultados da pesquisa nos permitem concluir que os conhecimentos prévios dos alunos influenciaram significativamente no desenvolvimento da *sequência didática*, tornando-a potencialmente significativa. Os resultados também contribuíram para uma nova postura na ação pedagógica do investigador. As atividades norteadas por situações-problema do cotidiano facilitaram a identificação dos princípios de *diferenciação progressiva* e de *reconciliação integradora*. Analisando os resultados emergentes, inferimos, ainda, que as características da *sequência didática* que facilitaram os processos de *diferenciação* e de *reconciliação* pelos alunos em relação ao conteúdo estudado, têm origem e está fundamentada em princípios, como: o uso e o manuseio de material concreto; o uso de recursos; informáticos; a utilização de estratégias de ensino diversas; a proposição de situações-problema; a participação e protagonismo dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física; Eletrodinâmica; Sequência Didática; Aprendizagem Significativa; Diferenciação Progressiva; Reconciliação Integradora.



ABSTRACT

DIDACTIC PROPOSAL OF PRACTICAL ACTIVITIES FOR ELECTRODYNAMICS: 1ST AND 2ND OHM'S LAWS

Jeremias Alves de Souza

Orientador: Prof. Dr. George Chaves da Silva Valadares

The aim of this research was to investigate which characteristics of the didactic sequence, which considers the use of various teaching resources, can favor the acquisition and construction of knowledge by students, providing evidence of significant learning of Ohm's Laws. 21 students from the 3rd year of secondary school at a public school in the municipality of Boca do Acre - AM took part in the research. The investigation was based on the development of learning in situations in which a variety of teaching resources and strategies were used, based on the application of a didactic sequence based on the assumptions of the Didactic Engineering Methodology, recommended by Artigue (1996), and on the principles of the Theory of Significant Learning, according to Ausubel (1968, 2000, 2003). The research methodology is based on a qualitative approach, based on a classroom teaching experience. The data emerging from the data collection (knowledge tests (initial and final questionnaires), concept maps, participatory observation and interviews) of the 21 students investigated were analyzed in the light of Textual Discourse Analysis. The results of the research allow us to conclude that the students' prior knowledge had a significant influence on the development of the didactic sequence, making it potentially significant. The results also contributed to a new attitude in the researcher's teaching activities. Activities based on everyday problem situations made it easier to identify the principles of progressive differentiation and integrative reconciliation. Analyzing the emerging results, we also infer that the characteristics of the didactic sequence that facilitated the processes of differentiation and reconciliation by the students in relation to the content studied, originate and are based on principles such as: the use and handling of concrete material; the use of computer resources; the use of diverse teaching strategies; the proposition of problem situations; the participation and protagonism of the students.

Keywords: Physics Teaching; Electrodynamics; Teaching Sequence; Significant Learning; Progressive Differentiation; Integrative Reconciliation.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diferenciação progressiva versus reconciliação integradora	24
Figura 2 - Representação das linhas de corrente com espaçamento inversamente proporcional à densidade da corrente	48
Figura 3 - Representação de valores de acordo com o código de cores	52
Figura 4 - Tabela de código de cores dos resistores	53
Figura 5 - Representa o resistor de fio.....	54
Figura 6 - Representação do resistor de carbono.....	55
Figura 7 - Representação do resistor de carbono.....	55
Figura 8 - Representação gráfica de um resistor ôhmico	56
Figura 9 - Representação gráfica de um resistor não ôhmico	58
Figura 10 - Chuveiro, ar condicionado, air fryer	76
Figura 11 – Mapa conceitual inicial de eletrodinâmica.....	76
Figura 12 - Mapa conceitual dos eletrodomésticos.	82
Figura 13 - Alunos na montagem dos circuitos elétricos simples.....	82
Figura 14 - página inicial do Phet-Colorado.....	83
Figura 15 - interface de montagem do circuito DC	83
Figura 16 – Montagem circuito elétrico	84
Figura 17 - Tabela de variação da diferença de potencial elétrico (V) (Aluno 4).....	84
Figura 18 - Cálculo demonstrando a aplicação da 1 ^a Lei de Ohm (Aluno 4).....	85
Figura 19 - Construção do gráfico de tensão versus corrente elétrica (Aluno 4).....	85
Figura 20 - Print da simulação nº1 referente a 1 ^a lei de Ohm	87
Figura 21 – Print da simulação referente a 2 ^a lei de Ohm.....	88
Figura 22 – Fala do estudante 2 acerca da resistividade.....	90
Figura 23 – Imagens do Aplicativo Consumo Elétrico.....	91
Figura 24 – Atividade prática	94
Figura 25 – Mapa mental final do aluno 6.....	96
Figura 26 – Mapa mental final do aluno 15.....	97
Figura 27 – Mapa conceitual eletrodinâmica.....	99
Figura 28 – Relação entre conceitos de eletrodinâmica.	100
Figura 29 – Mapa do investigador.	105
Figura 30 – Mapa Conceitual Coletivo.....	107
Figura 31 – Mapa conceitual Individual do aluno 2 sobre corrente elétrica.....	109



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa	19
1.2 Mapas Mentais	27
2 O ENSINO DE FÍSICA.....	29
2.1 Eletrodinâmica	45
2.2 Corrente Elétrica.....	46
2.3 Densidade da Corrente.....	47
2.4 Velocidade de Deriva.....	48
2.5 Resistência e Resistividade	50
2.6 Resistor	51
2.7 Tipos de resistores e suas aplicações	53
2.8 Simuladores virtuais no ensino de física	59
3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	64
3.1 Caracterização do trabalho	66
3.2 Instrumentos de constituição de dados	67
3.3 Análise dos dados.....	68
4 PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL.....	71
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	73
5.1 Sobre dos conhecimentos prévios.....	102
5.2 Análise dos Mapas Conceituais.....	103
5.3 Análise do Primeiro Mapa Conceitual.....	106
5.4 Análise geral mapas conceituais	107
5.5 Análise dos Mapas Conceituais Individuais.....	108
5.6 Análise do Pós-teste.....	109
6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	113
REFERÊNCIAS	115
APÊNDICE	123
APÊNDICE A – Produto Educacional	123



INTRODUÇÃO

De acordo com Damasceno et al., (2023), a computação educacional e suas variantes - tecnologia da informação (TI), tecnologia da informação e comunicação (TIC), multimídia educacional e telemática na educação - doravante coletivamente “TIC” (Tecnologia da Informação e Comunicação), é um campo problemático, aparecendo rapidamente, com pouco tempo para que uma tradição intelectual robusta se estabelecesse.

Em seu período formativo, foi fortemente influenciado pela ciência da computação e parcialmente anexado pelo campo mais antigo da tecnologia educacional, sendo moldado substancialmente por uma coalizão díspar, mas poderosa, de funcionários públicos, executivos corporativos, fabricantes e educadores operando por meio da retórica e da política (BELLONI, 2018)

Para Baki (2018), o principal lócus de investigação em TIC tem sido a integração de computadores em instituições educacionais nos níveis de professores e alunos e a atenção que tem sido dada aos seus fundamentos teóricos e suas aplicações em campos relacionados da educação.

A educação a distância, por exemplo, sem filosofia claramente articulada e sem coerência conceitual, tendia a se apoderar da tecnologia como uma panaceia para problemas mal definidos. Nesse sentido, surge, na visão de Meirelles (2017), uma forma racional para as TICs como parte integrante da aprendizagem flexível e distribuída.

Cabe ressaltar que, sem uma teoria fundacional própria, as TICs aplicaram-lhe perspectivas teóricas desenvolvidas em outras áreas da educação e, em menor medida, do design instrucional, uma área de fronteira que utiliza teorias educacionais e tecnológicas, onde a maioria dos praticantes de TIC diria que trabalha em um contexto que leva em consideração a situação da aprendizagem e sua natureza colaborativa.

Para Mendes & Barton (2017), a ênfase no projeto de ambientes de aprendizagem baseados em computador mudou da transmissão de informações para a construção do conhecimento. Apesar disso, a relação entre os processos educacionais e os meios tecnológicos ainda é fortemente influenciada por pressupostos fundamentais sobre a natureza da informação.



Nesse contexto, surge a situação-problema que motivou esta pesquisa, quando se verificou que os alunos não estavam sensibilizados para as inovações tecnológicas da informação e comunicação, gerando a seguinte hipótese: se os alunos do ensino médio da escola não estão sensibilizados no uso da tecnologia de informação no espaço escolar, então, uma possível suposição seria a de que as metodologias exemplificadas em sala de aula não estão em consonâncias com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

É justamente nesse cenário que se formula a pergunta central: como o uso de recursos experimentais de ensino podem ser eficientes para a aprendizagem dos alunos no ensino de Física na rede pública de ensino? Perguntas específicas: quais são os aspectos positivos e/ou negativos das influências desses recursos nos processos de ensino-aprendizagem dos alunos do ensino médio? Quais as dificuldades encontradas no uso da tecnologia no âmbito escolar e sua relevância no processo de ensino aprendizagem dos alunos do ensino médio?

Desse modo esta pesquisa tem como Objetivo Geral: investigar quais características da sequência didática, que considera o uso de variados recursos de ensino, pode favorecer a aquisição e a construção de conhecimentos pelos alunos, viabilizando indícios de aprendizagem significativa das Leis de Ohm.

Como Objetivos Específicos tem-se:

1. Identificar os conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa, visando nortear o encadeamento da sequência didática.
2. Investigar como o uso de variados recursos de ensino pode alterar a percepção dos alunos, desencadeando novos sentidos, significados, que potencializem os processos de aquisição e de construção de conhecimento significativo.
3. Analisar os indicativos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora, relacionados ao tema abordado na sequência didática.

Explicitada nossa questão de pesquisa e os objetivos, antecipamos que a avaliação do grau de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora dos conceitos presentes na estrutura cognitiva dos aprendizes foi possível por meio de mapas conceituais auxiliados por dois testes de conhecimentos (questionários), um aplicado no início e o outro no final da intervenção, que durou 22 períodos de 50 minutos cada um. Porém, para que as informações refletidas nesses instrumentos



fossem entendidas como advindas de um processo de aprendizagem significativa, foi preciso recorrer à observação participativa, à entrevista, a registros fotográficos e a áudios.

Dessa maneira, apresentados os principais aspectos norteadores da investigação, apresentamos a estrutura organizacional da tese, constituída de 6 Capítulos.

No Capítulo 1, trazemos a introdução do trabalho, situando os elementos componentes de nossa investigação: as motivações, a teoria de ensino envolvida, a questão de pesquisa, os objetivos, a opção metodológica e a metodologia de análise. No Capítulo 2, abordamos a caracterização da *Teoria da Aprendizagem Significativa*, assumida conforme as construções teóricas de David Ausubel (2003), bem como, a visão de outros teóricos que contribuem para o entendimento de aspectos relativos ao ensino e à aprendizagem em ambientes escolares, entre os quais, Moreira (1997, 1999, 2000, 2006, 2009) e Novak (1977, 1981, 2002, 2010). Esses autores constituem parte da fundamentação teórica deste trabalho. Na sequência, abordamos a interface da *sequência didática*; as influências dos recursos de ensino para uma aprendizagem significativa; a Eletrodinâmica; e, por fim, inferimos a importância de outras pesquisas já realizadas, constituindo o estado da arte.

No Capítulo 3, discutimos a opção pela metodologia qualitativa. Nesse capítulo, aludimos aos fundamentos que nortearam a investigação, tendo por base as orientações metodológicas de Moreira (2011) e Gowin (1998) sobre a *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*; e de Moraes e Galiazzi (2016) sobre a *Análise textual discursiva*. Também apresentamos como foi planejada e executada a *sequência didática* e quais foram os participantes da ação investigativa.

No Capítulo 4, tratamos exclusivamente da nossa experiência de ensino, discutindo, a partir dos dados e resultados levantados, possíveis respostas aos nossos objetivos e à questão da pesquisa. No Capítulo 5, apresentamos algumas considerações e resposta à questão de pesquisa. Ainda, destacamos algumas recomendações a pesquisadores, que, no futuro, desejem ampliar o leque de possibilidades de trabalhar com o conteúdo, visando à aprendizagem significativa dos alunos. No Capítulo 6, apresentamos o referencial que subsidiou o desenvolvimento da pesquisa, assim como, os apêndices e anexos que a complementam.

1 REVISÃO DE LITERATURA

A teoria da assimilação da aprendizagem e retenção significativas ou Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (1918-2008), enquadra-se na perspectiva cognitivista-construtivista, sendo amplamente discutida desde a década de 1960. Ao contrário do que propõe o comportamentalismo que, aplicado ao ensino, acaba “promovendo o treinamento ao invés da educação, a aprendizagem mecânica ao invés da significativa” (MOREIRA, 2009, p. 11), a perspectiva cognitivista considera que “a experiência consciente diferenciada e claramente articulada (por exemplo, conhecer, compreender, raciocinar, etc.) fornece os dados mais significativos para a ciência psicológica” (AUSUBEL, 2003, p. 42). Nessa perspectiva, ao deixar de lado as relações estímulo-resposta, as preocupações voltam-se para “[...] o aprender a pensar e o aprender a aprender” (MOREIRA, 2011, p. 5).

Para Cruz (2019), os posicionamentos de Ausubel têm sido defendidos por Novak como um movimento que inspira profunda reflexão sobre o que é ensinar e aprender, particularmente, em contextos escolares de sala de aula, em que a aprendizagem verbal é dominante, mas não exclusiva. Vários são os episódios que acontecem em sala de aula, que, de acordo com Peña et al (2005, p. 65), estão centrados em alguns elementos primordiais: o ensino, que cabe ao professor; e a aprendizagem, em que o aluno é protagonista, tendo em vista o caráter idiossincrático. Penã et. al. (2005) citam ainda o conhecimento como um terceiro elemento, que permeia a relação entre os demais. Esse conjunto de afirmações evidencia que tanto o ensino, quanto a aprendizagem, dependem de diversos aspectos que precisam estar em sintonia. A maneira como o conhecimento permeia a relação entre professor e aluno pode levar a distintos resultados.

De acordo com Tenfen (2011), no caso da aprendizagem significativa, o professor exerce papel fundamental na estruturação de materiais e conteúdos de aprendizagem, logicamente, organizados. Ou seja, o docente é essencial para garantir que “o material aprendido seja potencialmente significativo – principalmente incorporável à sua (do aluno) estrutura de conhecimento através de uma relação não arbitrária e não literal” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34). Contudo, a

disposição do aprendiz em aprender significativamente é condição preponderante, uma vez que

[...] independentemente da quantidade de potenciais significados que pode ser inherente a uma determinada proposição, se a intenção do aprendiz for memorizá-la de forma arbitrária e literal, i.e., como uma série de palavras relacionadas de forma arbitrária e inalterável, quer o processo de aprendizagem, quer o resultado desta devem ser necessariamente memorizados e sem sentido (AUSUBEL, 2003, p. 56).

Para Costa (2012), a perspectiva cognitivista de Ausubel (1963), divulgada a partir da obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (Psicologia da Aprendizagem Verbal Significativa), atualizada em 2000 pelo autor, com o título *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*, reafirma os principais pressupostos nos quais a teoria está ancorada. Nesta obra, Ausubel (2003) reitera a atualidade da sua teoria, ao mesmo tempo em que destaca as principais variáveis e processos psicológicos envolvidos na aprendizagem e na retenção significativa, visando a criação de novos significados pelo aprendiz.

1.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa

Na concepção de Ausubel (2003), a teoria da aprendizagem significativa tem como princípio o fato de que novas ideias expressas de forma simbólica se relacionam com aquilo que o aprendiz já sabe, de forma não arbitrária e não literal. Já o produto dessa interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa desse produto interativo (AUSUBEL, 2003). Embora o princípio da teoria da aprendizagem significativa pareça simples, segundo Cruz (2019), algumas questões relevantes são levantadas por Novak (1981) no que diz respeito à determinação do que o aluno já sabe.

Ausubel (2003) enfatiza que nesse tipo de aprendizagem, o fator determinante do processo da aprendizagem é o conhecimento prévio. Segundo o autor, a partir da formação dos subsunções, constitui-se uma rede hierarquizada de ligações entre informações ancoradas e novos conhecimentos apresentados, que se diferenciam e se integralizam. Ainda, conforme Ausubel (2003), essa rede resulta em um processo psicológico que envolve a “interação entre ideias culturalmente significativas, já ‘ancoradas’ na estrutura cognitiva particular de cada aprendiz e o seu próprio mecanismo mental, para aprender de forma significativa” (AUSUBEL, 2003, p. 7).

Ausubel (2003) ainda reitera que essa estrutura, organizada hierarquicamente, comprehende um complexo de informações presentes na mente do aprendiz, levando-

o à ampliação de uma informação já armazenada, a partir da interação entre conhecimentos, o que pode incorrer numa aprendizagem significativa. Em consonância com Ausubel, Moreira (1999) salienta que, desse modo, a estrutura cognitiva significa um sistema hierárquico de conceitos, que são representações resultantes de experiências sensoriais do indivíduo e do processamento mental da informação recebida. Tal processamento pode ser evidenciado em três formas de aprendizagem significativa: subordinativa, superordenada e combinatória.

De acordo com Cruz (2019), a ocorrência da aprendizagem subordinativa se dá em função da interação das novas informações com os subsunções. Ou seja, novos conceitos, ideias ou proposições são aprendidos como subordinados àqueles mais gerais e inclusivos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Como exemplo, poderíamos citar o conceito de tensão, que é um conceito geral, e, subordinados a ele, podem estar os conceitos de corrente e resistência. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem subordinativa pode se manifestar de duas maneiras: derivativa, no caso de um novo conhecimento ser entendido como exemplo específico de um subsunçor; ou correlativa, quando o novo conhecimento passa a ser uma extensão ou modificação do conceito prévio a ele relacionado.

A aprendizagem superordenada “ocorre no curso do raciocínio ou quando o material apresentado é organizado indutivamente ou envolve a síntese de ideias compostas” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 49). Ou seja, nesse tipo de aprendizagem, enquadram-se as informações aprendidas que são mais amplas, geradoras de diversas ideias. Por exemplo, o conceito de corrente elétrica. Em se tratando de aprendizagem combinatória, localizam-se as ocorrências em que “[...] uma proposição potencialmente significativa não pode ser relacionada a ideias superordenadas ou às subordinativas na estrutura cognitiva do aluno, mas é relacionável a um conjunto de conteúdos relevantes a esta estrutura” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 33). Um exemplo claro de aprendizagem combinatória está relacionado aos conceitos de corrente elétrica e de diferença de potencial elétrico. Em um curso inicial de Física Básica, aprendem-se os conceitos de tensão, corrente elétrica e de resistência, que, apesar de não serem definidos precisamente, podem ser compreendidos à medida que se fala nas relações. A aprendizagem dessa



equivalência não implica subordinar o conceito de tensão ao de corrente elétrica nem o contrário. O conceito de tensão também não é uma generalização do conceito de corrente elétrica e vice-versa. Assim, a equivalência, tensão-corrente elétrica-resistência elétrica, implica uma aprendizagem combinatória desses três conceitos.

Em razão do contexto apresentado pelos autores, podemos inferir que a aprendizagem proposicional é, incontestavelmente, de subsunção ou combinatória. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem proposicional é própria da situação que prevalece na aprendizagem por recepção, quando se apresentam proposições substantivas ao aprendiz, de quem apenas se exige que apreenda e recorde o significado de tais proposições. Contudo, “é importante ter-se em conta que a aprendizagem proposicional é também um tipo principal de resolução de problemas verbais ou aprendizagem pela descoberta” (AUSUBEL, 2003, p. 21).

De acordo com o autor (2003), as variedades por recepção e pela descoberta da aprendizagem proposicional estão envolvidas sucessivamente, em fases diferentes, no processo de resolução de problemas. Nessa linha, Moreira (2010, p. 13) defende que,

[...] uma vez descoberto o novo conhecimento, as condições para a aprendizagem significativa são as mesmas: conhecimento prévio adequado e predisposição para aprender. Exceto em crianças pequenas, a aprendizagem por descobrimento não é condição para aprender de maneira significativa. De um modo geral, não é preciso descobrir para aprender significativamente. É um erro pensar que a aprendizagem por descoberta implica aprendizagem significativa. Adultos, e mesmo crianças já não tão pequenas, aprendem basicamente por recepção e pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos, i.e., os novos conhecimentos e aqueles já existentes na estrutura cognitiva. Seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los.

Nesse sentido, consideramos que o acesso à aprendizagem significativa, não é algo imbricado diretamente no processo de aprendizagem por descoberta, assim como uma aprendizagem mecânica não é impreterivelmente resultado de um processo de aprendizagem receptiva. De acordo com Moreira (2010), a aprendizagem é, em si, consequência da estratégia de ensino. Assim, tanto a aprendizagem receptiva, como a aprendizagem por descoberta podem ser significativas ou mecânicas, dependendo das condições em que ocorrem (MOREIRA, 2010).

De acordo com Moreira (2010, p. 13), “[...] a ‘recepção’ do novo conhecimento pode ser, por exemplo, através de um livro, de uma aula, de uma experiência de laboratório, de um filme, de uma simulação computacional, de uma modelagem



computacional, etc". Nessa linha argumentativa, Moreira (2010) e Ausubel (2003) explicitam que aprender receptivamente significa que o aprendiz não precisa descobrir para aprender. Mas, segundo os autores, isso não implica passividade. Ao contrário, a aprendizagem significativa receptiva requer atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 2010). Nessa dissertação, a diferenciação e a reconciliação serão os elementos norteadores para a validação da ocorrência de aprendizagem significativa das Leis de Ohm aplicadas no Ensino Médio, por meio de uma sequência de exercícios potencialmente significativos.

Nesse sentido, ao abordarem o tema da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 103) destacam que, "quando se submete uma nova informação a um determinado conceito ou proposição, a nova informação é aprendida e o conceito ou proposição inclusiva sofre modificações". Esse processo de modificação é chamado de diferenciação progressiva e é característico da aprendizagem subordinativa.

Corroborando com a asserção, Moreira (1997) enfatiza que a diferenciação progressiva é o princípio pelo qual os conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo de ensino devem ser apresentados, no início, aos alunos, e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhes e especificidades. Em corroboração a Moreira (1997), Ausubel (2003, p. 166) destaca:

Quando se programa a matéria de acordo com o princípio de diferenciação progressiva, apresentam-se, em primeiro lugar, as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina e, depois, estas são progressivamente diferenciadas em termos de pormenor e de especificidade.

De acordo com Ausubel (2003), essa ordem de apresentação do conteúdo precisa corresponder, presumivelmente, à sequência natural de aquisição de consciência cognitiva e de satisfação, quando somos expostos a determinados conhecimentos. Para justificar a abordagem, Ausubel (2003, p. 166) apresenta dois pressupostos:

(1) é menos difícil para os seres humanos apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas; e (2) a organização que o indivíduo faz do conteúdo de uma determinada disciplina no próprio intelecto consiste numa estrutura hierárquica, onde as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice



da estrutura e subsumem, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.

Nesse sentido, pensamos o cérebro do aprendiz como um mecanismo de transformação e de armazenamento, o qual está associado à aquisição e à organização de novos conhecimentos na estrutura cognitiva, espontaneamente, em conformidade com o princípio da diferenciação progressiva. Assim, parece razoável supormos que maior aprendizagem e retenção ocorrem quando os professores ordenam, propositadamente, a organização e a disposição sequencial dos conteúdos, seguindo linhas semelhantes. Tal argumento encontra respaldo nas palavras de Moreira (2010, p. 6), ao salientar que

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.

Na mesma linha argumentativa Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 104) afirmam que, em certos casos, “os elementos existentes na estrutura cognitiva podem assumir uma nova organização e, portanto, novo significado”. Para os autores, a recombinação dos subsunçores implica significados mais abrangentes, que estão diretamente relacionados à reconciliação integradora.

A reconciliação integradora ou integrativa é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2010). Para o autor, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, que são processos da dinâmica da estrutura cognitiva, também podem ser tomadas como princípios programáticos do conteúdo a ser ensinado. Em nosso caso, o das Leis de Ohm.

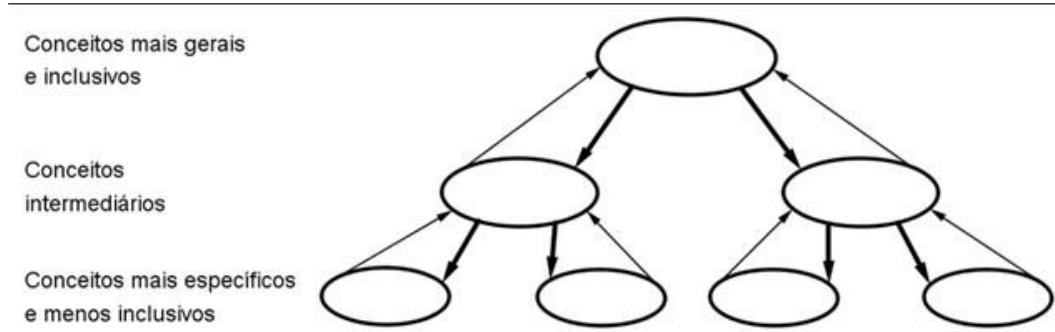
O princípio da reconciliação integradora aplicado à organização do material instrucional, segundo Ausubel (2003, p. 168), “[...] pode ser descrito como um contraponto à prática usual dos livros-texto de separar ideias e tópicos em capítulos ou seções”. Tem como objetivo explorar explicitamente relações entre proposições e conceitos, salientando as diferenças e similaridades importantes e reconciliando inconsistências reais ou aparentes.

De acordo com Ausubel (2003, p. 168), o princípio da reconciliação integradora da estrutura cognitiva, quando implementado por meio de uma programação

apropriada do material de instrução, pode descrever-se melhor como “[...] uma abordagem antiética em relação à prática habitual, entre os escritores de manuais, de compartimentação e de segregação de ideias ou tópicos particulares dentro dos capítulos ou subcapítulos respectivos”. Tal princípio de reconciliação integradora também se aplica quando se organiza o conteúdo em linhas paralelas, quando se apresentam materiais relacionados de forma sequencial, mas não existe dependência sequencial intrínseca de um tópico para o seguinte (AUSUBEL, 2003).

Corroborando com a concepção ausubeliana, Moreira (exposição oral) reafirma que reconciliação integradora é o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. No mesmo sentido, Novak e Gowin (1988) consideram que, para se atingir a reconciliação integradora de forma eficaz, devemos organizar o ensino descendo e subindo nas estruturas conceituais hierárquicas, à medida que a nova informação é apresentada. Então, a abordagem ausubeliana de organização de conteúdo não é, de forma alguma, unidirecional. Quando se parte do mais geral para o específico (diferenciação progressiva), deve-se fazer constante referência ao geral. Na Figura 1, apresentamos uma representação esquemática do modelo ausubeliano de diferenciação conceitual progressiva e de reconciliação integradora.

Figura 1 – Diferenciação progressiva versus reconciliação integradora



Fonte: Moreira e Masini (2011, p. 33)

A Figura 1 explicita que é importante que a estrutura cognitiva do aprendiz disponha de conhecimentos prévios com os quais as novas informações ou conhecimentos possam interagir, a fim de serem incorporados significativamente por esta estrutura. No caso de os subsunções necessários não existirem na estrutura cognitiva do aprendiz ou estarem esquecidos, Ausubel (2003) aconselha que o



problema seja contornado com a utilização dos organizadores prévios ou dos organizadores avançados. Em conformidade ao preconizado pelo autor, utilizamos em nossa abordagem, textos reflexivos acerca da temática, bem como, recordamos conhecimentos básicos de Física Clássica, como: energia; luz e ondas.

A fase da consolidação de aprendizagem pode ser obtida mediante confirmação, correção, diferenciação, revisão e comparações no decurso da exposição do conteúdo, das metodologias de ensino (debates, seminários, visitas ou palestras) e apreciação do material de aprendizagem – desde livros didáticos a softwares e aplicativos da *Internet* (AUSUBEL, 2000; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Nesse sentido, Ausubel (2003) salienta que o professor, ao insistir na consolidação ou no domínio de aulas em cursos (primários, secundários ou terciários), antes de introduzir novo material de aprendizagem, deve se respaldar por uma prontidão contínua de matérias com foco no êxito da aprendizagem, sequencialmente organizada. De acordo com Ausubel (2003, p. 172), “este tipo de aprendizagem pressupõe, como é óbvio, que os passos precedentes sejam sempre claros, estáveis, e bem organizados”. Caso não o sejam, compromete-se a aprendizagem de todos os passos subsequentes.

Na visão de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a retomada do conteúdo ajuda na consolidação, especialmente de itens que exijam discriminação pura entre alternativas de diferentes graus de exatidão e também pela frequência de abordagem do mesmo conteúdo de forma mais aprofundada, dessa forma, confirmando, esclarecendo e corrigindo aprendizagens prévias. Nesse sentido, de acordo com as proposições concatenadas, podemos concluir que a aprendizagem significativa não consiste apenas em aprender o que as palavras representam individualmente ou combinadas, mas aprender o significado de novas ideias expressas, incorporá-las a partir de frases ou orações compostas de dois ou mais conceitos.

A sequência de atividades organizadas para essa pesquisa tem a função de contribuir para a melhoria de uma aprendizagem ativa, cuja base são os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, visando possibilitar a aquisição, a retenção e a organização do conteúdo na estrutura cognitiva do aprendiz, conforme o que sugere Ausubel (2003, p. 6):

- (1) Uma análise cognitiva necessária para se averiguar quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo;

(2) Algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva, ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novas e já enraizados;

(3) Reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular.

De acordo com as concepções de Ausubel (2003) e Moreira (1999, 2011), a estabilidade e a clareza das ideias ancoradas são determinadas, em grande parte, pelo fato de terem sido aprendidas ou consolidadas por meio da repetição e/ou ensaio, quer em contextos diferentes, quer nos mesmos contextos. Para Ausubel (2003), a estabilidade e a clareza são influenciadas positivamente se o aluno dominar o material instrucional dentro de um contexto homogêneo, antes de entrar em âmbitos mais heterogêneos e utilizar conteúdos de aprendizagem organizados de forma sequencial e hierárquica.

Lemos (2011 apud RIBEIRO, 2015) tenta criar o que chama de “uma receita para o que não tem receita...”, reunindo uma série de princípios que acredita serem fundamentais no momento em que o professor decide a estratégia de ensino e de avaliação que utilizará. Os princípios são:

- a) O ensino é apenas um meio pelo qual a aprendizagem significativa do aluno é favorecida;
- b) O ato de ensinar deve ser compreendido como um processo que envolve o planejamento, a situação de ensino propriamente dita e avaliação;
- c) A natureza do conhecimento prévio do aluno é determinante do tipo de ensino a ser realizado;
- d) A organização de um material de ensino potencialmente significativo requer que a relação entre a natureza do conhecimento do aluno e do conhecimento a ser ensinado seja considerada;
- e) O conteúdo a ser ensinado deve ser selecionado e organizado a partir das suas ideias centrais, seja na aprendizagem dos seus significados ou na evolução conceitual dos mesmos;
- f) A natureza do conhecimento a ser ensinado deve ser considerada e enfocar suas ideias centrais;
- g) Favorecer a aprendizagem significativa implica possibilitar a interação do aluno com um mesmo conhecimento em diferentes momentos do processo educativo;
- h) O objetivo do evento educativo é garantir que os significados sejam compartilhados e, portanto, garantir a ocorrência de situações que oportunizem ao aluno apresentar e negociar suas ideias;

i) A avaliação, voltada para a identificação de evidências de aprendizagem significativa, permeia todo o ensino;

j) O aluno deve ter oportunidade de se perceber como construtor do próprio conhecimento. (LEMOS, 2011, p. 34-35).

Assim, a partir do material e das condições de interação com a estrutura cognitiva do aluno, na aprendizagem significativa, o resultado será, possivelmente, a retenção da informação a ser interiorizada de forma mais estável e significativa. Ou seja, a partir das sucessivas interações, as informações se aglutinam, desencadeando o processo de reconciliação na estrutura cognitiva do aprendiz.

Com a intenção de justificar a síntese das ideias de Ausubel (2003, 1968, 1963) acerca da teoria da aprendizagem significativa, sem distorcer a sua essência, apesar da abrangência da teoria, nesta seção, procuramos salientar alguns aspectos que consideramos significativos para a investigação. Reiteramos que o trabalho de pesquisa está fundamentado em uma sequência de atividades que tem como potencial a facilitação da aprendizagem significativa, a utilização de recursos informáticos e estratégias de ensino e a participação ativa do aluno.

1.2 Mapas Mentais

Uma forma de organizar a aprendizagem que corrobora com a teoria da aprendizagem significativa é o uso dos mapas mentais. Os mapas mentais possibilitam organizar o que o aluno sabe sobre o conhecimento a ser trabalhado. Segundo o autor da teoria da Aprendizagem Significativa.

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante que informação na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie isso nos seus ensinamentos (AUZUBEL, 1968, p. 31).

Partindo da premissa desse autor, como usar os mapas mentais para averiguar o que o educando sabe?

O subsunçor mapa vai ficando cada vez mais rico, com mais significados, mais estável e mais capaz de interagir com novos conhecimentos. Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e, sabe-se lá, que outros tipos de mapas. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas, o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de ideia âncora para novos conhecimentos (MOREIRA, 2011, p. 16).



Segundo Buzan (2009), nosso cérebro apresenta uma gama de possibilidades para a criatividade, mas ele precisa ser estimulado e organizado mediante ferramentas corretas, a fim de que haja um melhor aproveitamento do que está sendo aprendido. Uma dessas ferramentas são os mapas mentais. Ainda segundo o autor, os mapas representam uma forma de organizar os pensamentos potencializando a análise e síntese dos conteúdos (BUZAN; BUZAN, 1994). Representam a construção de esquemas gráficos de organização de pensamentos e de conteúdos, criando sequência, relacionamento, comparação e inter-relação com o que está sendo estudado (BUZAN, 2009).

Aparentemente, usar mapas mentais pode parecer aos leigos apenas como uma mudança na forma de expor as ideias-chaves. Porém, trata-se de mais do que isso, trata-se de entender como o cérebro recebe e organiza suas experiências. Por isso, os mapas mentais são radiais e não apenas lineares, como muitas vezes acontece no processo de aprendizagem quando usamos o quadro-negro ou a própria escrita (BUZAN, 2009). Eles podem relacionar os conteúdos enquanto ideias de uma forma prática, circular, espiral, com uma palavra se relacionando a muitos outros itens ou subitens, criando assim categorizações e subcategorizações que auxiliam, inclusive, na própria memorização daquele conteúdo/ideia.

Cada informação que entra em seu cérebro (...) pode ser representada como uma esfera central da qual dezenas, centenas, milhares, milhões de ganchos são irradiados. Cada gancho representa uma associação e cada associação tem seu próprio arranjo infinito de ligações e conexões. Nestes termos, o mapa mental pode ser entendido como a representação externa do pensamento radial. Um mapa mental sempre irradia de uma imagem central. Cada imagem ou palavra se torna por si só um subcentro de associação. A estrutura radial dos mapas mentais estimula a memória, a recuperação de informações e a criatividade do indivíduo, manifestada na habilidade de estabelecer e perceber conexões por meio das palavras, imagens, cores, códigos e dimensões empregadas no mapa (BUZAN; BUZAN, 1994, p. 53).

Assim, o mapa mental contém um assunto, uma ideia central ou palavra-chave que fica no centro da folha, de preferência de forma horizontal, visando a usar todos os espaços e respeitar o modo de leitura ocidental (KEIDANN, 2013). Esse tópico e seus derivados, em pensamento neuronal, podem ser feitos com imagens, assumindo a importância delas na aprendizagem visual, valendo-se então de diferentes cores e traçados. Por meio desses traços as ideias centrais vão se unir a temas organizadores, como em um sumário, criando assim uma representação do conhecimento (BUZAN, 1996).

2 O ENSINO DE FÍSICA

Ao analisar o ensino de Física no Brasil, Moreira (2018) destaca que a pesquisa em ensino de Física, no Brasil, tem longa tradição e é reconhecida internacionalmente. Encontros nacionais de pesquisa em ensino de Física são realizados desde a década de 1980. A pós-graduação em ensino de Física também existe desde essa época, assim como revistas de pesquisa em ensino de Física ou em ensino de Ciências onde podem ser publicados artigos de pesquisa em várias áreas.

Além da pesquisa em ensino de Física, outras atividades como simpósios, oficinas, projetos, livros e demais materiais foram desenvolvidos desde o surgimento e consolidação de uma área de ensino de Física. Grandes professores pesquisadores e produtores de recursos instrucionais deixaram sua marca no ensino de Física no Brasil.

No entanto, para Moreira (2018), paradoxalmente, esse ensino está em crise. A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física 1 nas escolas, e os que existem, são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo de narrativa criticado por Finkel (1999), na educação bancária de Freire (2007), no comportamentalismo de Skinner (1972). O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física.

É óbvio que, no contexto atual, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) deveriam permear o ensino de Física. Mas isso não acontece. Como já foi destacado, esse ensino é o mesmo de sempre: aulas expositivas e listas de problemas, quadro-branco (*slides* em *PowerPoint* é a mesma coisa), livro de texto único (ou apostila única), conteúdos desatualizados, aprendizagem mecânica (“decoreba”) de fórmulas e respostas corretas.



Simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao ensino de Física no século XXI. Celulares também poderiam fazer parte dessa tecnologia que deveria permear o ensino de Física nos dias de hoje. Mas não é assim. É claro que a escola pode não ter a instrumentação necessária, mas a principal razão da não incorporação das TIC no ensino de Física na atualidade é o foco no treinamento para as provas, a ênfase nas “respostas corretas”, no emprego de fórmulas para resolver problemas conhecidos. Isso é ensino de Física? Certamente não!

Com vista a mudar a realidade da escola em que trabalho, proponho, por meio dessa pesquisa e produto educacional, alternativas para situações não corriqueiras sejam experenciadas com desejo de melhorar a qualidade do conteúdo que ensino nas minhas salas de aula, além, de colaborar com outros profissionais que desejam mudar suas práticas. Em relação à temática que intitula a seção, esclarecemos que, ao abordarmos os recursos ou as tecnologias de ensino, que podem e devem ser utilizadas em sala de aula, reportamo-nos a um conjunto de ferramentas que engloba tanto artefatos comuns quanto informáticos. Portanto, reiteramos que “recursos/tecnologias de ensino”, nesta escrita, são termos tomados como sinônimos.

Nesse percurso, os recursos educacionais (desde os mais tradicionais até os informáticos), historicamente utilizados como tecnologias de ensino, são, de acordo com Fernandes (2010), uma ligação entre a palavra e a realidade. Na perspectiva da teoria que dá suporte a essa pesquisa, o ideal seria que toda aprendizagem se transpusesse para uma situação de vida real do aprendiz.

Como o ideal nem sempre é possível de ser atingido, de acordo com Jonassen (2007), devemos aprender com as tecnologias, independente, da sua natureza ser informática ou não; a tecnologia, sendo digital ou não, deve guiar a construção do conhecimento pelo aluno, gerando aprendizagem significativa. Segundo Cruz (2019), tomando tal posicionamento como ponto de partida, é de se supor que, nos processos de ensino, não devemos nos abster de utilizar tecnologias, para facilitar as concatenações entre o que os alunos já possuem cognitivamente e os novos conhecimentos apresentados. Nessa direção, Frisch (apud KADU, 2011, p. 9) destaca que “tecnologia é a habilidade de organizar o mundo de forma que não tenhamos que senti-lo”.



De maneira geral, segundo Jonassen (2007), ao considerar o uso das tecnologias na educação, há de se ponderar a sua influência no desenvolvimento das competências dos alunos, assim como as vantagens e as desvantagens que podem advir do seu uso. De acordo com o autor (2007, p. 15):

As tecnologias têm sido tradicionalmente utilizadas nas escolas para “ensinar” os alunos do mesmo modo como o fazem os professores [...]. Não acredito, apesar de este ser um pressuposto tradicional de grande parte do ensino, que os alunos aprendam a partir de [...]. Pelo contrário, os alunos aprendem pensando de forma significativa, sendo o pensamento activado por actividades que podem ser proporcionadas por [...] ou por professores. Ao representarem o que sabem nas formas exigidas por **diferentes ferramentas cognitivas**, os alunos estão a pensar. (grifo nosso).

De acordo com o autor supracitado, ferramentas cognitivas são, portanto, aplicações que exigem que os alunos pensem de forma significativa de modo a usarem a aplicação para representar o que sabem. Para Jonassen (2007), os alunos não podem utilizar aplicações sem pensarem criticamente. Em conformidade com a citação do autor, salientamos que inúmeras pesquisas têm relatado discussões que querem mudar os rumos da educação. As referidas pesquisas têm apontado o uso de tecnologias como possibilidade de reestruturação dos processos de ensino e de aprendizagem.

Para Basso (2015), uma das argumentações implícitas está relacionada à questão de que, em sala de aula, devemos utilizar as tecnologias. Nesse sentido, Basso (2015, p. 12) argumenta que

[...] o professor utiliza tecnologia quando usa o giz, a lousa, o livro texto. [...], a tecnologia não é de modo algum somente toda a parafernália moderna que temos em todos os lugares de nossa sociedade, ela é simplesmente todo produto produzido pelo homem para as atividades que vêm desenvolvendo desde que começou a raciocinar, com intuito de melhorar sua vida cotidiana.

Com base nesse posicionamento, destacamos que quadro negro, giz e apagador são tecnologias utilizadas em praticamente qualquer sala de aula, a fim de materializar conceitos orais, tornando-os concretos e intuitivos. Corroborando com o observado, Basso (2015) ainda destaca que outras incontáveis tecnologias poderiam fazer parte do cotidiano de sala de aula como aliadas aos processos de ensino e de aprendizagem. Corroborando com o autor, Alcici (2014, p. 1) adverte que,

[...] nesse contexto, em que o uso das tecnologias são condições essenciais para o exercício pleno da cidadania, a função social da escola tem se constituído em objeto de intensos debates e questionamentos na busca de um paradigma de organização escolar que melhor atenda às necessidades do mundo moderno.



Na busca por atender tais demandas, na área da Física e outras disciplinas, nas últimas décadas, de acordo com Rosa e Orey (2015), têm-se trabalhado a disciplina sob o enfoque das “Tendências do Ensino”. Segundo os autores, este é um título que vem sendo utilizado para designar novas possibilidades trazidas pelo desenvolvimento do campo dos recursos informáticos, na elaboração de referências curriculares, livros didáticos, formação de professores e outras apropriações. Corroborando com o exposto, Valente (2014, p. 41), [...] salienta que “a incorporação dessas Tendências tem implicado na atenção e na valorização do uso da tecnologia, da resolução de problemas, [...] dentre outros elementos, como alternativas para as práticas pedagógicas”.

Segundo Rosa e Orey (2015), estas alternativas, entre outros fatores, devem-se ao fato de experiências sensíveis terem passado a ser profunda e amplamente marcadas pela ação das tecnologias que, de alguma maneira, transformaram a relação dos sujeitos com os fazeres mediados por elas. Os vínculos entre práticas educativas e tecnologias de ensino, sobretudo, informáticas, estreitam-se consideravelmente na contemporaneidade, ao menos, por duas fortes razões:

[...] os avanços tecnológicos na comunicação e informática e as mudanças no sistema produtivo envolvendo novas qualificações e, portanto, novas exigências educacionais. O impacto dessas novas realidades no ensino impõe ao menos três tipos de leitura: a pedagógica, a epistemológica e a psicognitiva (BRITO, 2006, p. 6).

De acordo com o explicitado pelo autor, o ponto de vista psicognitivo é o que vem ao encontro das percepções mais iminentes no campo do Ensino da Física, pois está diretamente imbricado com os discentes. Nesse sentido, entendemos que nenhuma intervenção pedagógica “harmonizada com a modernidade e os processos de mudanças que estão implícitos será eficaz sem a colaboração consciente dos alunos” (BRITO, 2006, p. 6). Porém, a questão nos parece mais complexa e, talvez, seja prudente abordá-la a partir de considerações sobre a presença intensificada das tecnologias em nossa sociedade, que, de certa maneira, impõe a necessidade de sua inclusão nos processos educativos.

Para Jonassen (2007), muitas tecnologias educacionais falharam porque não foram corretamente implementadas. Em busca de uma solução, sugere uma nova abordagem de ensino e de aprendizagem, na qual os professores devem renunciar, em parte, sua autoridade intelectual para dar espaço aos alunos, que devem assumir mais responsabilidade na construção de significados.



Nesse sentido, corroborando com a discussão, Ausubel (2003) destaca que, na aprendizagem significativa, o aluno é ativo na construção do seu conhecimento e participa do processo educacional. Diante disso, inferimos que, no contexto escolar, para que a aprendizagem efetivamente aconteça e seja significativa ao aluno, é necessário que este participe de atividades diversificadas que o levem a desenvolver diferentes tipos de competências cognitivas.

Em outra instância, mas envolto no mesmo propósito, o de buscar nortear o uso das tecnologias como aliadas dos processos significativos de ensino e de aprendizagem, Jonassen (2007) incita que se encontrem dentro dos processos educativos, soluções que atendam à visão atual de mundo, de cultura dos aprendizes que nasceram na Era tecnológica. A ideia em torno da qual Jonassen (2007) organiza a sua proposta é a das tecnologias de ensino como ferramentas que ajudam o aluno a pensar.

No tocante à utilização das ferramentas tecnológicas para o ensino da Física, as discussões apontam para a integração efetiva dessas tecnologias nos processos educacionais contemporâneos. Na visão de Borba (apud KALINKE, 2014, p. 91), “a incorporação de recursos tecnológicos em processos educacionais pode trazer benefícios a esses processos e acaba gerando neles interferências estruturais”. Ainda, segundo Borba, citado por Kalinke (2014), devemos nos inspirar e acrescentar novas práticas possíveis na sala de aula, observando que mais importante do que salientar os seus problemas é verificar quais as suas virtudes.

Por seu lado, Borba e Penteado (2001) defendem que a disponibilidade de novas mídias nos processos pedagógicos, em especial na sala de aula, pode modificar o pensamento matemático. Esses autores entendem que uma mídia não elimina a outra, mas que elas podem coexistir e serem utilizadas de forma simultânea. Dessa forma, é possível a presença da mídia informática em uma atividade que também utiliza as mídias lousa e giz.

Ratificando os argumentos dos autores, Alcici (2014) enfatiza que é preciso discutir e encontrar caminhos alternativos para que as tecnologias de ensino se fortaleçam cada vez mais dentro do ambiente escolar e que possam ser vistas como aliadas nesses processos. Corroborando com a asserção, Howland, Jonassen e Marra (2011) alegam que as tecnologias têm sido usadas nos ambientes escolares



para dar suporte às atividades do professor, mas ainda são subutilizadas no sentido de integrá-las às atividades dos alunos.

Segundo os autores, quando os alunos usam tecnologias para representar suas ações e construções, usam-nas a fim de pesquisar soluções de problemas que querem resolver, isto é, os estudantes se valem das tecnologias com um propósito específico. Dessa forma, aprendem significativamente. Nesse sentido, Howland, Jonassen e Marra (2011) ressaltam que a aprendizagem significativa é privilegiada quando as tecnologias de ensino envolverem os alunos em:

- ✓ Construção do conhecimento, não reprodução;
- ✓ Conversa, não recepção;
- ✓ Articulação, não repetição;
- ✓ Colaboração, não competição;
- ✓ Reflexão, não prescrição.

Nessa perspectiva, destacamos que, embora não haja menção explícita à teoria de Ausubel, podemos identificar nos atributos organizados por Howland, Jonassen e Marra (2011), convergência com sua proposta de aprendizagem. Em razão do apresentado, concebemos que a verdadeira construção do significado, que resolve a dissonância entre o que sabemos com certeza e o que percebemos, ou o que acreditamos que os outros saibam, resulta de um quebra-cabeça. Na mesma linha, Maturana (1980 apud JONASSEN, 2007, p. 216), classifica-o como uma perturbação, violação de expectativas (SCHANK, 1986 apud JONASSEN, 2007, p. 216), adaptação ao meio ambiente, que compromete ciclos de assimilação e de acomodação (PIAGET, 1985 apud JONASSEN, 2007, p. 216).

Na visão de Howland, Jonassen e Marra (2011), as tecnologias de ensino são importantes aliadas na promoção da educação, que visa desenvolver nos estudantes, habilidades para a construção do conhecimento, colaboração e pensamento crítico. Na mesma linha, Ausubel (2003, p. 24) ressalta que a “aprendizagem significativa constitui apenas o primeiro passo de um processo de assimilação mais amplo e abrangente”.



Diante dessas perspectivas e corroborando com a asserção de Ausubel (2003), Howland, Jonassen e Marra (2014) elencam algumas possibilidades para que os educandos aprendam de forma significativa no século XXI. Para os autores, eles devem ser intencionalmente envolvidos em uma atividade que tenha algum significado para eles. Essa atividade deve ser ativa, construtiva, intencional, autêntica e cooperativa. Olhando por esse prisma, Jonassen (2007, p. 24) citando Jonassen, Peck e Wilson (1999) asseveram que a aprendizagem significativa é:

Activa (manipulativa/observante) – os alunos interagem com um ambiente e manipulam objectos nesse ambiente, observam os efeitos das suas intervenções e constroem as suas próprias interpretações do fenómeno observado e dos resultados da sua manipulação;

Construtiva (articulatória/reflexiva) – os alunos integram novas experiências e interpretações no seu conhecimento prévio sobre o mundo, constroem os seus próprios modelos mentais simples, para explicar o que observam;

Intencional (complexa/contextual) – os alunos articulam os seus objectivos de aprendizagem, o que estão a fazer, as decisões que tomam, as estratégias que utilizam e as respostas que encontram;

Autêntica (complexa/contextual) – os alunos realizam tarefas de aprendizagem que se enquadram numa situação do mundo real significativa ou simuladas num ambiente de aprendizagem baseado em casos ou problemas;

Cooperativa (colaborativa/conversacional) – os alunos trabalham em grupos, negoceiam socialmente uma expectativa comum, assim como a compreensão da tarefa e os métodos que irão utilizar para a realizarem.

Em face do exposto, encontramos em Jonassen (1996), os argumentos que norteiam os pressupostos apresentados. O referido autor destaca que o conhecimento tende a ser estimulado por uma questão, ou necessidade, ou pela vontade do estudante de entender alguns fenômenos. Na mesma linha, argumenta que o que possibilita o início do processo de construção do conhecimento é uma dissonância entre o que é entendido pelo aluno e o que ele costuma observar no entorno do meio no qual está imerso. Ademais, Jonassen (1996) dá destaque generalizado não só aos encaminhamentos para a identificação da aprendizagem significativa, mas também às características do uso de tecnologias como aliadas aos processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido,

[...] essas características de aprendizagem e do uso da tecnologia são inter-relacionadas, interativas e interdependentes. Isto é, as tecnologias devem ser selecionadas e usadas nos contextos de aprendizagem de forma que não comprometam a maioria destes critérios. Porque essas características são



sinérgicas; sua combinação resulta em aprendizagens ainda maiores do que as características individuais usadas isoladamente (JONASSEN, 1996, p. 74)

Corroborando com a abordagem, Bulegon (2011, p. 38) destaca que,

[...] podemos verificar que, fora da sala de aula, a maior parte da aprendizagem ocorre pela descoberta. A exemplo disso está o uso das tecnologias, em que as crianças em idade pré-escolar e primeiros anos de escolarização, ainda não são letradas e, no entanto, já sabem operar com o computador, celular, etc. Aprendem por experimentação e manuseio do objeto de estudo, neste caso, material potencialmente significativo. Aprendem por uma necessidade, de forma isolada ou em equipe, que pode ocorrer inicialmente de forma mecânica, mas que ao longo do processo de assimilação passa pela reflexão. É uma aprendizagem que perpassa os muros escolares e que permanece por mais tempo na estrutura cognitiva dos estudantes, pois há um interesse, uma significação.

De acordo com Jonassen (1996, p. 73), “quando os estudantes se envolvem nestes significados construindo processos, a aprendizagem significativa surgirá naturalmente”. Nesse sentido, podemos inferir que, quando os alunos se tornam parte das comunidades de construção do conhecimento, tanto na sala de aula quanto fora dela, eles aprendem que existem formas variadas de visão do mundo e soluções múltiplas para a maioria dos problemas e que estas soluções podem emergir a partir da relação que fazem entre o conhecimento internalizado e o novo experenciado por eles.

Segundo Ausubel (2003), podemos identificar várias fontes de evidências inter-relacionadas que apontam e sugerem, empiricamente, que quando o aprendiz utiliza um recurso que o auxilia na compreensão de um fato novo, a aprendizagem e a retenção significativas são mais eficazes do que as correspondentes por memorização. Nessa linha, o autor argumenta que as razões provêm, em primeiro lugar, do fato de o material de instrução na aprendizagem significativa ser logicamente e, por isso, potencialmente significativo, contribuindo, sem dúvida, com algo significativo para esta superioridade; mas, “é essencialmente a superioridade nos processos de aprendizagem significativa [...] que explica, basicamente, os resultados da aprendizagem e da retenção superiores” (AUSUBEL, 2003, p. 31).

Nessa perspectiva, com base nos pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel e Jonassen, podemos dizer que a forma como os alunos constroem conhecimento depende do que eles já sabem, o que, às vezes, depende do tipo de experiências que tiveram, da forma como organizaram essas experiências em estruturas de conhecimento e das convicções que usam para interpretar objetos e



acontecimentos que encontram no mundo. Nesse sentido, os recursos de ensino utilizados podem facilitar o processo de aprendizagem.

Corroborando com o que foi colocado anteriormente, Jonassen (2007, p. 21) argumenta que “[...] as tecnologias de ensino podem apoiar a construção de significados por parte dos alunos, o que acontece quando os alunos são colocados em situações nas quais possam aprender *com as tecnologias*”. Conforme o autor, as ferramentas informáticas, assim como outros tipos de recursos de ensino, são ferramentas cognitivas adaptadas que funcionam como parceiras intelectuais do aluno, estimulando e facilitando o pensamento crítico e a aprendizagem de ordem superior, isto é, a aprendizagem efetiva. Após transitar por vários conceitos relacionados às ferramentas cognitivas (SALOMON, 1993; PEA, 1985; KOMMERS; JONASSEN; MAYES, 1992; DERRY, 1990; PERKINS, 1993), o autor conclui que “ferramenta cognitiva” é apenas um conceito. Para justificar sua conclusão, Jonassen (2007, p. 23) destaca:

As ferramentas cognitivas representam uma abordagem construtivista da utilização dos computadores, **ou de qualquer outra tecnologia**, ambiente ou actividade, que estimule os alunos na reflexão, manipulação e representação sobre o que sabem, ao invés de reproduzirem o que alguém lhes diz. Ao utilizar uma ferramenta cognitiva, o conhecimento é construído pelo aluno, não transmitido pelo professor (Grifo nosso).

De acordo com o explicitado, inferimos que as tecnologias de ensino (*internet*), uso de aparelhos celulares, computadores, *tablet*, aplicativos (*Bubb.us*, *WhatsApp*), *Phet*, projeção de *slides*, atividades experimentais, leitura de textos, aula expositiva dialogada e aula de campo) que decidimos utilizar em sala de aula motivaram e predisadiram os envolvidos no processo a querer aprender. Durante a intervenção, pudemos perceber a maneira como os aprendizes se envolveram com o estudo do tema. Dada a forma como abarcaram a proposta, inferimos que os recursos selecionados tiveram papel singular para a construção autônoma de hipóteses, propiciando o desenvolvimento da habilidade de pensar, como também o processo de compartilhamento de suas ideias.

Ao aludirem aos processos de aprendizagem ativa, construtiva, intencional, autêntica e cooperativa, Howland, Jonassen e Marra (2011) sugerem que, para atingir os estágios preconizados e alcançar uma estrutura de aprendizagem significativa, que seja eficaz para os alunos, se tomem como referência, os padrões da sociedade internacional para as tecnologias em educação, a parceria com as habilidades do



século XXI e o conhecimento de conteúdo tecnológico e pedagógico. Os pressupostos apontados pelos autores são ancorados nas deduções de Jonassen (2007, p. 308), ao ressaltar que

[...] nenhuma área de conteúdo alguma vez estudada pode ou deverá ser compreendida apenas de uma maneira. **Envolver os alunos em actividades educativas e [...] que empregam apenas uma única forma de representação do seu conhecimento constrange necessariamente a sua compreensão daquilo que estão a estudar.** Os alunos, em todos os níveis de ensino, possuem uma compreensão deficiente do conteúdo, pois é-lhes exigido que representem o que sabem apenas de uma maneira. (Grifo nosso).

Das palavras do autor, entendemos que a diversificação da utilização de recursos, estratégias e tecnologias de ensino é primordial para a ampliação do conjunto de percepções de que o aluno necessita para consolidar sua aprendizagem. Ao abordar o cenário do atual contexto educativo, Moreira (2011) sugere que a presença das tecnologias, mais especificamente do computador, amplia a visão triádica da captação de significados, considerando a interação entre aluno, professor e materiais educativos, incluindo a mediação com o computador. Segundo o autor,

[...] atividades como simulação e modelagem computacional passam a integrar o ensino não apenas como recurso didático, mas como mecanismos que podem levar a um outro tipo de cognição, a novos processos cognitivos, quiçá a uma outra aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011a, p. 173).

De acordo com Moreira (exposição oral), as precondições de ocorrência de aprendizagem significativa em um contexto tecnológico podem ser identificadas de várias maneiras, como, por exemplo, através da motivação e da participação dos alunos quando vivenciam experiências de simulação computacional. Porém, exige-se que os professores tenham certas competências compatíveis. Moreira (exposição oral) salienta que hoje, apenas reproduzir informações já não surte mais efeito nos processos de ensino e de aprendizagem. É preciso que os professores guiem os alunos, identificando o que deve ser transformado em conhecimento. E para que isto seja possível, é necessário um processo eficaz e constante de atualização do uso de determinadas ferramentas. Corroborando com o argumento de Moreira (2011), Howland, Jonassen e Marra (2011, p. 2) afirmam que,

[...] para que os alunos aprendam de forma significativa, devem se engajar voluntariamente em uma tarefa significativa. Para que a aprendizagem significativa ocorra, a tarefa deve envolver os alunos de forma ativa, construtiva, intencional, autêntica, e de forma colaborativa. Ao invés de testar o conhecimento inerte, as escolas devem ajudar os alunos a aprender como organizar e resolver problemas, compreender fenômenos novos, construir

modelos mentais desses fenômenos, e, dada uma situação nova, definir metas e regular sua própria aprendizagem (Tradução nossa8).

Em face da abordagem, Alcici (2014) explicita que a integração das tecnologias em voga não pressupõe um aluno passivo, que só recebe a informação, sem atuar sobre ela. Ao contrário, pressupõe um aprendizado ativo, no qual o aluno está construindo o seu conhecimento a partir daqueles que já possui (ALCICI, 2014). De acordo com a autora, consequentemente, o aluno passa a querer, de forma consciente, passar pelo processo de aprendizagem que o levará à incorporação de conceitos significativos.

Howland, Jonassen e Marra (2011) entendem que o ensino deve agir no sentido de que os alunos aprofundem e ampliem os significados que constroem ou adquirem por meio da participação nas atividades de aprendizagem. Ademais, os autores argumentam que as tecnologias educacionais são muito mais do que *hardware* e *software*. De fato, de acordo com os referidos autores, as tecnologias são um conjunto de conhecimentos que se aplicam em diferentes atividades, por vezes, afetando incisivamente o comportamento das pessoas.

Nesse viés, quando foi abordada a teoria da aprendizagem significativa deve ter ficado claro que uma das condições fundamentais para sua ocorrência é a predisposição para aprender, a qual é comumente interpretada como motivação. No entanto, de tudo o que foi dito sobre o conceito de interesse, na seção anterior, é fácil inferir que predisposição para aprender vai muito além de motivação.

Em termos de ensino e aprendizagem da Física é muito mais importante se concentrar no interesse dos alunos. E aí vem um grande problema para o ensino da Física: por que grande parte dos alunos não se interessa pela Física? E um grande desafio: como despertar o interesse dos alunos pela Física?

De acordo com Moreira (2020) parafraseando Dewey, há muita coisa entre as condições iniciais dos alunos e os objetivos do ensino, passando por características e fases do interesse, autorregulação (auto-observação, autojulgamento e autorreação), autodeterminação e autoeficácia de parte dos alunos. Por que os alunos não têm interesse pela Física? Por que desistem de aprender Física significativamente e ficam na aprendizagem mecânica? Porque o ensino da Física não desperta seu interesse, porque os leva a uma autorregulação negativa, a uma fraca autodeterminação, a uma baixa autoeficácia. São pontos, para reflexão.



O ensino da Física precisa ser repensado. A Física é uma herança humana. Aprender Física é um direito da cidadania e pode ser interessante, cativante. Mas para isso o ensino tradicional, formulístico, baseado na narrativa do professor e listas de problemas, tem que mudar.

Nesse sentido, Dullius (2016) destaca que as tecnologias atuais fazem com que a sociedade viva um período de intensa mudança. Tal aspecto reflete sua forma de se comunicar, relacionar, aprender, buscar conhecimento e, consequentemente, novas maneiras de pensar e de conviver. Para a autora, os processos de inserção e consolidação do uso do computador e dos dispositivos móveis digitais têm influenciado de maneira singular, o comportamento de professores e alunos, afetando sensivelmente o ambiente da sala de aula. Em relação à asserção anterior, Dullius (2016, p. 5) questiona: “Quais vantagens e desvantagens que o uso destes equipamentos proporciona na prática pedagógica dos docentes?”

Não há uma resposta única para tal questionamento; porém, cabe a cada educador refletir sobre ele, considerando que tudo o que não dominamos assusta. Pensar nos professores e tentar vislumbrar como será sua formação, uma vez que o desenvolvimento profissional é uma tarefa indispensável para qualquer prognóstico que se deseje realizar em relação à utilização das ferramentas cognitivas na educação.

Nessa perspectiva, os desafios docentes se apresentam todos os dias, como as tecnologias digitais, que, definitivamente, instalaram-se nas nossas salas de aula. Aludindo ao assunto, Para Bottentuit, Albuquerque e Coutinho (2016), as tecnologias móveis de acesso comum à maioria da população brasileira se adéquam perfeitamente às necessidades do novo aluno que emerge nos ambientes escolares. Segundo os autores, a popularidade dessas tecnologias está relacionada à permissão de troca de mensagens, áudio, vídeo e documentos de forma instantânea.

Corroborando com o posicionamento dos autores, destacamos que, no andarilhar dessa pesquisa, por exemplo, utilizamos como recurso para troca de mensagens, o *WhatsApp*, que é uma ferramenta de comunicação móvel instantânea. A tecnologia nos proporcionou, além da comunicação entre pesquisador e pesquisados, o compartilhamento de atividades inerentes à pesquisa, no caso, o envio dos mapas conceituais desenvolvidos durante a investigação.

Também utilizamos o *Bubbl.us* para a construção dos mapas conceituais. Esse software possui características que se assemelham aos pressupostos de uma brainstorming (termo inglês que significa, literalmente, “tempestade cerebral”). O *Bubbl.us* é um site gratuito, que não exige cadastro para ser usado. Para usá-lo, basta clicar em “Start Brainstorming”. Porém, caso se queira salvar os organogramas, é necessário clicar em “Create Account” (crie uma conta), preenchendo alguns dados básicos, como nome, senha e e-mail. Durante nossa intervenção, os alunos o acessaram remotamente de seus celulares, no intuito de elaborarem seus mapeamentos sem cadastramento na plataforma.

A forma de acessá-lo a partir do celular e as orientações básicas de funcionamento do software foram explicadas para o grande grupo em sala de aula, antes do início da atividade. Ressalta-se que não houve nenhum registro de dificuldades no acesso à funcionalidade e ao uso de ferramentas do *Bubbl.us*. No percurso, após sua confecção, o mapa era enviado pelo *WhatsApp* ao pesquisador, atestando eficiência, dinâmica e rapidez que as ferramentas digitais são capazes de proporcionar.

Nessa perspectiva, expande-se a aprendizagem mediada pelo uso didático de tecnologias a fim de potencializar e ampliar as possibilidades de aprender. Dispositivos móveis e suas ferramentas, como o *WhatsApp*, o *Bubbl.us*, passaram a mediar atividades de ensino e de aprendizagem, dinamizando as aulas e possibilitando ao processo educacional maior flexibilidade, criatividade, motivação, agilidade e inovação.

Considerando o potencial dos aplicativos utilizados, foi observado em pesquisas correlatas, que muitos educadores buscam utilizar não só aplicativos, mas também outras ferramentas educativas, com o intuito de potencializar a aprendizagem, desenvolvendo experiências educacionais nos processos de ensino e de aprendizagem de determinados conteúdos na disciplina da Física. Tais experiências almejam que os alunos possam aprender significativamente com os recursos disponibilizados.

Para Borba, Silva e Gadanidis (2015, p. 17), “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação e, em especial, para o ensino”. Ao discutirem as quatro fases das tecnologias digitais, Borba, Silva e Gadanidis (2015) enfatizam a forma como a sala



de aula tem se transformado para incorporar ou impedir a entrada dessas tecnologias. Segundo os autores, vídeos, internet, *Facebook*, *YouTube* e outras plataformas (*Phet*) por exemplo estão no topo do ranque e já são ferramentas consideradas naturais dentro do contexto educacional.

Em razão dos pressupostos, as atuais tecnologias e as abordagens pedagógicas decorrentes de sua crescente e irrecorribel inserção tanto em sala de aula, quanto nos estudos, na realização de pesquisas, seguramente, estão modificando de maneira significativa as relações entre professores e alunos. Assim, de acordo com Cruz, Quartieri e Kliemann (2018), o professor deixa, de fato, de constituir-se na fonte única ou privilegiada da informação, do conhecimento e da autoridade. Porém, ao mesmo tempo, torna-se cada vez mais imprescindível na construção da seletividade das fontes, dos conteúdos e das abordagens, tornando-se aliado e guia do estudante na organização e execução de suas tarefas.

Nesse sentido, Alcici (2014, p. 2) corrobora ao destacar que a função do professor prescinde “manter-se eficiente e eficaz e prestar o serviço adequado que a sociedade espera”. Para a referida autora, é hora de rever as práticas tradicionais e encontrar uma nova forma de fazer educação, sem perder de vista a essência do papel do professor, que permanece, apesar das profundas mudanças na sociedade: proporcionar um ensino de qualidade e preparar os indivíduos para o exercício pleno da cidadania (ALCICI, 2014).

Corroborando com Alcici (2014), Kalinke (2014, p. 25) argumenta que “[...] para acompanhar essas transformações, o profissional do magistério precisa estar atento ao movimento tecnológico e preparado para enfrentar as novidades com as quais se depara constantemente”. Nesse sentido, Cruz, Quartieri e Santos (2018) chamam atenção para o fato de que as tecnologias têm criado certas dinâmicas, como a plasticidade, o movimento, a bricolagem. Ao mesmo tempo, segundo os autores, elas favorecem relações mais horizontalizadas de produção e de troca de saberes, de construção de conhecimentos e de criação.

Para Rosa (2003), os seres humanos sempre foram atraídos pela natureza e seus fenômenos, de forma a irem fundamentando diferentes conhecimentos. Ao longo dessa evolução, o uso da experimentação sempre se fez presente, sobretudo na evolução da Física.



Acompanhando o desenvolvimento histórico e cultural da Física como parte da Ciência, as experiências foram deixando os grandes laboratórios e caminhando aos poucos para as salas de aula. Dar aulas por meio de experimentos comprehende usar um conjunto de atividades práticas que vão contar com o protagonismo dos estudantes na feitura das atividades, na coleta dos dados e interpretação dos resultados para a construção de conceitos (GIANI, 2010).

Segundo Reis e Silva (2013) usar experimentos no ambiente escolar promove interações sociais, diálogos e troca de informações que vão para além da interação professor-aluno, gerando ações e recursos que conseguem contribuir para a compreensão dos fenômenos naturais e os processos tecnológicos envolvidos em determinados conteúdos da disciplina.

Dessa forma, a realização de atividades práticas ou experimentos nas diferentes disciplinas ligadas as Ciências visam resgatar a intrínseca ligação entre a teoria exposta nas aulas e a realidade concreta da qual se fala. Para Freire (1997), olhando para a Educação enquanto processo social, para compreender a teoria é preciso experienciá-la. Assumindo essa premissa e indo além, Fagundes (2007) aponta que, para além da prática das experiências, a experimentação é um meio, um recurso e não o fim, ou seja, ela não é o objetivo principal da aula. Essa postura epistemológica busca usar a experimentação para criar conhecimento conceitual, científico, usando as experiências para se chegar a conclusões mais elaboradas sobre o assunto, conteúdo em questão.

Para favorecer a superação de algumas das visões simplistas predominantes no ensino de ciências é necessário que as aulas de laboratório contemplem discussões teóricas que se estendam além de definições, fatos, conceitos ou generalizações, pois o ensino de ciências, a nosso ver, é uma área muito rica para se explorar diversas estratégias metodológicas, no qual a natureza e as transformações nela ocorridas estão à disposição como recursos didáticos, possibilitando a construção de conhecimentos científicos de modo significativo (RAMOS; ANTUNES; SILVA, 2010, p. 8).

Trazendo essa necessidade para as aulas de Física, fica claro que por meio das atividades com experiências os alunos precisam compreender que o trabalho com um fenômeno, demanda o domínio de uma teoria, o que faz com que a prática da experimentação respeite ou seja guiada por 3 polos: “o referencial empírico; os conceitos, leis e teorias; e as diferentes linguagens e simbolismos utilizados em física”



(SÉRÉ; COEOLHO; NUNES, 2003, p. 38-39). Quando realizamos atividades experimentais, as relações entre essas 3 instâncias se concretizam.

Silva e Martins (2003) também confirmam essa tese ao defenderem que só devemos realizar uma experiência na sequência a uma exposição, análise teórica. Caso contrário, usa-se o laboratório a partir de uma “mente vazia” e acreditando que os experimentos vão falar por si.

Segundo a BNCC, a experimentação aparece no segundo grande objetivo da área de Ciências e Tecnologia da qual a Física faz parte:

A dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2017, p. 550).

Com isso, as práticas se aliam à postura educativa de dar protagonismo ao estudante. Entretanto, as práticas experimentais têm como palco os laboratórios, ambientes que não são ainda uma realidade concreta na educação brasileira. Mesmo mediante aos desafios de infraestrutura, compra de equipamentos e formação docente (SANTANA, 2011), realizar uma aula prática é fundamental para a apreensão e a assimilação correta dos conceitos, pois:

No que diz respeito a disciplina de Física, uma das estratégias metodológicas é a utilização do laboratório didático de física, que deve vir como instrumento mediador do professor para melhorar o entendimento do aluno, fazendo com que o aluno passe a ver através da utilização de experimentos, a Física como algo presente em seu cotidiano, como algo que instigue sua curiosidade, promovendo o interesse de investigar e tirar conclusões, deixando assim de ser uma disciplina cheia de leis, conceitos e exercícios repetitivos onde a maioria ver como algo vazio de significado, minimizando assim as dificuldades de se ensinar Física de modo significativo e consistente (CARNEIRO, 2007, p.12).

O uso dos laboratórios contempla a experimentação e também a relação entre Tecnologia e Ciência, apontada nos diferentes documentos que regem o ensino (BRASIL, 2017, PARANÁ, 2008). Outro aspecto a se considerar é que a experimentação precisa, contemplando o caráter de metodologia ativa, percurso



teórico e metodológico que faz com que o estudante participe de sua aprendizagem (BARBOSA; MORUA, 2013), fazer parte de um planejamento no qual o estudante colete, interprete e analise dados com autonomia e não apenas compare teorias e hipóteses pré-definidas (KRASILCHIK, 2000). É preciso que o educando seja levado a testar suas concepções prévias, trabalhar com suas hipóteses de forma que a atividade experimental leve em consideração tal conhecimento prévio dos alunos e que suas diferentes tarefas possam construir e reconstruir esse conhecimento, atingindo assim a aprendizagem significativa (GIANI, 2010; MOREIRA, 2011).

As argumentações de diferentes autores que subsidiaram o aporte teórico desta seção deixam a entender que a influência do uso de recursos de ensino diversificados nas aulas de Física, como construtor de aprendizagem significativa dos conteúdos físicos, vale-se de diferentes estratégias de abordagem para o desenvolvimento cognitivo do aluno. A partir dessas estratégias, busca ampliar as maneiras de aprender significativamente por parte do aluno.

Nesta seção, discorremos acerca da relação das tecnologias de ensino e aprendizagem significativa. O intuito não foi confrontá-las, mas associá-las a abordagens diferenciadas em torno dos atuais processos de ensino e de aprendizagem. Sendo assim, apresentamos na próxima seção, algumas concatenações relacionadas a Eletrodinâmica, com ênfase as *Leis de Ohm*, mostrando como sua origem está relacionada a questões mais práticas, voltadas às medidas de tensão, corrente elétrica e resistência elétrica no cotidiano.

2.1 Eletrodinâmica

Eletrodinâmica é a área da Física destinada ao estudo das cargas elétricas em movimento e os fenômenos decorrentes desse movimento. A ordenação das cargas origina o que conhecemos como corrente elétrica, responsável pelo funcionamento de diversos equipamentos que fazem parte do nosso cotidiano, sendo que dentre eles destacamos para o desenvolvimento deste produto educacional, os resistores e suas associações.

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno de equipamentos elétricos e telecomunicações (BRASIL, 2002, p. 70).

Para tratar deste campo da Física e apresentar sua aplicabilidade, “[...] uma das áreas da Física que possuem mais estudos referentes a dificuldades de aprendizagem” (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006, p.488), é preciso então desenvolver alguns conteúdos específicos da eletricidade básica, com suas nomenclaturas, fórmulas e conceitos, dos quais trataremos aqui: tipos de resistores e suas aplicações, associações de resistores em série, paralelo e mista e as Leis de Ohm.

2.2 Corrente Elétrica

Segundo Halliday e Resnick (2016), embora a corrente elétrica seja o movimento de partículas carregadas nem todas as partículas em movimento geram corrente elétrica. Para obter uma corrente elétrica em uma superfície, é necessário que haja um fluxo líquido de cargas através da superfície, como por exemplo: os elétrons livres que se movem em um fio de cobre, possuem direções arbitrárias, com velocidade média de $10^6 m/s$. Se considerarmos um plano perpendicular ao fio, os elétrons percorrem os dois sentidos do plano perpendicular inúmeras vezes por segundo, porém não há fluxo líquido de cargas e consequentemente não haverá corrente elétrica passando pelo fio. Nessas condições, para obter corrente elétrica, ligamos as extremidades do fio a uma fonte de energia. O número de elétrons que atravessam o plano em um determinado sentido, será maior do que o número de elétrons que atravessam o plano perpendicular no sentido oposto. Portanto, nessas condições, haverá um fluxo líquido de cargas consequentemente a formação de corrente elétrica. Considere uma carga (dq), em um plano e em um determinado tempo (dt), definimos corrente elétrica (i), por:

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

Para determinar por integração em um intervalo de tempo de 0 a t , temos:

$$q = \int dq = \int_0^t i dt \text{ (A corrente pode variar com o tempo)} \quad (2)$$

No sistema internacional de unidades (SI), a corrente elétrica tem unidade de Coulomb por segundo ou ampère com o símbolo A .

$$1 \text{ ampère} = 1 A = 1 \text{ Coulomb por segundo} = 1 C/s$$

2.3 Densidade da Corrente

De acordo com Halliday e Resnick (2016), ao estudar o fluxo de cargas através de uma seção de uma reta em uma determinada parte do material, precisamos utilizar da densidade da corrente ($J \rightarrow$), que possui direção e sentido igual a velocidade das cargas que formam a corrente, caso sejam positivas. Quando as cargas forem negativas, possui a mesma direção, porém o sentido é oposto a velocidade das cargas que constituem a corrente. “Para cada elemento da seção reta, o módulo J da densidade de corrente é igual a corrente dividida pela área do elemento” (HALLIDAY; RESNICK, 2016, p. 326)

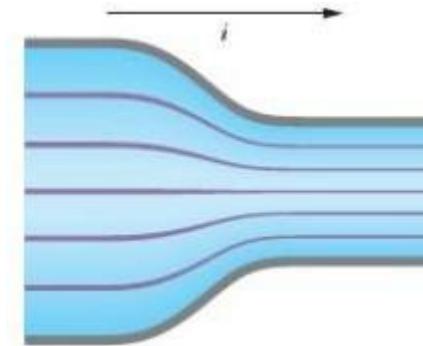
O elemento pode ser descrito com $J \rightarrow dA \rightarrow$ em que $dA \rightarrow$ é o vetor área do elemento em questão, perpendicular ao elemento, onde teremos a corrente total que percorre a seção reta.

$$i = \int j \rightarrow dA \rightarrow \quad (3)$$

As linhas representadas na Figura 2 mostram que a densidade da corrente pode variar, mostrando que a densidade será maior no condutor estreito. Quanto mais próximas as linhas da corrente, maior será a densidade.



Figura 2 - Representação das linhas de corrente com espaçamento inversamente proporcional à densidade da corrente



Fonte: Halliday e Resnick (2016, p.326).

Caso a corrente seja uniforme por toda seção reta e paralela onde $dA \rightarrow J \rightarrow$ também for uniforme e paralela a $dA \rightarrow$ a equação se torna:

$$i = \int J dA = J \int dA = JA \quad (4)$$

$$j = \frac{i}{A} \quad (5)$$

2.4 Velocidade de Deriva

Segundo Halliday e Resnick (2016), quando há formação de corrente elétrica em um condutor os elétrons se movem e tendem a derivar, com uma velocidade de deriva Vd no sentido oposto ao do campo elétrico.

Comparando a velocidade de deriva dos elétrons com a velocidade de movimentação aleatória denominada velocidade térmica (Vt), observa-se que a velocidade de deriva é relativamente pequena.

Relacionando a velocidade de deriva Vd , dos elétrons de condução com um fio ao módulo J da densidade da corrente no fio e considerando que os portadores de carga seriam positivos ao sentido de Vd e da densidade da corrente seria o mesmo, porém se os portadores de carga forem negativos o sentido de $V \rightarrow d, E \rightarrow$ e $J \rightarrow$ será oposto.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Considerando que em um fio condutor teremos todos os portadores de cargas se movimentando na mesma velocidade de deriva e que toda seção reta do fio condutor possua a mesma densidade da corrente e, por fim, que a seção reta do fio seja constante, temos:

O número de portadores em uma parte do fio é nAL e cada portador possui uma carga elementar (e), escrevemos:

$$q = (nAL)e \quad (6)$$

Onde:

q = É a carga total dos portadores;

n = É o número de portadores por unidade de volume;

A = Seção reta do fio;

L = Comprimento do fio;

e = É a carga de cada portador.

Considerando que os portadores estão se movimentando com velocidade de deriva e que as cargas estão percorrendo a seção reta do fio em um intervalo de tempo temos:

$$t = \frac{L}{Vd} \quad (7)$$

E ainda que a intensidade da corrente é dada pela taxa de variação do tempo pelo fluxo de carga escrevemos:

$$i = \frac{q}{t} = \frac{nALe}{\frac{L}{Vd}}$$

$$i = nALe \frac{Vd}{L}$$

$$i = \frac{nAeVd}{L}$$

$$i = nAeVd \quad (8)$$

Lembrando que para corrente uniforme em uma seção reta e paralela temos:

$$J = \frac{i}{A} \quad (9)$$

Escrevemos, portanto:

$$Vd = \frac{i}{nAl} = \frac{J}{ne} \quad (10)$$

Halliday e Resnick (2016), concluem que o produto ne tem unidade de medida (C/m^2) Coulomb por metro quadrado. Segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI) é denominado de densidade de carga dos portadores.

Para portadores positivos ne é positivo e a densidade da corrente e velocidade de deriva tem o mesmo sentido. Para portadores negativos, ne é negativo a densidade da corrente e velocidade da deriva tem sentidos opostos.

2.5 Resistência e Resistividade

Ao aplicarmos a mesma diferença de potencial elétrico (ddp) às extremidades de barras de mesmas dimensões feitas de materiais distintos, os valores obtidos para a resistência elétrica são diferentes devido às características do material. A resistência elétrica é determinada pela diferença de potencial elétrico entre dois pontos divididos pela corrente elétrica resultante. Portanto temos:

$$R = \frac{U}{i} \quad (11)$$

A unidade de medida do sistema internacional de unidades (SI) é volts pormampère (V/A) e a unidade utilizada para representar a resistência elétrica é o ohm (Ω). Portanto, temos:

$$1 \text{ ohm} = 1\Omega = 1 \text{ volt por ampère} = 1 \text{ V/A}$$

Para abordar a resistividade de um material, concentraremos a atenção ao campo elétrico $E \rightarrow$ que existe em um determinado ponto do material resistivo, considerando a densidade de corrente $J \rightarrow$ no ponto estudado. Portanto escrevemos a definição de resistividade por meio da equação:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (12)$$

De acordo com o Sistema internacional de Unidades (SI), combinando as unidades de E e J obtemos a unidade de ρ o ohm-metro ($\Omega \cdot m$).

$$\frac{\text{unidade de } E}{\text{unidade de } J} = \frac{V/m}{A/m^2} = \frac{Vm}{A} = \Omega \cdot m$$

2.6 Resistor

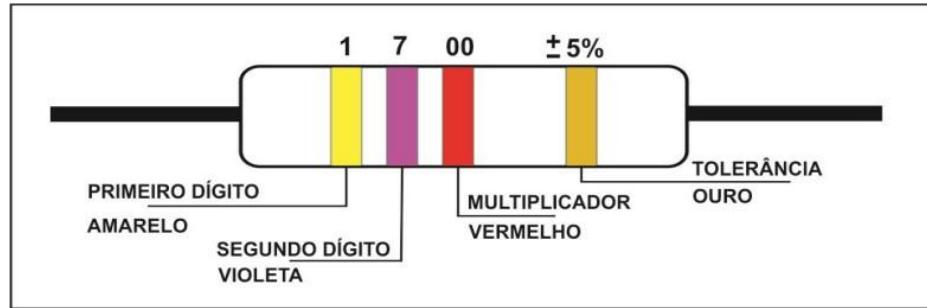
Segundo Batista e Batista (2016), o resistor é um dispositivo eletrônico que possui a função de converter energia elétrica em energia térmica, o que conhecemos como efeito Joule. Essa transformação acontece através do dispositivo que tem a característica de resistir a passagem da corrente elétrica atravessada por ele, ocasionando o aquecimento.

Os resistores podem ser classificados em dois tipos: os fixos e os variáveis. O último é aquele no qual podemos variar seu valor para a resistência, e os fixos, como o próprio nome diz, não podem variar ou alterar o valor da resistência.

Para realizar a leitura de resistência em resistores fixos, utilizamos o código de cores, que possui uma ordem de leitura de dígitos, no qual cada faixa de cor possui um valor e a posição dessa faixa no resistor possibilita obter valores numéricos e porcentuais de tolerâncias diferentes. A Figura 3 ilustra essa ordem de leitura.



Figura 3- Representação de valores de acordo com o código de cores



Fonte: Freire (UTFPR, 2016 p.10).

De acordo com Agassi, Canovas e Sorte (2016), a leitura dos resistores com código de cores pode ocasionar alguns erros caso essa leitura não siga algumas regras, como por exemplo, o lado que devemos iniciar a leitura dos códigos. Para isso, devemos seguir as seguintes indicações:

As faixas normalmente são agrupadas do lado de um dos terminais, portanto a faixa mais próxima desse terminal é a primeira, ou primeiro algarismo significativo;

- ✓ primeira faixa nunca deverá ser de cor preta, prata ou ouro, conforme tabela;
- ✓ A segunda faixa nunca deverá ser de cor prata ou ouro, conforme tabela;
- ✓ Geralmente quando não se consegue posicionar, faz-se a leitura nos dois sentidos, e a que a tabela não permitir, descarta-se. Entretanto, existem alguns resistores de precisão que se consegue ler, pela tabela, dois valores diferentes. Os resistores obedecem a uma série de valores comerciais, que basta comparar os dois valores obtidos, para verificar qual deles existe. Depois de todas as tentativas anteriores, essa última é infalível (FREIRE, 2016, p. 9).

Assim, é possível criar um passo a passo para a leitura dos códigos utilizando a Tabela da Figura 4.



Figura 4 - Tabela de código de cores dos resistores

Cor	1 ^a Faixa	2 ^a Faixa	3 ^a Faixa	Nº de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	0	
Marrom	1	1	1	1	± 1%
Vermelho	2	2	2	2	± 2%
Laranja	3	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	4	
Verde	5	5	5	5	± 0,5%
Azul	6	6	6	6	± 0,25%
Violeta	7	7	7	7	± 0,1%
Cinza	8	8	8	8	± 0,05%
Branco	9	9	9	9	
Dourado				x0,1	± 5%
Prata				x0,01	± 10%



Fonte: Mundo da elétrica (2020).¹

- ✓ **1º Passo:** Observando a primeira faixa de cor corresponde ao primeiro dígito do valor ôhmico do resistor;
- ✓ **2º Passo:** Observando a segunda faixa de cor corresponde ao segundo dígito do valor ôhmico do resistor;
- ✓ **3º Passo:** Observando a terceira faixa de cor. Essa faixa corresponde ao multiplicador de casas numéricas que o valor da resistência está submetido elevado a potência de base 10;
- ✓ **4º Passo:** A quarta faixa, a qual nem todos os resistores possuem, corresponde a faixa de tolerância. Essa faixa informa em porcentual a precisão do valor real da resistência.

2.7 Tipos de resistores e suas aplicações

(1) Resistores de Fio

Segundo Batista e Fusinato (2014), esses tipos de resistores são constituídos por um fio de longo comprimento, podendo ser enrolado sobre uma superfície de cerâmica ou vidro utilizados geralmente em aparelhos em que o principal objetivo é a

dissipação de calor, como por exemplo chuveiros, aquecedores de ambientes e ferro de passar, entre outros aparelhos.

O valor da resistência fornecida pode ser determinado conhecendo o material que constitui o resistor, seu comprimento e área da secção transversal do fio. A imagem fornecida na Figura 5 ilustra esse tipo de resistor.

Figura 5 - Representa o resistor de fio



Fonte: Mundo da elétrica (2020)²

(2) Resistores de filme de carbono

Resistores de filme de carbono dizem respeito a um resistor fixo e sua resistência é obtida na fabricação. Para tanto, é utilizado um cilindro de cerâmica que é coberto por uma película de carbono, possuindo uma largura e espessura conforme a obtenção da resistência desejada.

Um resistor de carbono possui baixo custo e seu valor numérico é disponibilizado por faixa de cores, sendo necessário a consulta a Tabela de código de cores, conforme apresentado na Figura 6.

⁵ **MUNDO DA ELÉTRICA.** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.



Figura 6 - Representação do resistor de carbono



Fonte: Mundo da elétrica (2020)

(3) Resistores Metálicos

Os resistores metálicos são fixos e semelhantes aos resistores de carbono na sua fabricação, sendo que, o que os difere é a película que faz a cobertura do cilindro, que nos metálicos é de Níquel Ni-cr, (nicromo), o que possibilita uma tolerância de 1%, garantindo maior precisão do valor da resistência e diminuindo de forma significativa o ruído emitido pelo resistor, o qual é apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Representação do resistor de carbono



Fonte: Mundo da elétrica (2020)

(4) Variação da Resistividade com a Temperatura

De acordo com Halliday e Resnick (2016). Os valores para a resistividade variam como a maioria das grandezas físicas quando sofrem variações de temperatura. Como exemplo; utilizaremos a variação da resistividade do cobre quando ocorre a variação de temperatura, essa relação entre resistividade e temperatura é



quase linear em uma larga faixa de temperaturas, possibilitando escrever uma fórmula empírica que é adequada para a maioria das aplicações práticas:

$$\rho - \rho_0 = \rho_0\alpha(T - T_0) \quad (13)$$

T_0 é a temperatura de referência que usaremos atribuindo valor de 293K (temperatura ambiente) e $\rho_0 = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, resistividade do cobre. A constante α é o coeficiente de temperatura da resistividade, é escolhida por ter concordância da resistividade obtida com a resistividade medida experimentalmente, para que seja a melhor possível na faixa de temperatura analisada.

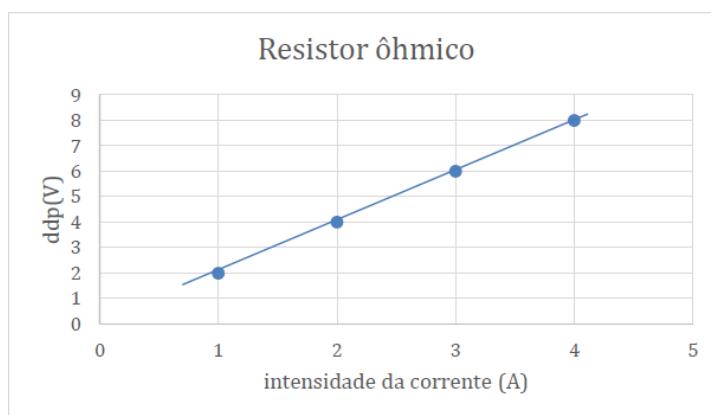
(5) 1ª Lei de Ohm

De acordo com Batista e Batista (2016), George Simon Ohm, professor de Física e Matemática, escreveu a primeira Lei de Ohm com dados observados em seu experimento, com condutores elétricos em temperatura constante. Ele realizou o procedimento em que a diferença de potencial (V) sofria variações ($U_1, U_2, U_3 \dots U_x$) e obteve valores da corrente elétrica correspondentes a ($i_1, i_2, i_3 \dots i_x$).

$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_3}{i_3} = \dots \frac{U_x}{i_x}$$

O professor Ohm percebeu que há resistores nos quais mesmo que a intensidade da corrente e a tensão sofram mudanças, os valores para a resistência permanecem constantes. Concluiu que os resistores que obtiveram essas características, poderiam ser denominados resistores ôhmicos, por apresentarem um comportamento linear, conforme representação gráfica da Figura 8.

Figura 8 - Representação gráfica de um resistor ôhmico



Fonte: O autor (2025).

Definiu então que:

Para resistores ôhmicos a diferença de potencial elétrica (ddp), deve ser diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que atravessa o resistor (i), resultando em uma constante de proporcionalidade a resistência elétrica do resistor.

Sabendo que a diferença de potencial elétrica é medida em *volts* (V) e a intensidade da corrente em ampères (A), a unidade para resistência elétrica é V/A. Para homenagear o professor George Simon Ohm, essa unidade de medida recebeu o nome de Ohm, com o símbolo Ω .

Equação conhecida como a 1^a Lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{i} \text{ ou } U = R \cdot i \quad (14)$$

R = resistência elétrica (Ω);

i = intensidade da corrente elétrica (A);

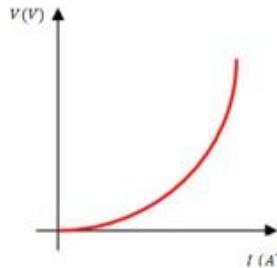
U = diferença de potencial elétrico (V).

A equação descrita é utilizada para todos os dispositivos que a corrente elétrica percorre.

Os resistores que não obedecem a primeira Lei de Ohm são classificados como resistores não-ôhmicos, por apresentarem um comportamento não linear. São exemplos os resistores LDR (*Light Dependent Resistor*) e NTC (*Negative Temperature Coefficient*). Nesses casos, a diferença de potencial elétrico não é proporcional a intensidade da corrente que atravessa o condutor, conforme representação gráfica da Figura 9.



Figura 9 - Representação gráfica de um resistor não ôhmico



Fonte: O autor (2025).

(6) 2^a Lei de Ohm

De acordo com Gaspar (2013), em seus experimentos George Simon Ohm pôde observar que, dependendo do material que constitui o resistor, seu comprimento, a área e a temperatura em que esse resistor se encontra, pode-se determinar seu valor, que é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua área da secção transversal do fio. Escreve-se, então, a segunda Lei de Ohm na expressão:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (15)$$

Onde a letra **R** representa o valor da resistência do resistor e sua unidade de medida é Ω .

A letra grega **ρ** ($rô$) é a resistividade elétrica do material que constitui o resistor e sua unidade de medida é $\Omega \cdot m$ (ohm.metro). Essa grandeza pode sofrer variação com a temperatura, como mostrado na equação 14.

A letra **L** representa o comprimento do fio e sua unidade de medida é m (metro). Por fim a letra **S**, representa a área da secção transversal do fio e sua unidade de medida é m^2 (metros quadrados).

(7) Associação de resistores

Segundo Gaspar (2013), resistores, como já definimos anteriormente são componentes utilizados em equipamentos elétricos e eletrônicos para atender às diversas necessidades dos circuitos, seja para dissipação de calor (efeito Joule) ou para limitar o fluxo de corrente no circuito. Em muitos casos, dois ou mais resistores



precisam ser conectados em série, paralelo ou mistos, dependendo do uso pretendido do circuito a fim de conseguir um valor equivalente não comercial.

(8) **Associação de resistores em série**

De acordo com Batista, Batista (2016), os resistores conectados em série suportam correntes da mesma intensidade. Os resistores devem ser colocados um atrás do outro para garantir que a corrente passe por um único caminho, produzindo assim o mesmo valor de intensidade de corrente em cada resistor. Neste modelo de correlação de resistência, a diferença de potencial total (ddp) é a soma da diferença de potencial (ddp) de cada resistor.

(9) **Propriedades:**

A intensidade da corrente (A) é a mesma em todos os resistores, mesmo no resistor equivalente.

$$i_1 = i_2 = i_3 = i_n \dots$$

A diferença de potencial elétrico total do circuito (V) é a soma das diferenças de potenciais elétricos de cada resistor.

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 \dots$$

Na associação em série, a resistência equivalente é dada pela soma das resistências elétricas dos resistores disponíveis no circuito.

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \dots \quad (16)$$

Para resistências elétricas de mesmo valor temos:

$$R_e = R \cdot n \quad (17)$$

Um exemplo desse tipo de associação em série, em nosso cotidiano, são as luzes decorativas de Natal, que na maioria estão associadas uma posterior a outra.

(10) **Associação de resistores em paralelo**

Segundo Batista, Schiavon e Batista (2018), quando conectamos dois ou mais resistores lado a lado, em dois pontos comuns, consideramos como uma associação de resistores em paralelo.

I) **Propriedades:**

Todos os resistores estão submetidos a mesma tensão fornecida pela fonte de energia.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

$$U_1 = U_2 = U_3 = U_{\text{fonte de energia}}$$

A intensidade da corrente total é a soma da intensidade da corrente de cada resistor, que são proporcionais aos valores de suas resistências.

$$i_1 + i_2 + i_3 = i_{\text{total}}$$

O inverso da resistência equivalente é determinado considerando que seja igual à soma dos inversos das resistências associadas. Temos:

- ✓ Para três ou mais resistores associados em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eg}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \quad (18)$$

- ✓ Para dois resistores associados em paralelo:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (19)$$

- ✓ Para n resistores de mesma resistência associados em paralelo, a resistência equivalente é dada:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \quad (20)$$

Um exemplo desse tipo de associação em paralelo é a associação de lâmpadas em instalações elétricas residenciais, como sala, cozinha, quartos, em escolas, na biblioteca, salas de aulas, laboratórios entre outros ambientes.

m) Associação mista de resistores

Segundo Batista e Fusinato (2014), associação mista é aquela onde encontramos resistores associados em paralelo e em série no mesmo circuito e em série ao mesmo tempo. A determinação de cada resistência equivalente deve seguir as características da associação envolvida.

2.8 Simuladores virtuais no ensino de física

Quando falamos em simuladores ou laboratórios virtuais estamos tratando da organização de experiências científicas nas quais os alunos podem executar experimentos nas mais diversas áreas do conhecimento, com ênfase nas Ciências, replicando no ambiente virtual práticas antes apenas realizadas em laboratórios físicos tradicionais (SANTOS; FREITAS; LOPES, 2020).



Os laboratórios já fazem parte da metodologia da experimentação (BRASIL, 2017, PARANÁ, 2008, SANTANA, 2011). Mas também podem responder a necessidade de interatividade nas aulas, a aprendizagem baseada em problemas e ao ensino por investigação, todas metodologias voltadas para as Ciências (NUNES, 2014).

Outro importante determinante é que os laboratórios virtuais são uma das formas de expressão da relação entre a Física, a Ciência e a Tecnologia, conseguindo assim unir o método científico, a prática investigativa aos conceitos próprios da disciplina e a efetivação dos conhecimentos por meio de recursos tecnológicos, exigência da área das Ciências da Natureza para a educação dos jovens no século XXI (BRASIL, 2017).

Sendo assim, como parte das metodologias ativas (OLIVEIRA; PONTES, 2013), o uso de diferentes softwares educacionais no ensino de Física auxilia na ludicidade e nas atividades em grupo, bem como no debate de ideias e soluções com maior protagonismo estudantil e a compreensão de fenômenos físicos por meio de técnicas de modelagem e simulação (FILGUEIRA; SOARES, 2015).

Uma das críticas a esses recursos é a de que eles podem ser vistos como o incentivo ao ensino a distância. Todavia, segundo Melo e Osso Jr (2008), os laboratórios virtuais não devem substituir os laboratórios físicos, mas agregar mais uma possibilidade educativa, uma vez que apresentam menores custos de implantação e manutenção, gerando flexibilização das atividades em ambos os ambientes.

Esse tipo de experiência social e pedagógica surgiu mediante a necessidade do uso dos laboratórios físicos em tempo real, ampliando o acesso para qualquer hora e para grandes números de cidadãos ou alunos. Assim, com os laboratórios virtuais, unem-se pesquisadores distantes temporal e geograficamente, sem custos para escolas ou empresas. O acesso ao laboratório virtual acontece por meio da rede da internet ou por CD-ROM ou DVD (BOTTENTUIT JUNIOR; COUTINHO, 2007).

Muitas experiências educativas com êxito estão sendo cunhadas nos últimos anos com o uso dos laboratórios virtuais, seja para o ensino de jovens estudantes, ou até para a formação docente na área. Heckler, Saraiva e Oliveira Filho desenvolveram e aplicaram um CD-ROM de óptica para o Ensino Médio para vários conteúdos dessa disciplina. O material apresenta textos didáticos escritos em linguagem *html*, 77



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

animações e 64 imagens criadas pelos autores, bem como 13 simuladores (Java Applets) disponíveis na internet. O trabalho foi aplicado em 40 alunos de duas turmas de terceiro ano, tendo uma boa aceitação.

Falcão e Machado (2010), desenvolveram um ambiente virtual 3D, o Laboratório para Simulação de Experimentos Físicos: LabSEF. Este espaço apresenta a capacidade de visualização estereoscópica e de simulação dos seguintes experimentos: Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado (Queda Livre), e a integração dos dois anteriores (Lançamento Oblíquo). O público-alvo era os estudantes do Ensino Médio, os quais, por meio de questionário avaliativo, afirmaram estar amplamente satisfeitos e que a aula desse conteúdo de Física se torna mais interessante com a utilização do laboratório.

Para o ensino de Astronomia, conteúdo por vezes ausente do plano de aula, Becker e Strieder (2011), apresentam uma proposta educacional por meio do simulador *Stellarium*, voltada para a formação dos professores que atuam no Ensino Fundamental e Médio da região de Cascavel-PR. Na fala dos pesquisadores, ao final da formação continuada com o simulador *Stellarium*, foi observado uma pré-disposição por parte dos professores participantes em incluir os conteúdos de Astronomia em sua prática educacional, visto que um dos obstáculos encontrados é o formato abstrato pelo qual os materiais abordam esse conteúdo.

Carraro e Pereira (2014), lançaram um estudo com a seguinte pergunta: o uso dos simuladores virtuais do PhET pode, de fato, contribuir para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos de eletrodinâmica? Os resultados do trabalho desses profissionais foram positivos para o uso dos simuladores, registrando uma mudança de conhecimentos atitudinais por parte dos alunos no Colégio Estadual Jardim Porto Alegre (EFM e Profissional) de Toledo, PR.

Fries (2018), em seu trabalho de mestrado, criou um produto educacional com o PhET trabalhando a Física Ondulatória com ênfase nos conceitos de Amplitude e Frequência da Onda, Reflexão, Difração e Interferência de Ondas. Tal Produto Educacional foi aplicado a um grupo de 20 alunos da 3^a série do período noturno do Ensino Médio, de um Colégio Público Estadual, contendo um percurso didático que buscava trazer diferentes atividades e momentos educativos baseados na Teoria da Aprendizagem Significativa. O estudo concluiu que o uso do simulador como



ferramenta auxiliar no ensino, favorece a aprendizagem dos alunos, incentiva a criatividade, a pesquisa e o protagonismo estudantil.

Também com esse simulador (o mesmo usado neste presente estudo) Carvalho, Teles e Viana (2019), organizaram uma pesquisam na escola pública estadual na cidade de Barreirinhas, MA, sobre resultados obtidos durante o uso de diversos simuladores virtuais disponíveis no portal PhET, avaliando a capacidade que os alunos tiveram em realizar medidas, analisar, interpretar, construir simulações e descrever qualitativamente dados e resultados obtidos por operações matemáticas de leis físicas. Nesse estudo os alunos demonstraram 93% de rendimento.

Leal, Silva e Menezes (2020) trabalharam com óptica geométrica no nono ano do Ensino Fundamental cidade de Água Branca - PI, durante o período da pandemia de Coronavírus, fazendo uso da aplicação de simuladores PhET como um dos recursos didáticos. Para os autores, os laboratórios virtuais potencializaram a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Santos, Freitas e Lopes (2020) realizaram experimentação e práticas de laboratório no formato *online* por meio de uma proposta didática de aula remota para a disciplina de Física também com o uso do da plataforma PhET, abordando o conteúdo de Cinemática e nele a introdução dos conceitos de Lançamento Vertic com o primeiro ano do Ensino Médio. O trabalho foi aplicado no Ensino Médio integrado ao curso Técnico em Agropecuária do Instituto Federal Farroupilha, Campus Alegrete, no formato de ensino remoto (aulas síncronas e assíncronas) durante a pandemia. Na avaliação dos autores, a utilização do laboratório virtual de aprendizagem possibilitou maior incentivo e motivação dos estudantes, resultados observados na participação nas aulas síncronas e na devolutiva de questionários avaliativos disponibilizados.

Dessa forma, o *Physics Education Technology Project* – PhET, recorrente nos trabalhos observados e também o mesmo simulador utilizado no presente estudo, é uma Plataforma com várias possibilidades de simulações em Física, Química, Matemática, Ciências da Terra e Biologia. Assim, organizada por disciplinas e conteúdos das mesmas, a plataforma permite de forma rápida e gratuita levar o pesquisador (aluno ou docente), a realizar inúmeras simulações de atividades experimentais (PHET.COLORADO, 2020).

Nesse sentido, o simulador apresentado é um dos muitos que o PhET Colorado disponibiliza. Trata-se do Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual, o qual possui



várias opções de montagens de circuitos elétricos em diversos formatos, associações de elementos do circuito, dispositivos de manobra e segurança, variação de valores e coletas de dados, oportunizando assim inúmeras situações de aprendizado.

A partir de possibilidades como essa, o uso dos simuladores está se consolidando como uma importante tendência para a Física, pois

... os simuladores virtuais são os recursos tecnológicos mais utilizados no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro-e-giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza, repetidas vezes, com um grande número de variáveis envolvidas (COELHO, 2002, p. 39).

Mais recentemente, o Instituto de Física (IF) da USP (São Paulo), lançou um Laboratório Virtual de Mecânica, que segundo a reportagem naquele momento era o único do mundo. Nele, “experiências são idealizadas, montadas, filmadas e dívidas em quadros para que os alunos possam compreender e visualizar, da melhor maneira possível, a teoria sendo aplicada” (JORNAL DA USP, 2018, s/n). Agora a proposta, que conta também com roteiros de relatórios para a análise dos experimentos e é aberta a todos, está sendo levada para as escolas pelos alunos de graduação da instituição.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Esta pesquisa objetivou **investigar quais características do objeto de aprendizagem informático de ensino, que podem favorecer a aquisição e a construção de conhecimentos pelos alunos, viabilizando indícios de aprendizagem significativa das Leis de Ohm**. Assim, esta pesquisa se baseou numa *UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa)* fundamentada nos princípios da Engenharia Didática, ancorada nos pressupostos da *Teoria de Aprendizagem Significativa*, aplicada em situação específica de sala de aula.

Nesse sentido, a partir do objetivo proposto e tomando a *UEPS* como uma ação educativa, que não pode ser sinônimo de transferência do conhecimento, mas, sim, uma ação ativa e permanente no desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem, essa pesquisa se enquadra numa abordagem do tipo qualitativa, que utiliza elementos da *Engenharia Didática*. Nessa perspectiva, esclarecemos que a



adoção dessa metodologia teve por base o fornecimento de uma relação direta entre a teoria e a prática educacional, de forma integrada com a realidade da sala de aula. Dessa forma, tivemos a oportunidade de observar como os acontecimentos são influenciados por variantes como os próprios alunos, suas culturas, suas interações com outros alunos e com o professor, o material educativo e os recursos de ensino utilizados.

Acreditamos que a abordagem qualitativa conseguiu responder às questões particulares da pesquisa, criando um espaço mais efetivo das relações, dos processos e dos fenômenos que não puderam ser reduzidos à operacionalização de variáveis, geralmente utilizadas em pesquisas quantitativas. De acordo com Gil (2010), esse tipo de estudo comprehende o sujeito e o objeto de pesquisa de forma contextualizada e inter-relacionada, algo de difícil percepção em dados estatísticos e mensuráveis. Para Triviños (1995, p. 109),

[...] a pesquisa qualitativa é descritiva, com tendência à análise indutiva onde o significado é a preocupação essencial, ou seja, aprofunda-se na interpretação e significado dos fatos e fenômenos; utiliza o ambiente como fonte natural e o pesquisador é o instrumento chave, preocupando-se com o processo e não apenas com os resultados e o produto.

Gil (2010) corrobora dizendo que a pesquisa qualitativa é exploratória. Para esse autor,

[...] as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. (GIL, 2010, p. 27).

Em face das concepções de Triviños (1995) e de Gil (2010), podemos dizer que a questão inicial que motivou a busca de sentidos e elucidações tem caráter particular. Nesse sentido, a pesquisa qualitativa nos possibilitou a descrição de eventos que apontassem respostas direcionadas a outras interpretações do problema, dando margem a justificar ou descredenciar as hipóteses substantivas formuladas.

Tomando como base as premissas dos autores, justificamos que, em nosso processo investigativo, nos preocupamos, ainda, com o delineamento das atividades e não apenas com o resultado e o produto. Por se tratar de uma pesquisa exploratória



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

(que busca definir como é um cenário), não nos limitamos à mera apuração dos dados. Nossa intenção foi concatená-los de tal modo que nos permitisse, ao final da pesquisa, ter uma visão ampla de um cenário inicialmente imerso e assim chegar próximo ao que o aluno (no caso o público pesquisado) pensou e construiu a partir da interação com os conceitos aprendidos e do desenvolvimento das atividades propostas na UEPS.

Nesse sentido, a metodologia de pesquisa, estudo e desenvolvimento de um produto educacional para aulas de Eletrodinâmica no Ensino Médio, passou pelo trabalho de contextualizar a escola selecionada para o desenvolvimento desta presente prática educativa, visualizando então um cronograma para a aplicação das aulas, a seleção dos instrumentos para coleta e análise dos dados, a eleição do caráter metodológico qualitativo e, por fim, a organização do produto educacional em um sequência de ensino.

3.1 Caracterização do trabalho

O trabalho de implementação da proposta educacional foi desenvolvido em uma escola pública do estado do Amazonas, localizada no município de Boca do Acre. A escola trabalha na modalidade de Educação Integral para o nível de Ensino Médio, com um total de 480 alunos matriculados no período diurno, sendo que os educandos estão matriculados em vinte turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, sendo nessa modalidade, 8 turmas de primeiro ano, 7 turmas de segundo ano e 5 turmas de terceiro ano (dessas, selecionamos por sorteio, 1 turma), na qual se aplicou o presente produto educacional.

Os critérios para a seleção da escola se deram por dois fatores: primeiro, pelo fato dessa escola possuir laboratório de informática com equipamentos adequados, o que é essencial para o desenvolvimento desta proposta educacional; segundo, como a escola trabalha com a modalidade de Educação Integral de ensino, apresenta carga horária ampliada com 35 aulas semanais, característica que facilitou a implementação da proposta, a qual necessitou de um total de 16 aulas para sua efetivação.

Participaram da nossa proposta educacional, o terceiro ano do Ensino Médio 3º 1 integral, composto por 21 alunos, sendo 12 meninos e 9 meninas, com faixa etária entre 16 e 17 anos.

A implementação da proposta educacional aconteceu no último bimestre do ano de 2024, entre os meses de outubro e novembro, com início no dia 01/10/2024 e término dia 22/11/2024. A proposta foi desenvolvida durante as aulas das disciplinas de Física intercaladas com as aulas de estudo orientado disciplina que faz parte da grade curricular dessa modalidade de ensino.

Como a turma conta com poucos alunos, e eles tiveram um desempenho ativo, além do esperado, ocuparam-se menos aulas do que as 18 previstas no produto, totalizando assim 16 aulas: 8 encontros de 2 aulas cada, conforme apresentaremos o quadro detalhado no decorrer da escrita.

3.2 Instrumentos de constituição de dados

Para constituição e instrumentos de coletas de dados, utilizamos questionários e mapas mentais. Nosso intuito era o de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos, verificar se os subsunções avançaram e coletar assim evidências de que a aprendizagem sobre os conteúdos de Eletrodinâmica abordados se efetivou.

A importância da coleta de dados consiste em criar estratégias para mensurar e observar sistematicamente o acompanhamento de uma determinada pesquisa. “A coleta de dados sobre fatos que são, muitas vezes, observados cotidianamente por um período prolongado de tempo, exige critérios de organização e classificação que levam o pesquisador a formular sínteses e inferências gerais” (DOURADO; RIBEIRO, 2021, p. 19).

Dentre as técnicas disponíveis como coleta de dados: questionários, observação, grupos focais, entrevistas, gravações, mapas mentais, construção de diários de campo e uso de imagens (MAGALHÃES JÚNIOR; BASTISTA, 2021), neste trabalho, demos destaque para os questionários com perguntas abertas, devido a capacidade dessa técnica em “emitir opinião e responder livremente, em texto corrido. Dificulta a tabulação e mensuração de resultados por parte do pesquisador, mas permite uma ampla análise e coleta de informações mais precisas” (FONTANA; ROSA, 2021, p. 242). Assim, por meio de questionários aplicados em diferentes momentos do produto educacional, foi possível diagnosticar os conhecimentos dos alunos, bem como sua evolução conceitual e processual quanto aos conteúdos propostos.



O uso dos mapas mentais visou a “nos fornece indícios de como o aluno tem organizado seu pensamento e como tem estabelecido as conexões” (GOMES, 2017 apud BATISTA; GOMES, 2021, p. 268). Também de demonstrar “como tem ocorrido a relação conceitual dos conhecimentos físicos propriamente ditos” (GOMES, 2017 apud BATISTA; GOMES, 2021, p. 268). Com isso, em conjunto as duas metodologias permitem ao professor, no trabalho didático com a Física, acompanhar e gerar dados quanto a maneira com que os alunos estão sendo conduzidos no caminho pedagógico, como representam seu entendimento a respeito da Eletrodinâmica, de que maneira estão evoluindo em seus subsunções e gerando assim a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

Documentos diversos como os exercícios de construção de gráficos produzidos pelos sujeitos (educandos, pesquisadores) são também instrumentos de coleta de dados. Dizem respeito a imagem como fonte de pesquisa (SILVA, 2021), na medida em que consideramos os gráficos como o domínio das representações imateriais (SILVA, 2021, p. 278). Essa técnica “tem por objetivo apresentar de forma rápida e concisa os resultados obtidos, permitindo se chegar a conclusões sobre a evolução do fenômeno ou sobre como se relacionam os valores da série” (SOLON, s/d. p. 6 apud SILVA p. 280).

Por fim, utilizaram-se os diários de campo do pesquisador. Segundo Bogdan e Biklin (2006), essa técnica permite o registro da observação participativa do pesquisador acadêmico, condutor da pesquisa, o qual pode registrar tanto os aspectos descritivos de sua pesquisa, estudo, quanto suas percepções, a visão pessoal e a própria compreensão sobre os processos e episódios acompanhados. Dessa forma, dá-se a pesquisa um caráter etnográfico, na medida em que o pesquisador se permite refletir e reestruturar constantemente os próprios achados, se fazendo assim coprodutor do conhecimento construído, na medida em que “essa ferramenta permite uma abordagem longitudinal, que abrange a diversidade de reflexões e pensamentos de cada participante, bem como seu envolvimento no processo da pesquisa” (SANO, 2021, p. 116).

3.3 Análise dos dados

Para concatenar os dados que emergiram da aplicação dos instrumentos citados, buscando identificar vestígios de uma aprendizagem potencialmente



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

significativa, alcançada a partir da aplicação da *sequência didática*, fez-se necessário que nos apropriássemos de um procedimento de pesquisa que se situa na teoria da comunicação. Nesse sentido, aproximamo-nos da *Análise Textual Discursiva*, discutida por Moraes e Galiazzi (2016).

Essa escolha levou em consideração a liberdade do investigador de transitar pelos extremos dessa análise, ora analisando o conteúdo, ora analisando o discurso dos seus interagentes. A sua utilização objetivou identificar, a partir das respostas dos testes de conhecimentos, a apresentação dos mapas conceituais e anotações do observador participante, informações que oportunizassem a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como, indícios de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora* dos conceitos e proposições relacionados ao tema.

Reportando-nos a essa questão, vale reiterar que Moraes e Galiazzi (2016) apresentam a *Análise Textual Discursiva* como uma metodologia que se insere entre os extremos da análise de conteúdo tradicional e a análise de discurso que representa um movimento interpretativo de caráter hermenêutico. Para os autores (2016, p. 21),

a análise textual discursiva parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos que examinamos. Os materiais analisados constituem um conjunto de significantes. O pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. A emergência e comunicação desses novos sentidos e significados são os objetos da análise.

Dessa forma, entendemos que a *Análise Textual Discursiva* nos possibilitou fazer deduções de qualquer uma das concepções conceituais que os alunos apresentaram, uma vez que toda mensagem escrita está repleta de informações sobre a evolução conceitual do tema e as concepções dos aprendizes. Segundo Moraes e Galiazzi (2016, p. 33),

a análise textual discursiva, inserida no movimento da pesquisa qualitativa não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, a reconstrução de conhecimentos existentes sobre os temas investigados.

Ancorados na reflexão dos referidos autores, partimos do pressuposto de que toda a leitura já é uma interpretação e que não existe uma leitura única e objetiva, ou seja, a leitura é uma construção de múltiplos significados. Nesse viés, fizemos uma



análise dos indícios obtidos em cada uma das Partes da *sequência didática* desenvolvida, sem desmerecer as demais atividades inseridas pelo professor no contexto do conteúdo de Eletrodinâmica, sempre procurando dar alguns sentidos e significados ao observado, de forma a encaminhar descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender o fenômeno investigado.

A unitarização, primeira etapa da *Análise Textual Discursiva*, nesse trabalho, caracterizou-se por uma leitura cuidadosa e aprofundada dos dados, num movimento de separação das unidades significativas. Segundo Moraes e Galiazzzi (2016, p. 137), “o pesquisador, no processo da unitarização, precisa estar constantemente atento à validade das unidades que produz. Os objetivos da investigação, o problema e as questões de pesquisa ajudam a construir essa validade”. Nesse processo, foram válidas para a pesquisa somente aquelas unidades que afirmam algo em relação ao objeto de investigação.

A análise dos dados coletados a partir da aplicação da *sequência didática* em sala de aula, ocorreu a partir dos documentos construídos pelos alunos, especialmente para essa pesquisa; por meio das respostas dos testes de conhecimentos; das atividades e exercícios propostos; dos depoimentos produzidos; da construção de mapas conceituais (os excertos analisados foram tomados por sorteio dos mapas construídos por 5 alunos na fase inicial, e foram replicados como instrumentos comparativos na aplicação final da ferramenta) e da observação participativa.

Parafraseando Moraes e Galiazzzi (2016), supomos que os dados emergentes da coleta de dados configuraram a formação de uma tempestade, uma vez que o nosso trabalho como pesquisador pôde produzir, por meio da unitarização, as condições necessárias para um processo auto-organizado de construção de novos significados em relação ao fenômeno estudado e, pela categorização, apresentar os resultados alcançados. Nesse sentido, reiteramos que a *Análise Textual Discursiva* foi adequada à investigação dos resultados da pesquisa, por ser dinâmica e fornecer a liberdade esperada para o pesquisador criar e expressar-se acerca dos dados coletados. Com relação aos instrumentos de coleta de dados, salientamos que cada um deles teve sua devida importância no contexto da responder ao questionamento:

Quais características da UEPS facilitam os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos das Leis de Ohm no contexto da Eletrodinâmica?

Feita a explicitação dos processos metodológicos elencados para esta pesquisa, apresentamos, na seção seguinte, a proposta do Produto Educacional executado por meio de uma UEPS pensada para esta investigação.

4 PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL

A proposta de trabalho consiste-se em uma sequência de atividades experimentais com o simulador *PhET-Colorado Circuito- DC*, que possibilita a montagem de experimentos similares aos de um laboratório físico, contemplando conteúdos de Eletrodinâmica, de forma interativa, investigativa e comprovatória, através da construção de experimentos por meio do laboratório virtual.

A proposta contempla atividades iniciais diagnosticas, com objetivo de reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos (subsunções), situações-problemas em forma de organizador comparativos e construção de mapas mentais.

A implementação do produto educacional tem como proposta base uma organização dividida em 6 módulos, 4 deles com 3 aulas, 1 deles com 4 aulas e 1 deles com 2 aula, totalizando então 18 aulas.

A constituição de cada módulo é descrita a seguir no Quadro 1:

Quadro 1- Proposta didática da UEPS

MÓDULO 1	ATIVIDADES PROPOSTAS
3h/a	<p>1. Reflexão dos alunos sobre a importância da eletricidade;</p> <p>2. Paralelo entre: passado e a atualidade com e sem energia elétrica;</p> <p>3. Apresentação do tema: Estudo da eletricidade básica utilizando o simulador PhET- Colorado Circuito-DC;</p> <p>4. Levantamento de conhecimentos prévios através de um questionário, para coleta de dados;</p> <p>5. Construção coletiva do mapa mental com base nas respostas do questionário inicial.</p>
MÓDULO 2	ATIVIDADES PROPOSTAS



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

3h/a	<ol style="list-style-type: none"> 1. Roda de conversa acerca da função dos componentes de um circuito elétrico simples; 2. Atividade experimental nº 1 sobre circuito elétrico realizada em grupo; 3. Apresentação dos materiais disponíveis no simulador PhET- Colorado Circuito-DC; 4. Apresentação do multímetro e realização de medida das grandezas: corrente elétrica, voltagem e resistência elétrica; 5. Abordagem dos conteúdos da primeira Lei de Ohm e suas aplicações; 6. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, da 1^a Lei de Ohm, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias.
MÓDULO 3	ATIVIDADES PROPOSTAS
4h/a	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abordagem dos conteúdos da segunda Lei de Ohm e suas aplicações; 2. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, da 2^a Lei de Ohm, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias; 3. Abordagem do conteúdo de associação de resistores em paralelo; 4. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, das associações de resistores em paralelo, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias. 5. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, das associações de resistores em misto, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias.
MÓDULO 4	ATIVIDADES PROPOSTAS/DIFERENCIAÇÃO
3h/a	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retomada da discussão sobre os aparelhos que mais gastam energia e efeito joule; 2. Atividade experimental sobre 1^a lei de Ohm; 3. Discussão sobre resistência elétrica; 4. Discussão sobre a 1^a e 2^a lei de Ohm; 5. Investigação e análise do funcionamento de um chuveiro elétrico;
MÓDULO 5	ATIVIDADES PROPOSTAS/RECONCILIAÇÃO
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retomada da aula sobre circuitos elétricos;

3h/a	<ol style="list-style-type: none"> 2. Construção do 3º mapa de conceitos com descrição de forma individual, sobre os seguintes conceitos: corrente elétrica, voltagem, resistência, potência, energia elétrica e as leis de Ohm. Experimento: construção de circuitos com lâmpadas em série e em paralelo pelos alunos; 3. Questionário com perguntas sobre o experimento. 4. Explicação das diferenças entre circuitos em série e em paralelo, pelo professor. 		
MÓDULO 6 2h/a	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 10%;">ATIVIDADES PROPOSTAS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ol style="list-style-type: none"> 1. Discussão do 3º mapa conceitual acerca dos principais conceitos de eletrodinâmica. 2. Questionário com as mesmas perguntas aplicadas para o levantamento do conhecimento prévio; 3. Avaliação da metodologia e atividades realizadas durante a UEPS por parte dos alunos e professores. </td></tr> </tbody> </table>	ATIVIDADES PROPOSTAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Discussão do 3º mapa conceitual acerca dos principais conceitos de eletrodinâmica. 2. Questionário com as mesmas perguntas aplicadas para o levantamento do conhecimento prévio; 3. Avaliação da metodologia e atividades realizadas durante a UEPS por parte dos alunos e professores.
ATIVIDADES PROPOSTAS			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Discussão do 3º mapa conceitual acerca dos principais conceitos de eletrodinâmica. 2. Questionário com as mesmas perguntas aplicadas para o levantamento do conhecimento prévio; 3. Avaliação da metodologia e atividades realizadas durante a UEPS por parte dos alunos e professores. 			

Fonte: o autor.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A implementação da proposta se deu no segundo semestre do ano de 2024, em uma turma de 3º Ano Integral de uma instituição pública da cidade de Boca do Acre/Amazonas. A turma era composta por 27 educandos, sendo 11 meninos e 16 meninas. Os conteúdos abordados versaram sobre Eletrodinâmica, elencados de acordo com o currículo do Ensino Médio e em consonância com a Proposta Curricular Pedagógica do Estado do Amazonas (2024), bem como com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

A proposta pedagógica se estruturou em 6 módulos, os quais foram aplicados em 6 momentos. As atividades propostas visaram atender não somente a ação investigativa, mas tornar-se uma referência de contextualização do assunto a outros profissionais da área que desejarem utilizá-la.

No nosso primeiro momento pesquisador/educandos fizemos algumas indagações aos alunos. Os primeiros questionamentos se seguiram de um silêncio sepulcral onde foram convidados a fazer uma reflexão a respeito do questionamento sobre a origem da eletricidade, se era uma criação do homem ou se sempre esteve presente na natureza. Outro questionamento foi acerca da importância da eletricidade



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

na atualidade e como eles, educandos, imaginavam como seria a vida de seus antepassados que não contavam com as comodidades geradas contemporaneamente pela eletricidade. Após as indagações passamos a ouvi-los em relação à origem da eletricidade e outras percepções. Com relação a investida da busca dos conhecimentos prévios dos educandos, no decorrer da escrita apresentaremos alguns excertos extraídos daquele momento em que dialogávamos e registrávamos as falas.

Durante a conversa inicial, os educandos manifestaram-se e fizeram algumas pontuações relacionadas a eletricidade como: “*eletricidade está em todos os lugares da natureza, por exemplo, nas descargas elétricas, relâmpagos*”. Também aventaram a possibilidade da eletricidade está presente no vento, uma vez que esse pode gerar energia, e no Sol, porque temos a geração de energia solar. Destacamos que houveram falas no sentido de que “*quem criou a energia foi o homem por meio das invenções tecnológicas*”. Na mesma discussão salientaram que “*a eletricidade é um fenômeno físico*”. À medida que os educandos falavam, anotávamos no quadro branco alguns termos relacionados à eletricidade que ia surgindo durante as discussões. A fala do aluno A11 mostra como ele relaciona a eletricidade com um fenômeno da natureza o que está de acordo com a matéria de ensino segundo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012), “*a física do eletromagnetismo está presente em computadores, receptores de televisão, mas também produz fenômenos da natureza como o relâmpago e o arco-íris*”.

A fala dos alunos e o diálogo estabelecido deu a oportunidade de serem esclarecidas dúvidas durante a aula sobre o entendimento dos alunos em relação à origem da eletricidade e dos avanços tecnológicos decorrentes do estudo dos fenômenos elétricos e revisar conteúdos já estudados no semestre anterior, por exemplo, o conceito de campo elétrico no interior de um condutor eletrizado e no ano anterior como a velocidade do som e da luz no ar. Alguns alunos se lembraram da importância da eletricidade para clarear as noites, outros falaram da sua importância para a indústria é como, o aluno A9 expressou:

Aluno A9: “*Antes da eletricidade tudo era feito de forma artesanal e isso demorava muito*”.

Alguns alunos citaram a importância da eletricidade no funcionamento dos aparelhos elétricos de suas casas. Houve ainda os alunos que relataram como imaginavam o cotidiano de seus antepassados.

Assim, durante a primeira aula foi possível perceber que o termo mais geral, eletricidade, era familiar para alguns alunos e que muitas dúvidas existiam como, a dificuldade em diferenciar a eletricidade como criação do homem ou fenômeno da natureza. O que pode ser esclarecido através de exemplos como a ocorrência de raios e relâmpagos. As contribuições dos exemplos dados por alunos em relação à importância da eletricidade em suas vidas mostram a possibilidade de existência de subsunções importantes no estudo desse tema fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O esclarecimento de que a eletricidade e os fenômenos elétricos não foram inventados pelo homem foi importante para que os alunos pudessem relacionar os avanços tecnológicos com o desenvolvimento da ciência e que eles também fazem parte dessa construção. Com as discussões a aula tornou-se mais participativa.

No seguimento desse primeiro encontro iniciamos a implementação da proposta educacional com o módulo 1. Depois de explicar a proposta sobre o estudo da eletricidade básica e apresentar o simulador DC – *PhET* Colorado e suas possibilidades, aplicamos um questionário a partir de imagens de alguns eletroeletrônicos (chuveiro, ar condicionado e *air fryer*) comuns de uso doméstico. Os questionamentos buscavam investigar junto aos alunos o funcionamento de cada aparelho, de cada dispositivo eletrônico responsável pelo aquecimento desses aparelhos, as características que esses artefatos apresentam em comum e a concepção que cada aluno possuía sobre o funcionamento dos eletroeletrônicos abordados na Figura 10.

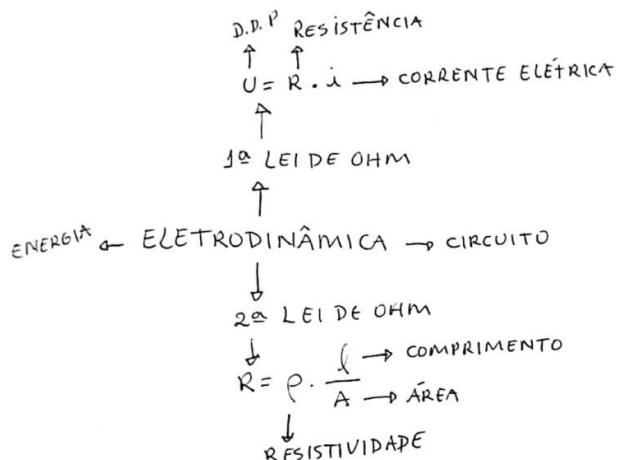
Figura 10 - Chuveiro, ar condicionado, air fryer



Fonte: o autor, 2025.

Nessa investida, elencamos algumas respostas dos alunos que subsidiaram a base para que os mesmos, de forma individual, construíssem cada qual um mapa mental acerca dos conhecimentos prévios existentes sobre como esses aparelhos funcionam e realizam o aquecimento. No seguimento, recolhemos os mapas conceituais construídos pelos alunos e os ajudamos a analisá-los utilizando como orientação a presença de alguns critérios que se ligam diretamente a construção da aprendizagem do educando, expostos por Novak e Gowin (1984): análise da hierarquia e da relação adequada entre os conceitos. Sobre o fato, Buzan (1996, 2009) esclarece que devemos procurar verificar os critérios: a abrangência dos assuntos tratados, a inserção de ideias próprias e a utilização de técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações). Assim, apresentamos na Figura 11 o mapa inicial construído pelo grupo de estudantes, G3.

Figura 11 – mapa conceitual inicial de eletrodinâmica.



Fonte: o autor, 2024.



Ao analisarmos de forma textual os mapas conceituais construídos pelos educandos, verificamos que em sua grande maioria deram destaque as fórmulas que estão relacionadas com a eletrodinâmica. De maneira mais tímida, verificamos que alguns investigados educandos utilizaram técnicas como cores, símbolos e desenhos, e seus mapas tiveram divergências acerca da hierarquização proposta por Moreira, ou seja, a relação entre conceitos e a hierarquia está ausente em todos os mapas construídos pelos educandos.

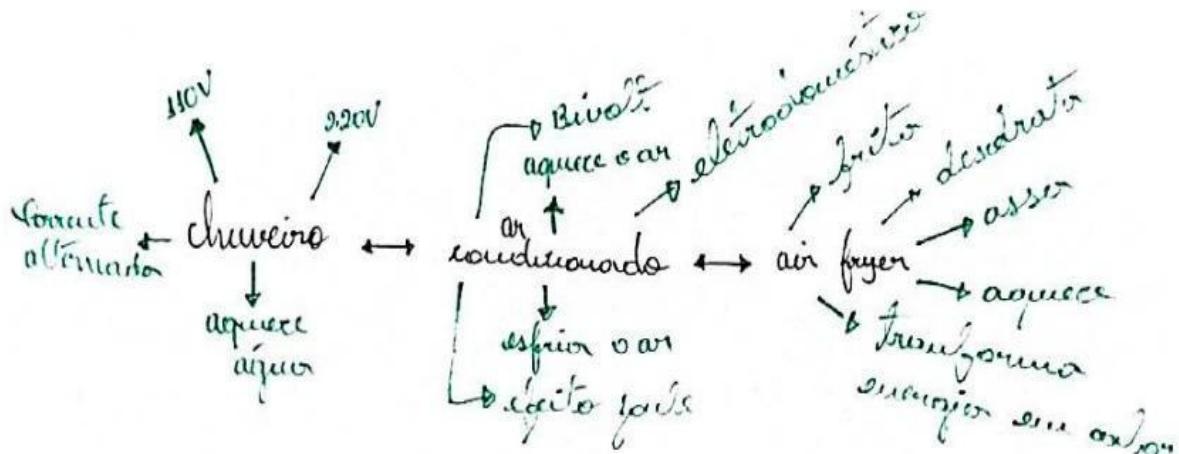
Como um conceito é uma imagem mental (NOVAK; GOWIN, 1984), um rótulo ou unidade semântica da qual se parte para a construção de pontes ou ligações entre esse conceito inicial e outros, é o que permite a aprendizagem progredir e se intensificar (MOREIRA; MASINI, 1982). Nesse sentido, a ausência de conceitos e de uma organização hierárquica elaborada e condizente com o nível de ensino demonstra que os educandos selecionados apresentaram um conhecimento ainda baseado no senso comum, ou seja, eles apresentaram subsunções, porém ainda não sistematizados, apenas ligados a origens sensoriais (concepções espontâneas baseadas em informações obtidas por meio de interações com o mundo natural) (POZO, 1998). Assim, a partir das concatenações sistematizadas pelo pesquisador em função das percepções iniciais, foi possível organizar com mais clareza o passo pedagógico seguinte sob a luz de Brasil (1997).

As fontes para a obtenção de respostas e de conhecimentos sobre o mundo vão desde o ambiente doméstico e a cultura regional, até a mídia e a cultura de massas. Portanto, as crianças chegam à escola tendo um repertório de representações e explicações da realidade. É importante que tais representações encontrem na sala de aula um lugar para manifestação, pois, além de constituir um importante fator no processo de aprendizagem, poderão ser ampliadas, transformadas e sistematizadas com a mediação do professor. É papel da escola e do professor estimular os alunos a perguntarem e a buscarem respostas sobre a vida humana, sobre os ambientes e recursos tecnológicos que fazem parte do cotidiano ou que estejam distantes no tempo e no espaço (BRASIL, 1997, p. 45).

Nesse sentido, o questionário e os mapas mentais iniciais funcionaram como um importante diagnóstico a orientar a implementação da UEPS, pois sem mensurar a quantidade ou a qualidade do que o aluno tenha aprendido antes, esse conhecimento passou a ser usado como fomento a uma nova aprendizagem (NOVAK; GOWIN, 1984). Dessa forma, os mapas conceituais demonstraram as ideias âncoras

que foram as pontes para os novos conhecimentos (AUSUBEL, 2003). Assim, também apresentamos na figura 12 um mapa construído pelo grupo de educandos G1 destacando alguns conceitos que podem ser estudados a partir dos eletrodomésticos apresentados anteriormente (chuveiro, ar condicionado, *air fryer*).

Figura 12 - Mapa conceitual dos eletrodomésticos.



Fonte: o autor, 2025.

A identificação inicial dos conhecimentos prévios é essencial no processo de ensino, porque de acordo com Ausubel et al., 1980, "... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece... (p. ix)" e investigar esses conhecimentos é essencial para ensinar de acordo. Corroborando com as ideias de Ausubel, relata (Moreira, 2010, p. 18) que os conhecimentos prévios assumem um importante papel no processo de aprender com significado, uma vez que as novas informações são incorporadas à estrutura cognitiva do sujeito que aprende e se este possuir conhecimento prévio adequado sobre determinado tema, os subsunções vão adquirindo novos significados, tornando-se diferenciados e mais estáveis.

Esse processo ocorre por meio da interação entre conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva. A busca por um trabalho pedagógico que dê condições aos educandos de aprenderem significativamente está justamente no avanço dos subsunções, na criação ou o aprimoramento desses, ou seja, ajudar os educandos a aprimorarem o senso comum apresentado, fazendo com



que tais educandos desenvolvam conceitos elaborados acerca dos conhecimentos trabalhados (MOREIRA, 2011, 2012).

Em seguida, no módulo 2 trabalhamos uma situação-problema envolvendo associação de resistores em série (circuito elétrico). Podemos pensar na situação-problema como:

Uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer obstáculos na realização da tarefa (MEIRIEU, 1998, p. 192).

Usar situações-problemas como ferramentas metodológicas implica na readaptação da “experiência prévia frente às novas situações a serem enfrentadas, na medida em que propicia reorganizar a informação ou o conhecimento armazenado na estrutura cognitiva do aluno” (ASSUNÇÃO; MOREIRA; SAHELICES, 2018, p. 34).

Segundo Ausubel (2003) resolver problemas comprehende uma maneira de usar um pensamento dirigido, uma estruturação na qual tanto a experiência prévia dos alunos e os elementos da situação-problema são reorganizados no sentido de dar conta de um determinado objetivo didático-pedagógico, valendo-se assim do uso de estratégias de solução de problemas que vão ir além da simples aplicação de princípios e exemplos. Sendo assim, “situações-problema podem funcionar como organizadores prévios, dar sentido a conhecimentos novos e serem propostas em nível crescente de complexidade” (MOREIRA, 2012, p. 47).

Assim, no início do segundo módulo, quarta aula, os educandos foram apresentados aos componentes que formam um circuito elétrico e deram opiniões sobre a função de cada um. O objetivo foi levar os educandos a externalizarem seus conhecimentos. Com a explicação dada pelo professor/pesquisador os alunos foram estabelecendo diferenças progressivas, atribuindo significados aos subsunções. Nesse contexto Pacca *et al.* (2003) utilizou desenhos desenvolvidos por alunos a partir de concepções do senso comum sobre elementos que compõem um circuito e da geração de corrente elétrica.

Nesse seguimento, apresentamos seguindo pontuações do autor os componentes de um circuito elétrico simples, como: fios condutores, interruptor, fonte, jacarés (utilizado para conectar os componentes ao fio condutor), lâmpadas incandescentes e fluorescentes, e um multímetro. Ao contextualizarem sobre os fios



os educandos demonstraram conhecimento acerca da utilidade e funcionalidade. Nas pontuações afirmaram que os fios são em sua grande parte de cobre por facilitarem o deslocamento liberando os elétrons para se moverem, esses por sua vez, eram acelerados pelo campo elétrico aplicado sobre eles como afirma Hewitt (2002). Esse autor ainda chama atenção para uma confusão que geralmente é feita quando se fala no movimento dos elétrons em fio condutor, pois é comum pensar que são os elétrons que fluem da tomada até a lâmpada quando acendemos o interruptor e na verdade é a energia que flui da tomada para lâmpada.

Acerca das funções exercidas pelos fios condutores, os educandos foram enfáticos ao atestarem que “*leva a energia por meio de redes (circuitos elétricos) de um local para outro por meio de correntes contínuas ou alternadas*”. alguns estudantes disseram que “*tinha a função de transportar a energia até as lâmpadas*”, e houveram aqueles que destacarem que “*os fios servem para o deslocamento dos elétrons que formam a corrente elétrica*”.

Ao apresentarmos o interruptor, praticamente todos os investigados destacaram de ele tem “*a função de liberar e interromper o fluxo de energia*”. Outra fala retrata que “*tem a função de ligar e desligar os objetos*”. Com relação a fala, destacamos que o aluno frisou que “*os eletrodomésticos vêm com uma chave que liga e desliga, e, isso funciona como um interruptor, assim como faz a lâmpada acender ou apagar*”. Nesse contexto, Laburú, Gouveia e Barros (2009), trabalharam circuitos elétricos aberto e fechado utilizando desenhos com seus alunos e perceberam algumas confusões em relação à função da chave (interruptor) em um circuito, como por exemplo, uma aluna pensar que a função da chave é “*dificultar a passagem da corrente*”.

Com relação a apreciação da fonte geradora, a qual utilizamos uma bateria de moto, os educandos responderam que: “*as baterias acumulam energia no seu interior por meio de circuitos elétricos e depois a distribuem de acordo com a necessidade, transporta a energia até as lâmpadas através dos fios*”. Essa resposta mostrou um entendimento bem próximo do aceito pelo conteúdo de ensino, pois de acordo com Hewitt (2002), geradores elétricos e baterias químicas são fontes de energia em circuitos elétricos, capazes de sustentar um fluxo constante de carga.

Ainda no processo de apresentação, educandos pontuaram ser a função da bateria “*armazenar os elétrons que seriam levados através dos fios até as lâmpadas*”.



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Tal pontuação nos faz inferir que o conhecimento prévio ainda precisava ser melhor fundamentado com o conteúdo em voga. Em relação às lâmpadas os alunos disseram que “*elas são as consumidoras de energia do circuito*”. Essa resposta está muito próxima da apresentada pelo professor/investigador, pois as lâmpadas e os demais receptores em um circuito elétrico transformam a energia elétrica em outro tipo.

De acordo com os excertos extraídos na fase inicial do segundo módulo relacionado ao circuito elétrico simples, podemos inferir a existência de conhecimentos prévios, porém, tais conhecimentos ainda precisam de alinhamento com o conteúdo de ensino. Logo, nossa atenção voltou-se a uma melhor fundamentação dos conceitos base.

No percurso, nossa percepção nos remete a importância da construção da situação-problema, bem como a criação de passos ou parâmetros pedagógicos posteriores coesos e ligados a situação-problema inicial na busca pela efetivação da aprendizagem significativa. É a partir dessas constatações (conhecimentos prévios levantados na situação-problema, bem como os conhecimentos prévios obtidos nas análises dos mapas mentais feitos pelos alunos) que o trabalho didático se desenvolveu e que pudemos fazer com que diferentes atividades e etapas da proposta (apresentação de conteúdos e realização de experimentos no simulador) funcionassem juntamente a situação-problema como organizadores prévios, ou seja, ferramentas capazes de suprir a deficiência de subsunções e de criar relação e discriminabilidade entre os conhecimentos antigos e os novos (MOREIRA, 2011).

A sequência pedagógica proposta precisa contemplar esse percurso, o trabalho constante com elementos pedagógicos que consigam partir do que o aluno já sabe e modificar/ampliar esse pensamento inicial (MOREIRA, 2011, 2012). E quando esse caminho se efetiva, o resultado será a superação da situação-problema (MERIEU, 1998).



Figura 13 - Alunos na montagem dos circuitos elétricos simples.



Fonte: o autor, 2024.

O principal objetivo dessa atividade experimental foi preparar o terreno, ainda que em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio dos alunos para introdução dos conteúdos corrente elétrica, voltagem e resistência elétrica. Corroborando com Moreira (2011b), são essas situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente.

Em busca de ampliar as percepções dos estudantes, o professor/investigador explicou a função de cada componente do circuito elétrico simples como o gerador elétrico, fios condutores, receptores e os dispositivos de manobra. Iniciou explicando a função do dispositivo gerador elétrico que é fornecer energia às cargas elétricas que o atravessam, depois foi falado dos condutores cuja função é permitir que as cargas circulem facilmente no circuito, logo foi comentado sobre os receptores, que transformam energia elétrica em outro tipo de energia. A seguir sobre os dispositivos de manobra, elementos que servem para acionar ou desligar um circuito elétrico.

Posteriormente, demos continuidade ao segundo módulo com a abordagem do conteúdo da 1^a Lei de Ohm. Após discussão acerca dos componentes de um circuito elétrico simples, iniciamos a primeira atividade no simulador PhET-Colorado Circuito-DC-referente a 1^a Lei de Ohm, seguindo uma sequência de atividades que inclui montagem de um circuito utilizando resistores, análise e leitura de valores e dados coletados, bem como questões de interpretação, investigação e reflexão dos valores



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

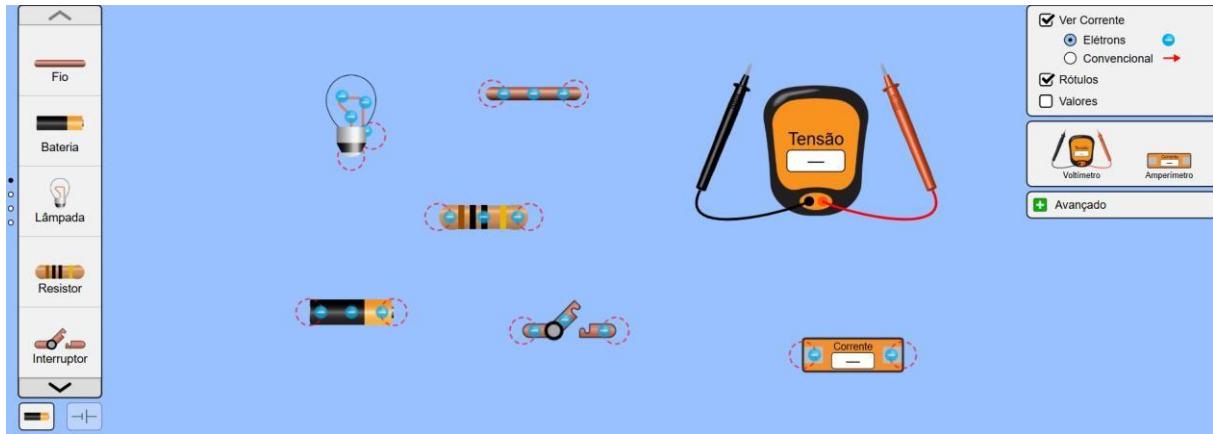
encontrados. Nas figuras 12,13 e 14 apresentamos a página inicial do *Phet-Colorado* e a interface de montagem virtual do circuito-DC.

Figura 14 - página inicial do Phet-Colorado

The screenshot shows the PhET DC Circuit Construction Kit Virtual Lab homepage. At the top, there's a navigation bar with links for SIMULAÇÕES, ENSINO, PESQUISA, INICIATIVAS, and DOAR. Below the navigation bar, the title "Kit para Montar um Circuito DC - Laboratório Virtual" is displayed. Underneath the title, there are links for Sobre, Recursos de ensino, Atividades, Traduções, and Créditos. A sidebar on the left lists categories: Tópicos, Fio, Bateria, Lâmpada, Resistor, and Interruptor. On the right, it says "PhET é suportado também por University of Colorado Boulder" and "e nossos outros parceiros, incluindo educadores como você." There are also icons for social media sharing.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab

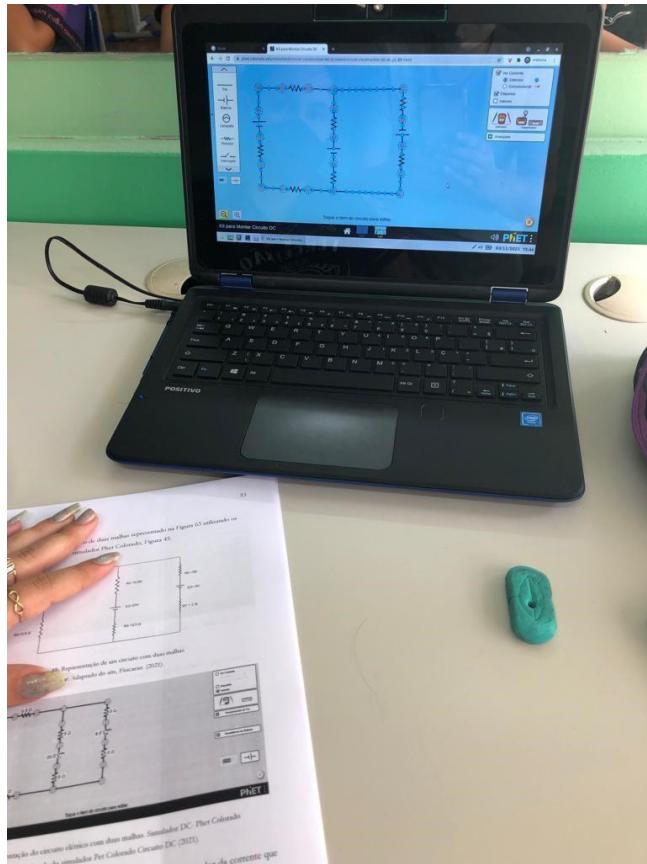
Figura 15 - interface de montagem do circuito DC



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_all.html?locale=pt_BR



Figura 16 – Montagem circuito elétrico.



Fonte: o autor

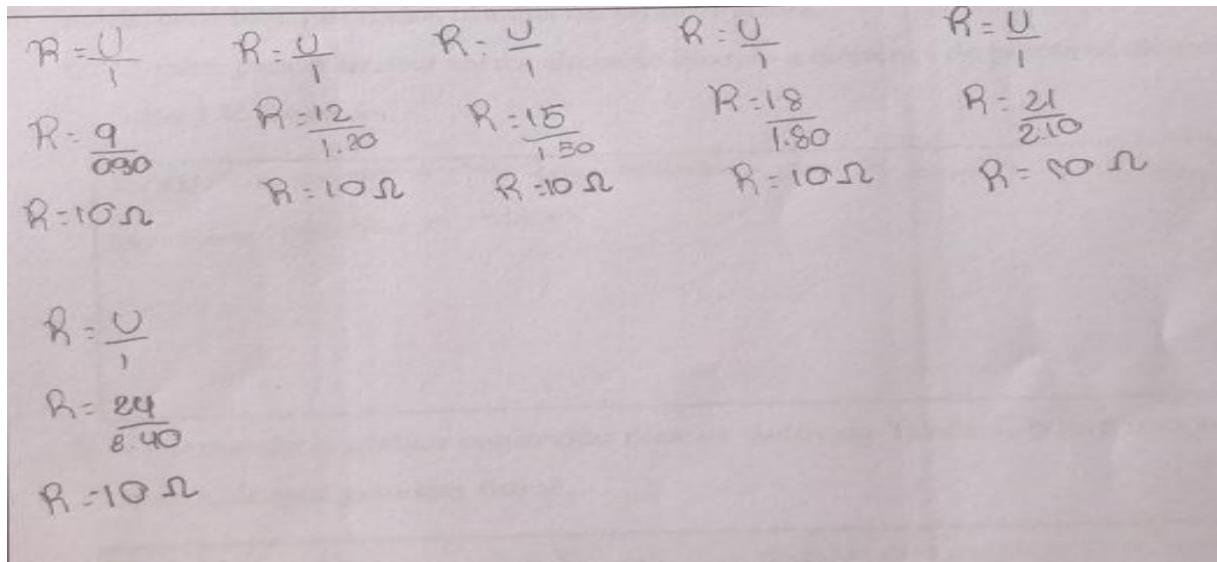
Após apresentação de como operar virtualmente com o circuito DC, convidamos os educandos a desenvolverem algumas atividades simuladas, referentes a 1^a Lei de Ohm. Como exemplo a Figura 14, 15 e 16 do aluno 4:

Figura 17 - Tabela de variação da diferença de potencial elétrico (V) (Aluno 4)

Tensão	Intensidade da corrente (A)	Resistência (Ω)
9V	0.90	10 Ω
12V	1.20	10 Ω
15V	1.50	10 Ω
18V	1.80	10 Ω
21V	2.10	10 Ω
24V	2.40	10 Ω

Fonte: aluno 4, 2024.

Figura 18 - Cálculo demonstrando a aplicação da 1^a Lei de Ohm (Aluno 4)

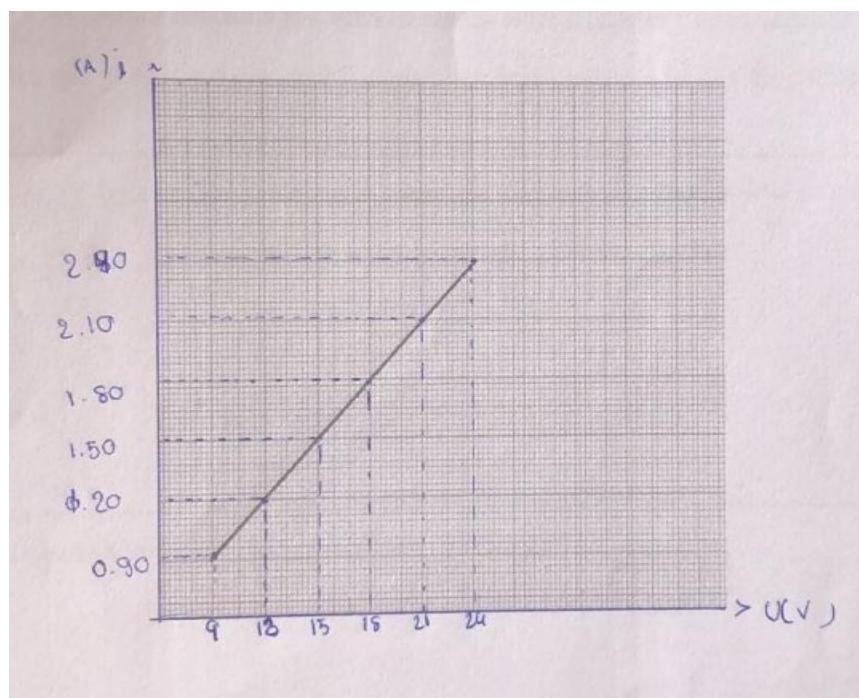


Handwritten calculations demonstrating Ohm's Law ($R = \frac{U}{I}$) for various voltage values:

- $R = \frac{9}{0.90} \quad R = 10\Omega$
- $R = \frac{12}{1.20} \quad R = 10\Omega$
- $R = \frac{15}{1.50} \quad R = 10\Omega$
- $R = \frac{18}{1.80} \quad R = 10\Omega$
- $R = \frac{21}{2.10} \quad R = 10\Omega$

Fonte: aluno 4, 2024.

Figura 19 - Construção do gráfico de tensão versus corrente elétrica (Aluno 4)



Fonte: aluno 4, 2024.

Após testarem e comprovarem algumas situações no simulador de atividades DC, fizemos questionamento com a intenção de verificar se eles foram capazes de



identificar situações que estivessem associadas a identificação da 1^a Lei de Ohm, as respostas obtidas foram:

Aluno 4: “O valor da resistência não mudou quando houve a variação de tensão e corrente elétrica, demonstrando que o resistor é Ôhmico”.

Aluno 13: “Mesmo tendo variação de tensão e corrente elétrica a resistência ficou a mesma. Isso caracteriza a 1^a Lei de Ohm”.

Ao finalizarmos a atividade proposta no simulador DC para o aprofundamento da 1^a Lei de Ohm, reportamo-nos as respostas dos educandos e constatamos que eles foram capazes de compreender os conceitos físicos relacionados a 1^a Lei de Ohm (Figura 17). Na investida, também apontaram as características de um resistor ôhmico, o que demonstra que as atividades feitas a partir do simulador, puderam funcionar como organizadores prévios do conhecimento, recursos de abstração capazes de “ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente, a subsunções que existem em sua estrutura cognitiva prévia” (MOREIRA, 2011, p. 31).

Dando continuidade, o módulo 3 iniciou com uma retomada das atividades anteriores sobre circuitos elétricos relembrando as funções dos componentes do circuito elétrico e diferenciando circuito aberto de circuito fechado. Para dar continuidade ao estudo do conceito corrente elétrica foram retomados os questionamentos feitos no início da aula sobre a relação entre corrente elétrica e voltagem em um circuito aberto ou fechado. Inicialmente foi explicado pelo professor/pesquisador que a voltagem, também conhecida por diferença de potencial, é responsável por estabelecer um campo elétrico no circuito, isso acontece quando o circuito está fechado.

A aula continuou com a apresentação de uma animação exposta pelo professor que mostrou para os alunos por meio do *datashow* ligado ao computador a simulação retirada do site: phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics que simulava um circuito elétrico nas situações aberto e fechado. Quando o circuito estava fechado, era possível visualizar o fluxo das cargas elétricas negativas e quando o circuito estava aberto não havia fluxo dessas cargas. Macêdo, Dickman e Andrade (2012), trabalhou com essas simulações do *Phet* para facilitar a aprendizagem de circuitos elétricos, o que promoveu segundo o autor, uma mudança conceitual estimulando os alunos durante as aulas.



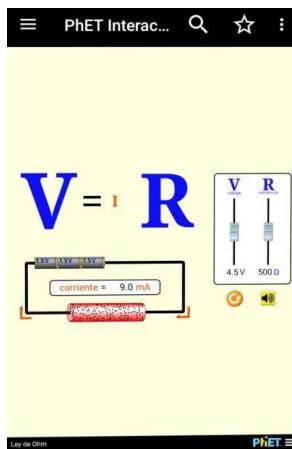
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Em seguida, iniciamos a abordagem do conteúdo da 2^a Lei de Ohm no módulo 3 por meio de slides. Continuando, retomamos para o simulador DC referente ao conteúdo da 1^a e 2^a Lei de Ohm. Nessa atividade abrimos uma discussão sobre a resistividade do fio condutor, simulando e analisando os valores para a intensidade da corrente elétrica quando a resistividade sofria alteração.

A partir das respostas aventadas ao questionamento durante o percurso do encontro sobre o que acontecia com os valores da voltagem e da corrente quando uma dessas grandezas era alterada, conduzimos uma simulação por meio do aplicativo *Chemistry e Physics Simulations*. Essa simulação mostra um circuito simples em que é possível alterar os valores da voltagem e da resistência por meio de duas chaves variáveis localizadas à direita na tela, como pode ser observado na figura 17. O objetivo dessa simulação é mostrar para os alunos, a relação entre as grandezas voltagem, corrente elétrica e resistência elétrica, equação, conhecida como primeira lei de Ohm.

Figura 20 - Print da simulação nº1 referente a 1^a lei de Ohm.



Fonte: o autor, 2024.

Inicialmente foi pedido aos alunos, que alterassem o valor da voltagem e observassem o que acontecia com as demais grandezas. O aluno A1 fez um comentário relacionado ao que estava observando:

Aluno A1: “A resistência permanece constante, mas a corrente aumenta quando aumentamos a voltagem”.

Para auxiliar quanto ao entendimento do entrelace entre a 1^a e a 2^a Lei de Ohm, propomos a realização de uma segunda simulação por meio do mesmo aplicativo

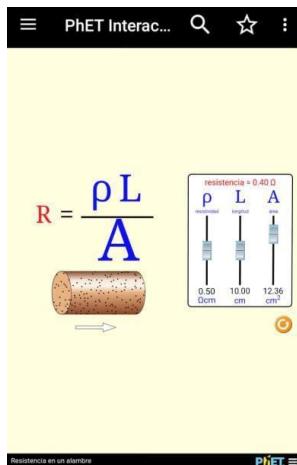


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

citado anteriormente, onde os alunos foram apresentados à 2^a lei de Ohm. Essa simulação nº 2 mostra a 2^a lei de Ohm e um pedaço de fio. Ao lado há três chaves variáveis onde é possível aumentar ou diminuir cada uma das grandezas envolvidas na Fórmula, como pode ser observada na figura 18.

Figura 21 – Print da simulação referente a 2^a lei de Ohm



Fonte: o autor, 2025.

Nessa situação eles concluíram que “*ao aumentar a resistividade, a resistência aumentava e ao diminuir, a resistência diminuía e as demais grandezas permaneciam constante*”, então com a ajuda do professor concluíram que essas duas grandezas são diretamente proporcionais. Em seguida foi alterado o comprimento do fio e as conclusões foram as mesmas, ou seja, o comprimento do fio é diretamente proporcional à sua resistência.

No entanto, antes de iniciar a simulação nº 2, o professor explicou o significado de cada uma das grandezas. A resistência (R), os alunos já conheciam porque foi visto na décima aula. A resistividade (ρ) é uma propriedade que define o quanto um material opõe-se à passagem de corrente elétrica. O comprimento do fio condutor representado por (L) e a área de secção transversal do fio condutor representado pela letra (A) que eles visualizaram na própria simulação nº 2. A resistividade vai ser falada mais adiante. Em relação à resistividade foi falado ainda que essa grandeza é uma propriedade do material e depende de fatores como a temperatura em que se encontra esse material. Essa informação é importante porque a resistividade é uma constante, mas o aluno precisa saber que se a temperatura for alterada pode influenciar no seu valor.



A simulação envolvendo a 2^a lei de Ohm levou os alunos a visualizarem, sem fazer os cálculos nesse primeiro momento, o que acontece com as grandezas envolvidas quando uma delas é alterada. Uma das principais dificuldades apresentadas pelos alunos ao estudar Física está no desenvolvimento dos cálculos, já que apresentam deficiência em operações básicas como multiplicação e divisão. Apresentar uma fórmula matemática em forma de simulação deixou a aula mais atrativa para os alunos. Corroborando com Macêdo, Dickman e Andrade (2012), ao mesmo tempo em que é preciso considerar que simulações não podem substituir atividades concretas, a modelagem computacional possui um papel importante contribuindo para sanar parte da deficiência que os alunos possuem em Matemática e Física, melhorando assim, a sua aprendizagem.

Para falar da corrente alternada foi citado como exemplo à corrente presente nas instalações residenciais em que os elétrons se movem no circuito primeiro em um sentido, depois no sentido oposto, oscilando para lá e para cá em torno de posições fixas. Erthal e Gaspar (2006) trabalharam a corrente alternada com seus alunos através de atividades experimentais dando maior ênfase a esse tema por entender que é pouco explorado no ensino médio, apesar de estar presente no cotidiano dos alunos.

E para calcular a intensidade de corrente elétrica foi mostrado um desenho de um fio e definido a intensidade de corrente elétrica I , como sendo a razão entre a carga ΔQ que atravessa uma área de secção transversal desse fio em determinado intervalo de tempo Δt , calculado por meio da relação $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

Nessa aula houve pouca participação dos alunos em relação aos questionamentos. Para melhorar a compreensão em relação ao cálculo da intensidade de corrente elétrica foi resolvido um problema pelo professor retirado do livro texto (Torres et al., 2013) adotado na escola, utilizando o quadro branco e sempre fazendo questionamentos aos alunos que nem sempre respondiam.

Pela seção transversal de um fio condutor metálico, passam $6,0 \times 10^{10}$ partículas elementares por segundo. Sendo $e = 1,6 \times 10^{-19} C$ a carga elementar, determine a intensidade de corrente elétrica que percorre esse fio.

Provocados pelo professor/pesquisador sobre as dúvidas durante a explicação do problema eles afirmaram ter compreendido o que havia sido apresentado, como podemos asseverar na fala do estudante 2 apresentada na Figura 19 a seguir.



Figura 22 – Fala do estudante 2 acerca da resistividade.

*Quanto maior a resistividade elétrica menor é a passagem da corrente elétrica.
A resistividade do fio pode ajudar ou atrapalhar a passagem da corrente elétrica.*

Fonte: o autor, 2025.

Na fala exposta, fica evidenciado que verdadeiramente houve uma introspecção dos conceitos trabalhados. Ressaltamos que o trabalho de diferenciar os conceitos elencados faz parte da estratégia de consolidação da UEPS proposta.

No seguimento nos debruçamos a trabalhar com as simulações no simulador PhET Colorado Circuito – DC, das associações de resistores em série, paralelo e misto seguindo a sequência de atividades proposta no produto educacional. Verificamos que no decorrer da implementação do terceiro módulo os alunos mostravam indícios de que o conhecimento científico estava sendo assimilado, sendo capazes de diferenciar as características de cada tipo de associação e relacionar com a situação-problema proposta como demonstra a fala do aluno 3.

Aluno 3: “*professor agora já sei como resolver o problema de um pisca-pisca quando um pedaço ficar sem acender, basta eu trocar a lâmpada que estiver queimada que todas as outras acenderão, isso se deve ao fato de as lâmpadas estarem associadas em série. Certo?*”

A situação implícita evidencia que os educandos mesmo se apropriando de um conteúdo que a princípio parece ser novo, estão refletindo sobre as respostas e contextualizações que deram para atividades anteriores. Nesse sentido, entendemos que quando o estudante toma consciência do erro que cometeu utilizando para isso conceitos físicos mais elaborados já está realizando o processo de reconciliação integradora.

No término da atividade, os alunos foram convidados a elaborarem em dupla, um mapa de conceitos de acordo com as premissas de Gowin. Ao término da aula o mapa foi entregue ao professor/investigador para posterior análise. Para analisar os

mapas conceituais foram observados os seguintes critérios: (i) usou os conceitos de forma hierárquica; (ii) usou conectivos adequados para relacionar os conceitos; (iii) relacionou corrente elétrica com o deslocamento de cargas; (iv) identificou os efeitos da corrente elétrica; (v) diferenciou a corrente contínua da corrente alternada; (vi) identificou como a corrente elétrica é calculada; (vii) diferenciou o sentido real e o sentido convencional da corrente elétrica; (viii) identificou o multímetro como aparelho de medida. Além disso, foi pedido aos alunos que instalassem em seus celulares ou tablets o aplicativo consumo elétrico e que levassem também uma conta de energia de sua casa para a próxima atividade a ser desenvolvida. O aplicativo sobre consumo de energia é grátis e pode ser baixado em sua loja de jogos e aplicativos, disponível apenas para Android (*Play Store* para usuário do sistema Android), Figura 20.

Figura 23 – Imagens do Aplicativo Consumo Elétrico



Fonte: o autor, 2025.

No percurso relembramos junto aos alunos a primeira aula do módulo I, e solicitamos que eles preenchessem com dados referentes às grandezas físicas encontradas nos aparelhos eletrodomésticos de sua residência. O objetivo dessa atividade foi fazer com que os alunos percebessem que os termos científicos, como por exemplo, voltagem, potência e corrente elétrica, fazem parte do seu cotidiano e podem ser encontrados nos equipamentos eletrônicos que eles possuem em casa.

O principal objetivo desse passo da UEPS foi trabalhar os conceitos de potência elétrica e energia elétrica utilizando atividades que levassem o aluno a refletir sobre a

presença da Física em seu cotidiano e mostrar que o conhecimento científico pode ajudá-los a entender como é feito o cálculo da energia elétrica pago por uma conta de energia, além de se questionar que atitudes podem ser adotadas em suas residências para reduzir o valor pago por essa conta.

Quando questionados acerca da diferença no preço pago por cada conta, os alunos falaram várias respostas. Um grupo de alunos falou que “*a diferença entre os preços estava relacionada à quantidade de equipamentos eletrônicos, presentes em cada residência*”. Outro grupo falou da “*quantidade de equipamentos*” e acrescentou “*o tempo de uso*” como sendo responsável pela diferença de preços nas contas. Nesse primeiro momento nenhum aluno se referiu às grandezas físicas.

O objetivo em iniciar o estudo dos conceitos de potência e energia elétrica a partir de uma atividade envolvendo a conta de energia e o aplicativo que simula o consumo de diversos aparelhos elétricos, se deu por acreditar que dessa forma fosse mais fácil para o aluno entender esses conceitos e dar significados quando relacionados com o seu cotidiano. Como afirma Moreira (2011b), no curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento servem de base para atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação.

O envolvimento da turma e os comentários dos alunos indicaram que o objetivo da aplicação das atividades envolvendo a conta de energia e o aplicativo consumo elétrico foi alcançado, já que grande parte conseguiu perceber a relação entre a potência do aparelho, o tempo de uso e consumo de energia elétrica. Corroborando com os resultados obtidos por Fonseca (2015), que utilizou uma atividade envolvendo a conta de energia, concluindo que seus alunos passaram a entender o consumo de energia elétrica nas contas de luz e a relação entre o kwh e a potência dos equipamentos.

Durante o processo da prática investigativa destacamos o protagonismo dos educandos na medida em que a proposta avançou. Tal fato criou um espaço para a criatividade e constante busca pela reorganização mental, o que representa de algum modo um avanço cognitivo acerca do conhecimento sobre os assuntos tratados. Trabalhos assim excedem o quadro e o pincel e vão ao encontro dos princípios de uma aprendizagem significativa crítica, observando o conhecimento prévio do aluno, o uso de perguntas ao invés de respostas, a diversidade de materiais e estratégias e

o abandono da narrativa como sendo uma forma exclusiva de ensino (MOREIRA, 2011).

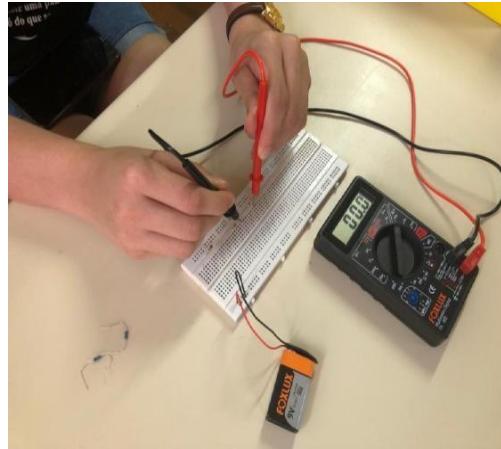
Ao término aula foi entregue, Apêndice D, elaborado pelo professor/pesquisador sobre Potência Elétrica e Energia Elétrica, adaptado do livro Texto usado (Torres et al., 2013). O objetivo em trabalhar esse texto foi apresentar o conteúdo e aprofundar os conhecimentos promovendo a diferenciação progressiva, pois “*na medida que o sujeito vai dominando, progressivamente, situações de um campo conceitual e vai adquirindo novos conhecimentos, novos significados, ele vai também, progressivamente, diferenciando seus subsunções*” (Masini e Moreira 2008, p. 35).

No módulo 4, iniciamos realizando um experimento prático de associação de resistores em série, paralelo e misto, com o objetivo de comparar dados simulados com dados apresentados no experimento prático, abrindo uma discussão sobre a alteração de valores obtidos.

No primeiro momento desse módulo os alunos foram unanimes em dizer: “*Esse simulador só pode tá com problema porque não estão se aproximando dos cálculos que estamos encontrando*”. Nesse momento, percebemos a necessidade de intervenção do professor para analisar os dados com clareza e relacioná-los com as eventuais perdas que ocorrem em um experimento físico, apontando que no simulador temos uma situação ideal com valores que não sofrem alterações e não sofrem influência do meio, Figura 21.



Figura 24 – Atividade prática



Fonte: o autor, 2025.

Ao final desse módulo e após diversas discussões acerca das atividades realizadas no simulador e no experimento físico, retomamos a situação-problema abordada no módulo 1 e comparamos as respostas iniciais com as respostas obtidas até este momento da implementação da proposta. Ao analisar as respostas iniciais e comparando-as com as respostas após a implementação da proposta, até o momento observamos que os alunos tiveram um avanço significativo na apropriação de conceitos físicos e na aplicação do conteúdo de forma adequada em uma situação do cotidiano, dando indícios de que a proposta traz bons resultados para uma aprendizagem significativa, como defendemos neste trabalho, ou seja, uma aprendizagem que represente um “(...) processos de vincular informações a segmentos preexistentes da estrutura cognitiva” (AUSUBEL, 2003, p. 94).

Na prática pedagógica proposta, a comparação entre os educandos em momentos diferentes do processo evidenciou que a estrutura cognitiva dos alunos se modificou mediante diferentes formas de abordagem do conteúdo (situação-problema, exercícios com o simulador, condução de experimentos práticos). Assim, entendemos que “a aprendizagem é significativa quando o aprendiz vê sentido nas situações de aprendizagem e atribui significado a elas” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 9).

O módulo 5 teve início com a retomada das discussões da aula anterior sobre potência elétrica e energia elétrica. A discussão se deu a partir da relação que eles fizeram utilizando o aplicativo e a conta de energia com a leitura do texto sobre Potência Elétrica e Energia Elétrica. Durante essa discussão foram apresentados alguns problemas envolvendo os conceitos de potência e energia elétrica e o cálculo do consumo de energia. Como exemplo foi apresentado um problema adaptado do livro Texto (Torres et al., 2013) utilizado na escola.



Um chuveiro elétrico que apresentava os valores 6800W e 127V. A alternativa (a) pediu para calcular a intensidade de corrente elétrica que atravessava o chuveiro, considerando-o ligado corretamente.

Os alunos foram questionados antes de resolver o problema sobre: Qual era o significado físico dos valores 6800W e 127V? A aula seguiu com um diálogo formado por perguntas e respostas e a participação ativa entre alunos e professor, conforme relatado.

Em relação ao valor 6800W, os alunos foram unanimes em dizer que “*se referia a potência do chuveiro*”.

Aluno 2: “*Esse valor alto de potência faz com que esse chuveiro gaste muita energia*”. A observação feita pelo A2 mostrou sua compreensão em relação a essa grandeza.

Em relação ao valor 127V, um grupo de alunos falou que se referia “*a voltagem da tomada onde o chuveiro seria ligado*”. Nesse momento achei oportuno fazer uma relação entre essa situação envolvendo a voltagem para ligar o chuveiro e o experimento nº1 sobre circuitos elétricos. Então, foi perguntado:

Qual a função da tomada de 127 V para que o chuveiro funcionasse? Aluno 10 logo respondeu: “*Só haverá corrente no chuveiro quando ligar na tomada*”.

Após esse comentário o professor utilizando o quadro branco perguntou aos alunos: Qual a relação utilizada para calcular a corrente elétrica nesse caso?

Os alunos foram unanimes em citar a relação $P = U \cdot I$, onde P é a potência, U é a voltagem e I representa a corrente elétrica que no sistema internacional de unidades é medida em Ampère (A).

Quando os alunos se depararam com essa divisão, muitos falaram que não sabiam resolver e pediram para fazer no celular. Nesse momento eles foram incentivados a tentar fazer o cálculo sem utilizar o celular ou calculadora. A maioria não conseguiu calcular, então o professor foi pausadamente explicando cada passo, como sempre costuma fazer em suas aulas, pois a dificuldade em divisão e multiplicação infelizmente é um dos grandes problemas enfrentados nessa disciplina.

No andarilhar da proposta, ainda no módulo 5, propomos a construção do 3º mapa de conceitos com descrição de forma individual, sobre os seguintes conceitos: corrente elétrica, voltagem, resistência, potência, energia elétrica e as leis de Ohm. A proposta foi construir um mapa mental com o objetivo de diagnosticar se os

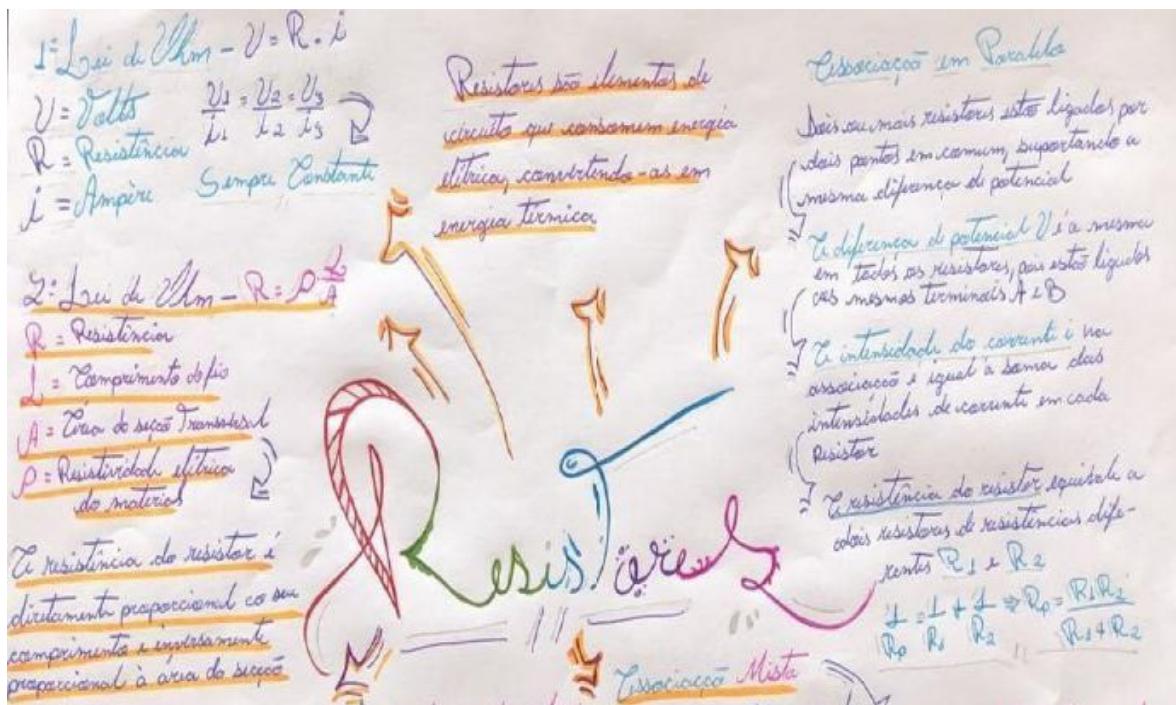
subsunçores avançaram no decorrer da proposta, bem como verificar o desempenho dos alunos utilizando o simulador PhET Colorado Circuito – DC como ferramenta metodológica de ensino. Visando analisar o desempenho dos estudantes, utilizamos os mesmos critérios analisados nos mapas mentais iniciais: a análise da hierarquia e da relação adequada entre os conceitos (NOVAK; GOWIN, 1984); a abrangência dos assuntos tratados, a inserção de ideias próprias e a utilização de técnicas (cores, símbolos, imagens, desenhos, equações) (BUZAN 1996, 2009), e comparamos os critérios quantitativamente apresentados nos dois distintos momentos pedagógicos da implementação. Os resultados são apresentados nas Figuras 22.

Figura 25 – Mapa mental final do aluno 6.



Fonte: o autor, 2024.

Figura 26 – Mapa mental final do aluno 15.



Fonte: o autor, 2024.

Analizando os mapas mentais construídos pelos alunos e seguindo os critérios estabelecidos, percebemos que houve um desempenho significativo no critério “abrangência do assunto”. Também o critério “inserção de ideias próprias” passou melhorou substancialmente. Por fim, os critérios “hierarquia e a relação entre os conceitos” que estavam ausentes no mapa mental inicial tiveram ambos um aumento significativo até esse momento da implementação da proposta, demonstrando indícios de aprendizagem significativa proporcionada pelo trabalho com a diferenciação progressiva.

Na teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003, MOREIRA, 2011, 2012, MASINI; MOREIRA, 2008), o princípio da diferenciação progressiva prevê a aprendizagem na qual as ideias e conceitos mais gerais e mais inclusivos de um conteúdo/disciplina vem em primeiro lugar no planejamento pedagógico, sendo em seguida progressivamente diferenciados em seus detalhes e em suas particularidades. Segundo esse percurso, enquanto docentes estamos imitando a consciência psíquica do aluno, a forma como “quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento” (MASINI; MOREIRA, 2008, p.30). As atividades planejadas em cada módulo e os objetivos de



cada uma delas precisam serem coesos e integrados na busca pela imitação desse percurso mental do estudante.

Percebemos também que os alunos estruturam em seus pensamentos conceitos físicos trabalhados até esse momento de implementação da proposta, conceitos estes representados pelas palavras: resistividade, energia térmica, tensão, corrente elétrica e energia. A presença desses conceitos antes não visíveis nos mapas mentais iniciais produzidos pelos educandos se deve ao desenvolvimento de atividades teóricas e práticas com o simulador PhET Colorado, visto que neste momento já estamos no módulo 5. Diferentes estudos apontam que o trabalho com simuladores em Física apresenta como possibilidade o trabalho significativo com conteúdos, por vezes tidos como abstratos, a melhora geral dos resultados de aprendizagem, a relação dos conteúdos com o cotidiano dos educandos e a criação de comportamentos estudiantis questionadores. Segundo Leal, Silva e Meneses (2020):

A utilização de simulações virtuais no ensino de ciências possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levá-lo a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos do seu cotidiano (p.5).

Ao final do módulo 5, os alunos desenvolveram um exercício relacionando as características de associação de resistores em série e paralelo, e foram capazes de identificar e realizar os cálculos necessários para determinar, portanto, o valor da resistência equivalente e a intensidade da corrente elétrica fornecida pela fonte de alimentação do circuito simulado.

No encerramento deste módulo, abrimos uma roda de conversa sobre as simulações feitas no simulador PhET Colorado Circuito – DC e a relação com a situação-problema abordada no módulo 5. Analisamos em um grande grupo os resultados obtidos, as conclusões que cada aluno obteve e a aplicabilidade dos novos conhecimentos. Nesse momento, os alunos levantaram hipóteses de possíveis soluções para o problema das instalações irregulares, não mais pautadas em conhecimentos de senso comum, mas sim estruturados em pensamentos de conhecimentos físicos.

No módulo 6, após nos reportarmos as atividades anteriores envolvendo as leis de Ohm, com a utilização de experimentos e simulações, abrimos espaço para os

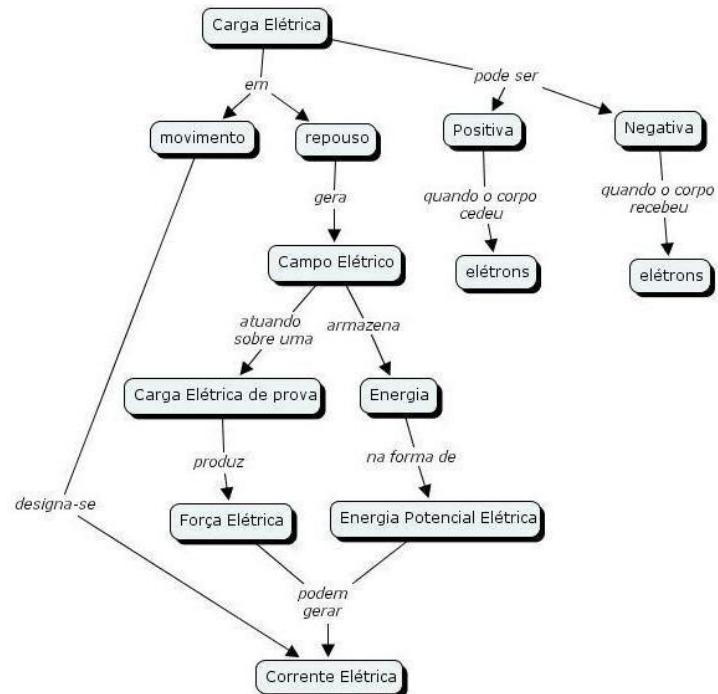


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

alunos analisarem e selecionarem os principais conceitos estudados até o momento, ou seja, oportunizamos os estudantes a reestruturarem o mapa de conceitos individual construído no fechamento do módulo 5, como resultado apresentamos o excerto do aluno 8 e 22 figuras 14 e 15. O objetivo dessa atividade foi que os alunos promovessem a reconciliação integrativa que aconteceu quando os eles estabeleceram relações entre os conceitos, organizados de maneira hierárquica, relacionando-os e atribuindo significados no mapa.

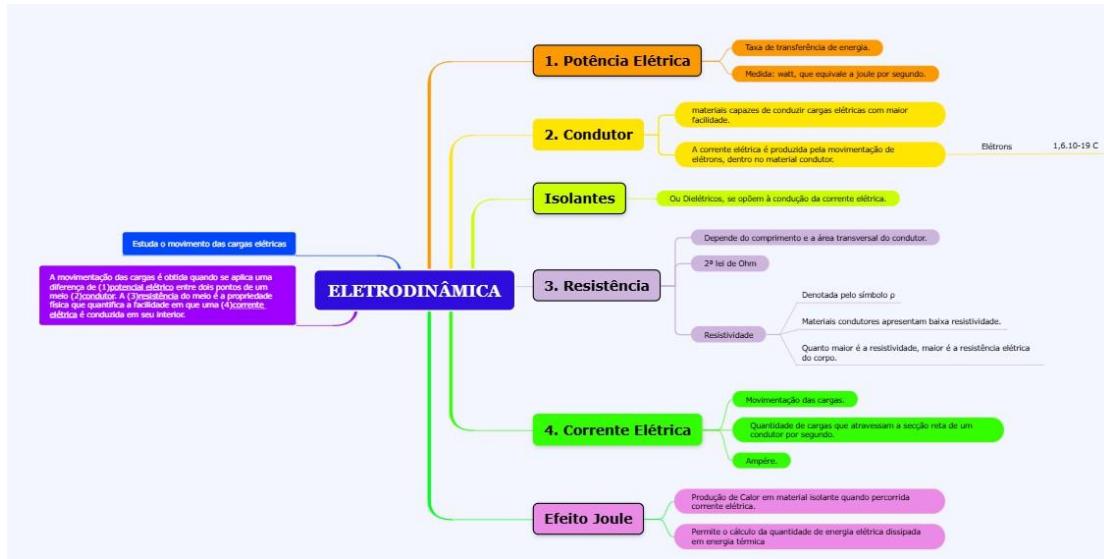
Figura 27 – Mapa conceitual eletrodinâmica.



Fonte: aluno 14, 2024.



Figura 28 – Relação entre conceitos de eletrodinâmica.



Fonte: aluno 15, 2024.

Após exposição e pré-discussão dos mapas, solicitamos aos estudantes que trocassem os mapas entre si, e que, após uma leitura silenciosa eles seriam convidados a fazerem a exposição do que tinham entendido a partir da leitura do mapa conceitual do colega. De início, os alunos foram resistentes ao comentar o mapa do colega. Depois de uma intervenção do professor/investigador, mostrando que não existe mapa certo ou errado, e que naquele momento, o importante era saber como o educando fazia a leitura de um mapa construído por outro estudante, finalmente dois alunos A1 e A14 aceitaram lê seus mapas invertidos e fazer os comentários sobre o que entenderam e das dificuldades encontradas.

Ainda no módulo 6, os alunos foram submetidos a um pós-teste com as mesmas questões aplicadas no pré-teste no início da UEPS. O objetivo do pós-teste foi avaliar os avanços e as fragilidades ocorridos durante o processo. A análise e discussão do pós-teste encontram-se na sequência dessa seção. Assim como, a comparação entre o pré-teste e o pós-teste. E para concluirmos o módulo os alunos realizaram uma avaliação individual final, composta por 4 questões fechadas envolvendo os conceitos potência e energia elétrica, resistência e corrente elétrica, trabalhados ao longo da UEPS.

No módulo, ainda foi feita uma avaliação por parte do professor/pesquisador e dos alunos sobre as atividades desenvolvidas durante os 6 passos da metodologia e da aprendizagem dos alunos. Durante a aula foi estabelecida uma conversa entre os



alunos e o professor em relação à avaliação que eles fizeram ao longo dos encontros e das vantagens ou desvantagens percebidas a partir das estratégias utilizadas, diferente daquelas utilizadas nas aulas tradicionais. Os alunos A2 e A6 comentaram:

Aluno A2: *“Foi muito bom estudar os assuntos de Física utilizando simulações e experimentos”.*

Aluno A6: *“Seria bom se as aulas fossem sempre assim”.*

As falas desses dois alunos mostram uma aceitação favorável à metodologia utilizada durante as aulas. Em relação ao conteúdo estudado, os alunos comentaram que foi muito mais fácil entender com essa metodologia utilizada durante os 18 encontros.

Os mapas conceituais também foram motivo de comentários por parte dos alunos. Um pequeno grupo de alunos falou que achou complicada a construção dos mapas, mas a grande maioria disse que apesar de apresentar dificuldades durante a construção, achou muito bom aprender a construir mapas, a exemplo, o aluno A21:

Aluno A21: *“Quando estamos construindo um mapa conceitual e procurando dá significado aos conceitos que colocamos nele, já estamos estudando”.*

Outros alunos observaram que as atividades realizadas utilizando o celular como ferramenta educacional, foram dinamizadoras para a compreensão do conteúdo. Outros, porém, citaram ter dificuldades com os ícones muito pequenos na tela do celular.

Os comentários dos alunos, e o envolvimento durante cada etapa da UEPS, mostra que trabalhar os conceitos da eletrodinâmica de maneira diferente das aulas tradicionais é uma alternativa eficiente para aproximar a Física do cotidiano dos alunos, aumentar a sua participação durante as aulas e contribuir com a aprendizagem.

Esse foi o trajeto pedagógico e cognitivo visto no presente trabalho. Diferentes situações didáticas organizadas pelo docente, que partiam dos conhecimentos prévios dos alunos, expressos em questionários e mapas mentais (demonstrando os primeiros subsunções) trabalhados pedagogicamente em situações-problemas e diversas atividades de experimentação, que proporcionaram aos alunos caminharem da teoria à prática, de ideias mais gerais para a formulação de conceitos mais específicos e científicos.



5.1 Sobre dos conhecimentos prévios

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos (Moreira 2011b). Quando é detectado que o educando não possui o conhecimento prévio (os subsunções) sobre o tema e que o material já confeccionado para ser apresentado aos alunos não é potencialmente significativo, se faz necessário criar outros materiais ou realizar atividades que sirvam como um degrau entre o conhecimento do educando e o material elaborado (Lara, 2014).

A análise da primeira questão do pré-teste trouxe informações importantes em relação ao conhecimento prévio dos alunos pois, foi possível perceber que mesmo sem ter contato com a matéria de ensino a ser trabalhada ao longo da UEPS, os alunos mostraram que possuíam algum conhecimento relacionado ao tema, o que tornou a aplicação das demais atividades mais interessante, porque, a partir desses conhecimentos, foi possível adequar essas atividades com o objetivo de alcançar aquele aceito pela comunidade científica.

Perguntados o que entendem por corrente elétrica, um grupo de 19 alunos deram respostas bem semelhantes, relacionando a corrente elétrica com algum tipo de energia. Essas respostas foram consideradas parcialmente aceitas, pois, de acordo com Hewitt (2002), o principal uso da corrente elétrica, seja ela cc ou ca, é transferir energia de um lugar para outro com rapidez, flexibilidade e de forma conveniente.

Os alunos A3 e A4 também relacionaram corrente elétrica com energia, mas destacaram a relação com o campo magnético em movimento. Essa resposta é bem interessante, pois, um campo elétrico variável produz de fato um campo magnético. Uma vez que o movimento de uma carga produz um campo magnético, segue que uma corrente de cargas também produz um campo desse tipo Hewitt (2002, p.413).

A segunda questão teve como objetivo fazer o aluno refletir sobre a potência dos aparelhos elétricos de sua residência e como esses valores podem fazer diferença no seu desempenho e na conta de energia no final do mês. As respostas mostraram que o conhecimento prévio da grande maioria está muito próximo dos conteúdos que foram trabalhados posteriormente. Esse fato é muito importante, pois na visão de



Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos é o conhecimento prévio.

A terceira questão buscou extrair o conhecimento prévio dos alunos em relação a grandeza física Voltagem e como essa grandeza está relacionada à potência do aparelho. Foi possível ver que os alunos conseguiram perceber que existem diferentes voltagens dependendo da região do país e que os aparelhos podem queimar dependendo da voltagem à qual forem ligados. Nesse primeiro momento a maioria não conseguiu entender a relação entre a voltagem e a potência do aparelho, pois eles sempre respondiam que o aparelho queima quando ligados em voltagens diferentes daquelas estabelecidas pelos fabricantes. Um grupo de 8 alunos responderam que “*existe esse botão de ajuste para os aparelhos não queimarem quando ligados em diferentes voltagens*”.

Essa resposta é parcialmente aceita, pois de acordo com GREF (1998, p. 14), no caso de um aparelho ser ligado numa tensão maior que a especificada pelo fabricante, ele queima quase que imediatamente. Se ele for ligado a uma tensão menor que a especificada, o aparelho não funciona ou funciona parcialmente. Nesse mesmo grupo, dois alunos se referiram em adaptação da tomada.

A resposta foi considerada parcialmente aceita porque se entende que o aluno se referiu a tomada porque não teve contato com o termo científico. O objetivo é que ao passo que o conteúdo foi sendo diferenciado progressivamente, o aluno conseguiu eliminar essas diferenças e integrar significados ao subsunçor tomada, promovendo assim, a reconciliação integrativa a partir da interação com os conteúdos trabalhados. Corroborando com MOREIRA (2011b), uma vez introduzidos os conceitos e proposições mais gerais e inclusivos, eles devem imediatamente ser exemplificados e trabalhados em situações de ensino.

Todas essas respostas foram importantes, pois, ao longo das atividades da UEPS foi trabalhado conteúdos relacionados com o que foi relatado nessas respostas.

5.2 Análise dos Mapas Conceituais

Nessa análise a ideia fundamental é avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais, ou seja, como o aluno estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra os conceitos a um dado conhecimento (Moreira, 2006a). Compete



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

ao professor nessa análise qualitativa procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. As explicações dos alunos, orais ou escritas, em relação ao mapa que foram feitas irão facilitar a tarefa do professor (Moreira, 2006a, 2010).

A construção, reconstrução e explicação do mapa para os colegas da turma, ou para o professor, faz com que o aluno explice os significados que captou sobre a matéria de ensino, no sentido de fazer o mapa. O aluno começa a perceber que os conceitos são elementos importantes na construção do conhecimento humano e vão construindo significativamente conceitos essenciais para seu desenvolvimento cognitivo. (Moreira, 2010).

Defendido por Novak e Gowin (1999), compartilhado por Moreira (2006a, 2011), não existe mapa correto ou incorreto. O que existe é uma representação do pensamento do aluno no seu esforço de aprender, diante de novos conceitos. Desse modo, as hierarquias apresentadas definem os conceitos aceitos e as possíveis proposições externalizadas durante o processo de elaboração do mapa.

Os aspectos conceituais observados na construção dos mapas foram escolhidos porque, como professor/pesquisador da minha prática educacional, são essenciais para a compreensão do aluno sobre o tema corrente elétrica e de como essa grandeza está relacionada às questões do cotidiano do aluno. Um exemplo disso, são os efeitos que podem ser observados nos aparelhos elétricos de suas residências ou os tipos de corrente contínua e alternada, utilizadas também em suas residências e que muitas vezes os alunos não sabem por que existem esses dois tipos de corrente.

Em relação aos aspectos estruturais do mapa conceitual, de acordo com (Novak e Gowin 1999, p. 114) o núcleo da compreensão da hierarquia dos mapas conceituais são: o significado que atribuímos a um dado conceito, ou seja, quais conceitos que são relevantes, e quais as relações entre os conceitos de ordem superior e inferior são proeminentes para o tema em estudo.

Os elementos fundamentais em um mapa conceitual de acordo com (Novak e Gowin, 1999), reiterado por (Moreira, 1983, 2006ab, 2011b; Mendonça, 2012; Palmero e Moreira, 2018) são:

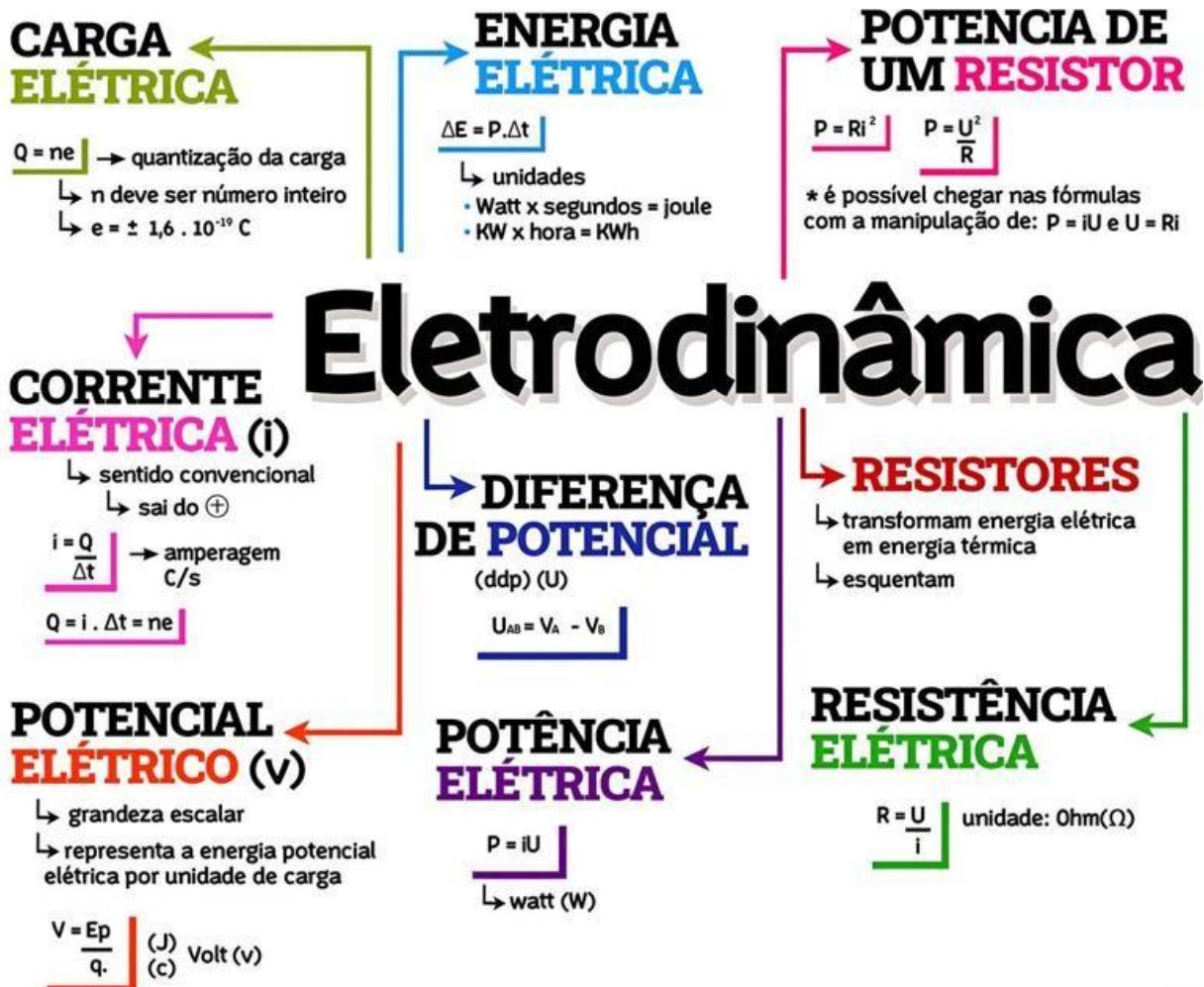
1. O conceito deve estar hierarquizado de algum modo evidenciando quais os mais gerais, inclusivos e os específicos;



2. A proposição que constitui de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras de ligação;
3. Palavras de ligação que unem os conceitos e indicam o tipo relação existente entre os conceitos;
4. Explorar as relações cruzadas ou horizontais;
5. Os exemplos devem vir por último.

De modo a nortear o trabalho do professor, que também atuou como um investigador, quanto aos conceitos envolvidos na compreensão da eletrodinâmica, com foco no conceito corrente elétrica, elaboramos um Mapa Conceitual (figura 26) para mostrar as possíveis relações conceituais que poderiam ser estabelecidas (Morais & Mendonça, 2018).

Figura 29 – Mapa do investigador.



Fonte: o autor, 2024.



5.3 Análise do Primeiro Mapa Conceitual

O mapa foi construído coletivamente, no quadro de giz, com a participação de todos os alunos, durante a situação inicial da UEPS, em que eles ainda não haviam tido contato com os conceitos que seriam estudados na eletrodinâmica. Os alunos já haviam realizado antes MCs de outros conteúdos da Física e os elementos envolvidos na construção do mapa, bem como (conceito, proposição, palavras de ligação, relação cruzada e exemplos) foram explicados e revisados com base em (Novak e Gowin, 1984, 1999).

Durante a seleção dos conceitos o professor/pesquisador optou pelos conceitos mais falados pelos alunos relacionados a eletrodinâmica: energia, potência (watts), voltagem (volts), corrente elétrica (amperagem), fios, lâmpadas, elétrons, carga, bateria, condutividade. Ao desenhar no quadro de giz o mapa conceitual coletivo os conceitos obedeceram em parte a hierarquia.

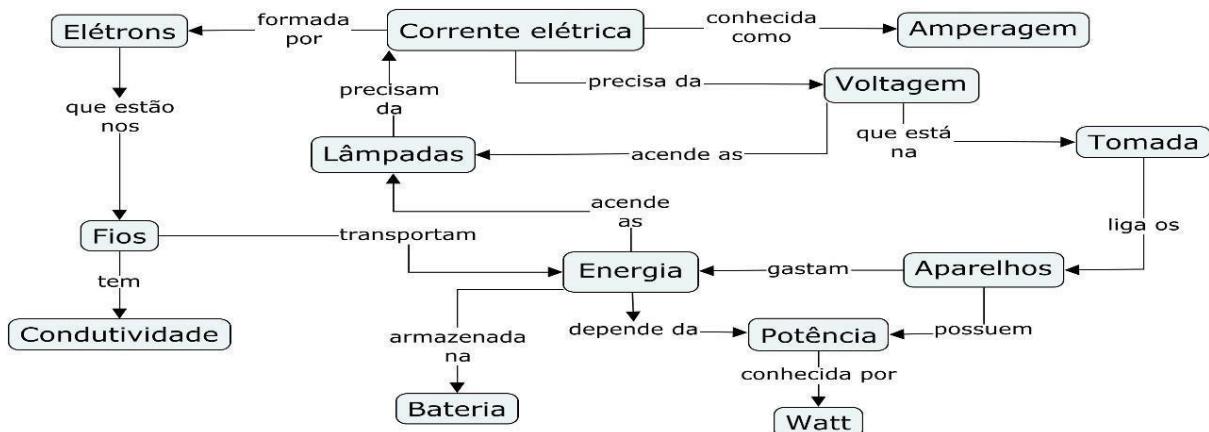
No quadro branco, o professor/pesquisador apresentou o conceito corrente elétrica como o mais geral e, posteriormente, disse que os conceitos mais específicos, energia, potência, voltagem, elétrons, fios, lâmpadas, condutividade, carga e bateria deveriam se relacionar ao conceito mais geral. Foi falado aos alunos que relacionassem esses conceitos, iniciando sempre daquele que eles considerassem mais importante e encontrassem a palavra de ligação adequada.

Então, os alunos iniciaram com o conceito energia e relacionaram com lâmpadas e baterias formando as proposições: Energia – acende as lâmpadas – e Energia – está armazenada na bateria sendo que as proposições formadas ficaram inicialmente soltas no mapa não se unindo ao conceito principal corrente elétrica. O professor/pesquisador alertou aos alunos de como iriam relacionar ao conceito geral e deixou a proposição formada escrita no quadro aguardando o momento de poder relacioná-la ao conceito geral.

O mapa coletivo obedeceu, em parte, a hierarquia que inicia com o conceito mais geral e, posteriormente os mais específicos. Embora o professor/pesquisador alertasse a cada proposição formada sobre a relevância dos conceitos dentro de uma hierarquia, houve dificuldade em estabelecer algumas relações. As proposições formadas, foram consideradas válidas, pois nesse momento o objetivo foi construir um

mapa coletivo, levando-se em conta o conhecimento prévio dos alunos. O mapa coletivo, figura 27, foi transcrito pelo programa *CmapTools*, Novak e Cañas (2007), para melhor entendimento dos leitores.

Figura 30 – Mapa Conceitual Coletivo



Fonte: o autor, 2024

Na leitura o professor identificou parte do conhecimento prévio dos alunos relacionados com a eletrodinâmica, por exemplo, eles conseguiram relacionar à eletricidade com os aparelhos elétricos e as grandezas mais conhecidas como volts, voltagem, watts e potência. Em relação aos conceitos envolvidos na construção do mapa coletivo, percebe-se que os alunos citaram aqueles relacionados com a energia elétrica e os aparelhos elétricos utilizados em suas casas. Levando em consideração que os alunos haviam estudado apenas os conteúdos relacionados com a eletrostática e que os conceitos da eletrodinâmica ainda seriam discutidos durante a sequência didática apresentada na UEPS, percebeu-se que de modo geral o conhecimento prévio apresentado foi importante como ponto de partida para o desenvolvimento das aulas subsequentes.

5.4 Análise geral mapas conceituais

O uso dos mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem dos alunos em relação ao tema corrente elétrica se mostrou eficaz, pois diferente das avaliações tradicionais que favorecem a aprendizagem mecânica, dando respostas prontas, resultado da decoreba, fazem com que os alunos se esqueçam com

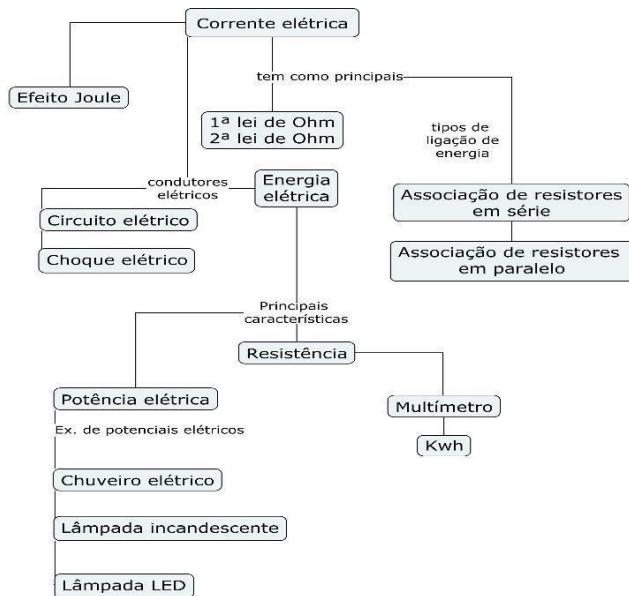
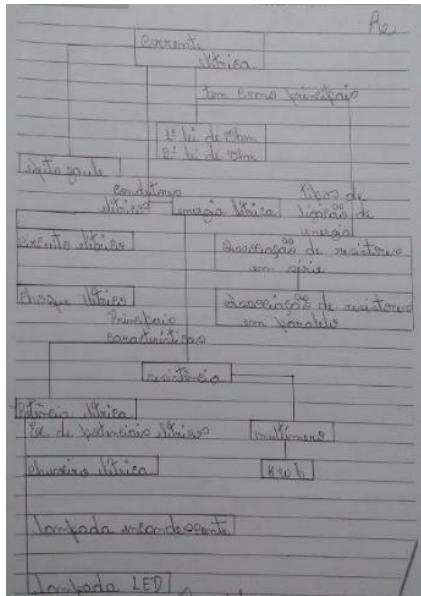
facilidade o que foi estudado. Os mapas conceituais estimularam a organização dos conteúdos, a troca de significados e apesar das fragilidades apresentadas em alguns mapas, foi possível perceber indícios de aprendizagem significativa em relação ao conceito corrente elétrica. Os mapas conceituais de alguns, construídos durante o processo de ensino e aprendizagem, apresentaram algumas fragilidades na seleção dos principais conceitos (conceitos repetidos ou não conectados); na formação das palavras de ligação (pobres que não dizem nada sobre as relações entre os conceitos ou apresentam frases inteiras ou definições) ou ausentes; as relações horizontais ou cruzadas (não aparecem); os exemplos (não foram citados), dando ao professor informações importantes sobre como está sendo desenvolvida a aprendizagem desses alunos do ponto de vista conceitual.

Embora alguns mapas apresentem essas fragilidades, é notório que alguns dos mapas, por conter algumas relações não aceitas no contexto da matéria de ensino, são construções dos alunos que devem sempre ser negociadas, que podem ser melhoradas, reformuladas e enriquecidas ao passo em que eles aprendem significativamente. Por ser um instrumento dinâmico, o mapa conceitual, reflete apenas a compreensão das duplas, no momento em que eles fizeram o mapa, reside aí uma das importâncias do mapa, que está no processo de fazê-lo externalizando assim o significado. Por outro lado, esses mapas não são autoexplicativos e apresentaram uma característica potencial muito benéfica do ponto de vista didático, que foi desenhar o mapa e explicar por escrito (Mendonça, 2012). Os mapas que vieram com as explicações escritas, de modo geral, observaram-se que os alunos conseguiram dar evidências de que estão aprendendo significativamente o conteúdo ao expressar seu conhecimento com certa facilidade.

5.5 Análise dos Mapas Conceituais Individuais

O terceiro mapa conceitual foi construído individualmente durante o estudo do tema eletrodinâmica. Os alunos explicaram por escrito o mapa conceitual. Esses mapas representaram o avanço nos conhecimentos dos alunos em relação ao conceito estudado.

Figura 31 – Mapa conceitual Individual do aluno 2 sobre corrente elétrica



Fonte: aluno 2, 2024

Em relação ao conteúdo presente nos mapas, percebeu-se que a corrente elétrica foi citada e relacionada com seus efeitos por 85% dos alunos. O conceito resistência elétrica também foi citado nos mapas, mas apenas 30% da turma conseguiu relacionar esse conceito com uma das leis de Ohm. Essa mesma dificuldade foi percebida em fazer a relação entre o aquecimento de alguns aparelhos elétricos com o efeito joule e o valor da potência elétrica. Os mapas mostraram que 45% dos alunos conseguiram perceber o kwh como medida do consumo de energia elétrica, e 40% identificou o multímetro como aparelho de medida.

A análise geral dos mapas revelou avanços na aprendizagem dos conceitos estudados, pois os alunos conseguiram relacionar os principais conceitos discutidos, diferenciando-os e atribuindo significados, o que revelou indícios de aprendizagem significativa.

5.6 Análise do Pós-teste

O principal objetivo da aplicação do pós-teste com as mesmas questões já trabalhadas no pré-teste foi analisar as contribuições promovidas na aprendizagem do aluno, após serem trabalhados conteúdos de maneira diferente das aulas

tradicionais, partindo do conhecimento prévio e fazendo as adequações necessárias para que os alunos pudessem fazer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

Na análise da primeira questão do pós-teste, foi possível perceber um grande avanço quanto ao entendimento do conceito de corrente elétrica. Afinal, esse não é um conceito simples de ser entendido, pois oferece vários entendimentos sendo até hoje motivo de discordâncias na comunidade científica. Ao longo da aplicação da UEPS, esse termo apareceu várias vezes nas atividades experimentais, sempre sendo motivo de questionamento por parte dos alunos, de modo que, ao final da aplicação, constatou-se um entendimento considerável sobre esse tema.

Um grupo de 9 alunos deu respostas de acordo com o conteúdo de ensino.

Desse grupo, 6 alunos falaram de um movimento organizado dos elétrons, que é o conceito presente nos livros didáticos. De acordo com (Torres et al., 2013), em certas condições, os elétrons podem ser colocados em movimento ordenado, constituindo então uma corrente elétrica.

A3: “*Corrente elétrica é o movimento ordenado dos elétrons, ligados a uma ddp*”.

As respostas foram consideradas aceitas, pois de acordo com (Halliday; Resnick; Walker, 2012), quando um circuito é ligado a uma ddp, campos elétricos são criados no interior do material, exercendo uma força sobre os elétrons de condução que os faz se mover preferencialmente em uma certa direção e, portanto, produzir uma corrente.

A segunda questão foi: para secar o cabelo, uma jovem dispõe de dois secadores elétricos, um de 1200W-220V e outro de 700W-220V. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro.

Em relação às vantagens em se utilizar os secadores de potências diferentes, um grupo de 12 alunos assinalaram respostas consideradas aceitas. Esse grupo ressaltou a eficiência daquele de maior potência, em detrimento do outro de menor potência que, no entanto, é mais econômico e menos eficaz. Como exemplo, temos a resposta do aluno A10.

Aluno A10: “*Depende do que ela pretende. Se ela quiser um aparelho mais potente deve usar o de 1200W – 220V, porém gastará mais energia. Se ela quiser economizar, deve usar o outro 700W-220V, que por sua vez tem uma potência menor*”.



No pré-teste, o aluno respondeu que a importância do botão seria *que “alguns aparelhos não aguentam tanta energia”*. Vemos que o aluno possuía um conhecimento prévio sobre o tema abordado na questão, mas que foi enriquecido após o contato com a matéria de ensino. Corroborando com Moreira (2011b), na medida em que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a estrutura cognitiva vai mudando. Além de falar que o aparelho pode ser danificado se utilizado uma voltagem maior do que aquela para o qual foi projetado.

A análise da primeira questão do pré-teste trouxe informações importantes em relação ao conhecimento prévio dos alunos, pois foi possível perceber que mesmo sem ter contato com a matéria de ensino a ser trabalhada ao longo da UEPS, os alunos mostraram que possuíam conhecimento relacionado ao tema, o que tornou a aplicação das demais atividades mais interessantes, assim, partiu-se desse conhecimento com o objetivo de alcançar aquele aceito pelo conteúdo de ensino.

Em relação ao pré-teste, foi possível perceber um grande avanço quanto ao entendimento do conceito corrente elétrica. Ao longo da aplicação da UEPS esse termo apareceu várias vezes nas atividades experimentais sempre, sendo motivo de questionamento por parte dos alunos, de modo que, ao final da aplicação, constatou-se um entendimento considerável sobre esse tema. As respostas do pós-teste mostraram que um grupo de 9 alunos saíram da categoria de respostas parcialmente aceitas, para a categoria aceita, por apresentarem avanços em suas respostas em relação ao conceito de corrente elétrica. Os alunos que continuaram na categoria parcialmente aceitam, também avançaram em relação as respostas dadas antes do contato com a matéria de ensino o que revela indícios de aprendizagem.

Após a aplicação das atividades ao longo da UEPS, esperava-se que os alunos entendessem a corrente elétrica como um movimento organizado dos elétrons que surge em um circuito elétrico fechado quando esse está ligado a uma fonte de energia (bateria, pilha ou tomada). Os resultados obtidos após a aplicação do pós-teste mostram o avanço dos alunos em relação a corrente elétrica. Durante as aulas os alunos foram levados a montar circuitos elétricos simples e tiveram a oportunidade de medir com um multímetro a corrente elétrica. A aplicação das atividades experimentais e os debates promovidos durante as aulas contribuíram para melhorar o entendimento dos alunos. Corroborando com Masini e Moreira (2008), a negociação de significados

no processo de ensino aprendizagem leva o aluno a discriminar entre significados aceitos e não aceitos no contexto da matéria de ensino.

Com relação ao excerto, se os chuveiros elétricos trazem uma chave com as posições inverno e verão, questionamos. Qual a vantagem em fazer uso dessa chave?

Em relação à vantagem da chave (inverno – verão) presente nos chuveiros elétricos, as respostas do pré-teste mostraram que um grupo de alunos citou a economia de energia e outro grupo a mudança na temperatura da água sem relacionar esses fatos com quaisquer grandezas ou fenômeno físico. Após as aplicações das atividades em sala de aula, percebeu-se que os alunos A4, A7 e A11 permanecem com as mesmas respostas, outro grupo de alunos relacionou a mudança de temperatura a economia de energia, a grande maioria consegue relacionar a economia de energia aos conceitos físicos estudados (variação da resistência e potência).

O fato de iniciarmos um pré-teste em forma de questionário, nos ajudou a dimensionar o conhecimento de alguns conceitos da eletrodinâmica alavancados pelos estudantes. Ao mesmo tempo nos permitiu conhecer em que nível estava o conhecimento dos discentes em relação ao tema que seria trabalhado durante as aulas. Conhecer o que o aluno já sabe sobre determinado conteúdo é muito importante no processo de ensino-aprendizagem, pois como afirma Moreira (2011b), a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos.

O uso dos mapas conceituais durante a aplicação da UEPS, colaborou no sentido de nos apontar com maior clareza os conhecimentos prévios dos estudantes. Salientamos que o mapa conceitual inicial foi construído de maneira coletiva entre os estudantes e o pesquisador. A análise desse mapa mostrou que os conceitos trabalhados na eletrodinâmica estão presentes no cotidiano dos alunos, e que utilizar esse conhecimento como ponto de partida, contribuiu para aprendizagem, atribuindo significado aos seus conhecimentos do cotidiano.

6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A proposta de criação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), aplicada a alunos do terceiro ano do ensino médio, ocorreu por sentir a necessidade de trabalhar os conteúdos da eletrodinâmica por meio de atividades que tornassem as aulas mais atrativas e próximas da realidade dos alunos. Com a aplicação da UEPS, foi possível reunir atividades experimentais, aplicativo de celular, uso de simulador, análise de conta de energia elétrica, investigação em equipamentos eletrônicos e utilização de multímetro para realizar medidas de grandezas físicas, o que tornou as aulas diferenciadas em relação ao que os alunos estão habituados no dia a dia em sala de aula. A fundamentação na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel tornou as aulas ainda mais ricas, pois foi possível ter acesso à parte do conhecimento prévio dos alunos através de atividades realizadas antes de apresentar o conteúdo aos alunos.

A utilização dos mapas conceituais como instrumento de avaliação foi importante, pois os alunos conseguiram expressar seus avanços e dificuldades sem a preocupação do certo ou errado, já que não existe mapa “correto”, o importante é o significado que o aluno atribuiu aos conceitos e as relações significativas entre eles, (Moreira 2011b). A construção do primeiro mapa conceitual coletivo antes de introduzir os conceitos aceitos pela matéria de ensino, possibilitou ter acesso ao conhecimento prévio dos alunos, o que facilitou as discussões nas aulas seguintes. Durante a construção do segundo mapa conceitual, em dupla, os alunos puderam atribuir significados aos conceitos, partindo do conceito mais geral, corrente elétrica, para os conceitos mais específicos, promovendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. O terceiro mapa conceitual realizado individualmente com os principais conceitos trabalhados durante as aulas, mostrou indícios de aprendizagem dos alunos, pois grande parte dos alunos conseguiu relacionar esses conceitos obedecendo à certa hierarquia, atribuindo significados entre eles, além de apresentarem conceitos mais elaborados.

Com esse trabalho, percebeu-se que é possível discutir os conceitos da Física, especificamente da eletrodinâmica, utilizando ferramentas que possibilite a interação entre os alunos e o professor, partindo do conhecimento que os alunos já possuem e a partir desses apresentar os conceitos estudados na matéria de ensino de uma



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

maneira diferente daquela utilizada nas aulas tradicionais, onde os recursos utilizados são apenas o livro didático e o quadro de giz que torna a aula chata, pois os estudantes não conseguem relacionar os conteúdos discutidos com sua realidade e consequentemente não atribuem significado ao que estão estudando. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel possibilita que o estudante se sinta parte desse processo de ensino aprendizagem e não apenas um expectador. A UEPS, com todas as ferramentas utilizadas se mostrou um material potencialmente significativo, pois como foi visto na comparação entre o pré-teste e o pós-teste, na análise dos mapas conceituais e da avaliação final, os alunos conseguiram atribuir significados ao conhecimento que possuíam e adquirir novos conhecimentos, revelando indícios de aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ALCICI, S. A. R. A escola na sociedade moderna. In: ALMEIDA, N. A. A.; YAMADA, B. A. G. P.; MANFREDINI, B. F.; ALCICI, S. A. R. (Coord.). **Tecnologia na escola – abordagem pedagógica e abordagem técnica**. São Paulo: Cengage Learnig, 2014.

ASSUNÇÃO; J. A.; MOREIRA, A. M.; SAHELICES, C, C. Aprendizagem significativa: resolução de problemas e implicações para aprendizagem de função.
Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review.v.8. n.2, p. 30-44, 2018.

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

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning.** New York: Grune and Stratton, Inc. 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York, Holt. Rinehart and Winston, 1968.

BARBOSA, E.F.; MOURA, D.G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, 2013.

BASSO, A. **As tecnologias no ensino-aprendizagem:** uma discussão em aberto. Pato Branco: IMPREPEL, 2015.

BATISTA, M. C.; BATISTA, D.C. **Física experimental.** Maringá: UniCesumar, 2016. "Graduação - EaD". 168 p.

BATISTA, M.C.; FUSINATO, P.A. (Org.). **Eletricidade Básica:** Caderno de Atividades Experimentais. 1^a Edição. Editora Massoni: Maringá, PR, 2014.

BATISTA, M.C.; FUSINATO, P.A. (Org.). **Eletricidade Básica:** Caderno de Atividades Experimentais. 1^a Edição. Editora Massoni: Maringá, PR, 2014.

BECKER, W. R.; STRIEDER, D. M. O uso de simuladores no ensino de Astronomia. **II ENINED – Encontro Nacional de Informática e Educação** – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 2011.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática** – Coleção Tendências em Educação Matemática – Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista; COUTINHO, Clara Pereira. Análise da Usabilidade de um Laboratório Virtual de Química Orgânica. **Memorias da 6^a Conferência Ibero-americana em Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI).** Orlando, EUA. v. 1, p. 91-95, julho, 2007.



BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio. MEC, 2017. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em jan. de 2025.

BRASIL. PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRITO, A. E. Formar professores: rediscutindo o trabalho e os saberes docentes. In: SOBRINHO, J. A. de C. M.; CARVALHO, M. A. de (Coord.). **Formação de professores e práticas docentes:** olhares contemporâneos. Belo Horizonte: Autêntica, 2006, p. 41-53.

BULEGON, A. M. **Contribuições dos objetos de aprendizagem, no ensino de física, para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.** 2011. Tese (Doutorado). Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URGS_9d0e96a4767499c88f1d528dca9b4b87>. Acesso: jan. 2025.

BUZAN, T. **Saber Pensar.** Lisboa: Presença, 1996.

BUZAN, T. **Mapas Mentais:** métodos criativos para estimular o raciocínio e usar ao máximo o potencial do seu cérebro. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.

CARNEIRO, N. L. **A prática docente nas escolas públicas, considerando o uso do laboratório didático de Física.** 2007. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em Física) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2007. Disponível em:
<https://siduece.uece.br/siduece/pesquisarItemPublico.jsf;jsessionid=8BDF078D35D730EBD3CE034B7AE887B4>. Acesso em: 20 de maio 2021.

CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. **O uso de simuladores virtuais do phet como metodologia de ensino de eletrodinâmica.** 2014 Cadernos PDE: Paraná, 2014.

CARVALHO, A.; TELES, A.; VIANA, D. et.al. **Objetos digitais de aprendizagem no ensino de Física básica: Um estudo de casos com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual.** 2019. Revista novas tecnologias na educação – CINTED- UFRGS. v.17 n. 3, 2019. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/99481/55654>. Acesso em 18 de junho 2021.

COSTA, J. E. P. de A. **A teoria da assimilação:** construindo redes de saberes no contexto da educação digital. 2012. Disponível em:
<https://docplayer.com.br/11231145-A-teoria-da-assimilacao-construindo-redes-de-saberes-no-contexto-da-educacao-digital.html>. Acesso: Dez. 2024.

CRUZ, R. P. da. Sequência Didática Para Aprendizagem Significativa Das Razões Trigonométricas No Triângulo Retângulo. 2019. **Tese (Doutorado)** – Curso de Ensino, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 19 dez. 2019.



Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/65baab1b-2648-466a-a2ea-aaa66cb31bc0>.

DERRY, S. J. **Flexible cognitive tools for problem solving instruction.** Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston, p. 16-20, abril de 1990.

DORNELES, P. F. T; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte 1- circuitos elétricos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A. **Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente alternada ao nível do ensino médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.I.] v. 23, n. 3, p. 345-359, dez. 2006.

FONSECA, E. F. **O estudo de tópicos de eletricidade:** uma sequência didática para a educação de jovens e adultos. 2015. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2015.

FAGUNDES, S. M. K. Experimentação nas aulas de ciências: um meio para a formação da autonomia? In.: GALIAZZI, M. C. et al. **Construção curricular em rede na educação em ciências:** uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí: Unijuí, 2007.

FALCÃO, E. de L.; MACHADO, L. S. **Um Laboratório Virtual Tridimensional e Interativo para Suporte ao Ensino de Física.** Anais do WIE, 2010. Disponível em: file:///C:/Users/55449/Downloads/2051-3232-1-PB.pdf . Acesso em: 04 de jan de 2025.

FERNANDES, R. U. **Estratégias pedagógicas com uso de tecnologias para o ensino de trigonometria na circunferência.** 2010. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11445>>. Acesso: jan. 2025.

FILGUEIRA, S. S.; SOARES, M. H. O lúdico no ensino de física: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de física moderna no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 66-93, 2015.

FINKEL, D. **Teaching with your mouth shut.** Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishers, 1999.

FREIRE, A de P. Código de cores para a identificação de uma resistência elétrica. In.: AGASSI, A. R.; CANOVAS, D. P. dos S.; SORTE, M. S. A. (Orgs.). **Eletricidade na escola:** atividades experimentais para o Ensino Médio. Apostila da UTFPR, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia.** 36.ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FRIES, F. **Objetivo de aprendizagem baseado no uso de simuladores virtuais como ferramenta de ensino de conceitos da ondulatória.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2019. Disponível em:
[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4428/1/aprendizagemsimuladoresvirtualaisondulat%c3%b3ria.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4428/1/aprendizagemsimuladoresvirtuaisondulat%c3%b3ria.pdf). Acesso em: jan 2025.

GASPAR, A. **Compreendo a Física, eletromagnetismo e Física Moderna**. Volume 3. Editora Ática: São Paulo, 2013.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de ciências**: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 190 f. 2010. Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, 2010. Disponível em:
https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9052/1/2010_KellenGiani.pdf. Acesso em: jan 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 10^a edição. Vol. 3. LTC- LTC - Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro, 2016.

HOWLAND, J. L.; JONASSEN, D.; MARRA, R. M. **Meaningful Learning with Technology**. 4^a ed. Boston / USA: Pearson, 2011.

JONASSEN, D. H. **Computadores, Ferramentas Cognitivas – Desenvolver o pensamento crítico nas escolas**. Adaptação para língua portuguesa: Ana Rosa Gonçalves, Sandra Fradão, Maria Francisca Soares. Porto, Portugal: Porto Editora, 2007.

JONASSEN, D. H.; PECK, K. C.; WILSON, B. G. **Learning with technology: A constructivist perspective**. Upper Saddle River, NJ: Merril / Prentice Hall. 1999.

JORNAL DA USP. **Laboratório virtual do Instituto de Física da USP é único no mundo**. 15 de mar. de 2018. Disponível em:
<https://jornal.usp.br/universidade/laboratorio-virtual-do-instituto-de-fisica-da-usp-eunico-no-mundo/>. Acesso em jan 2025.

KADU, M. **Física do Futuro**: como a ciência irá transformar a nossa vida diária, no ano de 2100. Nova York: Universidade de Nova York, 2011.

KALINKE, M. A. **Tecnologias no Ensino**: a linguagem matemática na web. Curitiba: CVR, 2014.

KIT Para Montar Circuito DC. **PhET – Physics Education Technology**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html. Acesso em jan de 2025.

KOMMERS, P. A. M.; JONASSEN, D. H.; MAYES, T.M. **Cognitive tools for learning**. Heidelberg, Alemanha: Springer-Verlag, 1992.

KRASILCHIK, M. Reforma e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, janeiro./março. 2000. LEAL, M. M.; SILVA, A. T. S.; MENEZES, L. de S. A utilização do simulador phet como ferramenta de ensino nas aulas on-line de ciências em uma escola do município de Água Branca – PI. **CONEDU**, outubro de 2020.



LARA, A. C.; ARAUJO, I. S.; SILVEIRA, F.L. **Ensino de conceitos básicos de Eletricidade através da análise do consumo de energia elétrica na escola: Textos de Apoio ao Professor de Física.** Instituto de Física, Porto Alegre, v. 25, n. 5. 2014.

LABURÚ, C. E.; GOUVEIA, A. A.; BARROS, M. A. **Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos:** uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 24-27. 2009.

LEAL, M. M.; SILVA, A. T. S.; MENEZES, L. de S. A utilização do simulador phet como ferramenta de ensino nas aulas on-line de ciências em uma escola do município de Água Branca – PI. **CONEDU**, outubro de 2020.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 562-613, set. 2012.

MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A. **Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciências do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental.** Revista Práxis, Rio de Janeiro, v. 4, n.7, p. 11-35, 2012.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MELO, R. C.; OSSO JR. J. A.; Laboratórios Virtuais e Ambientes Colaborativos Virtuais de Ensino e de Aprendizagem: conceitos e exemplos. **Revista de Informática Aplicada**, v. IV, n. 02, 2008.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** um conceito subjacente. In: Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa. Espanha, 1997.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011b. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso: Dez. 2024.

MOREIRA, M. A. e MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa:** a Teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010. Retrieved from <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>.

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: Dez. 2024.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: E.P.U., 1999.



MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física.** Estudos avançados. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso: jan. 2025.

MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

NUNES, C.B. Resolução de problemas: uma proposta didática na formação de professores. **REnCiMa**, v. 5, n. 2, 1-17, 2014.

OLIVEIRA, M. G.; PONTES, L. Metodologia ativa no processo de aprendizado do conceito de cuidar: um relato de experiência. **X Congresso Nacional de Educação EDUCERE**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011.

PACCA, J. L. A. et al. **Corrente elétrica e circuito elétrico:** algumas concepções do senso comum. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 151-167, ago. 2003.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica. Física.** SEED: Curitiba, 2008.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica. Física.** SEED: Curitiba, 2008.

PEÑA, A. O. et al. **Mapas conceituais:** uma técnica para aprender. Edições Loyola, São Paulo, SP, 2005.

PHET.COLORADO. **PhET – Physics Education Technology.** KIT Para Montar Circuito DC. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuitconstructionkit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html. Acesso em jan. de 2025.

PIAGET, J. **The equilibration of cognitive structures, the central problem of intellectual development.** Chicago (USA): University of Chicago Press, 1985.

RAMOS, L. S.; ANTUNES, F.; SILVA, L. H. A concepção de professores de Ciências sobre o Ensino de Ciências. **Revista da SBEnBio**, n. 3, p. 1.666-1.674, out. 2010.

REIS, E. M., SILVA, O. H. M. **Atividades experimentais:** uma estratégia para o ensino da física. Cadernos Intersaber, vol. 1, n.2, p.38-56, 2013.

ROSA, C. W. Concepções teóricos metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo. **Revista Ensaio**, v.5, n 2, p.13-27, 2003.

ROSA, M.; OREY, D. C. A trivium curriculum for mathematics based on literacy, matheracy, and technoracy: an ethnomathematics perspective. **ZDM**, Berlim, n. 47, v.4, p. 587–598, 2015.

SALOMON, G. On the nature of pedagogic computer tools. The case of the writing partner. In LAJOE, S. P. e Derry, S. J. (Coord.), **Computers as cognitive tools**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.



SANTANA, S. de L. C. **Utilização e gestão de laboratórios escolares.** Dissertação de mestrado em Educação em Ciências: Química da vida e saúde. Santa Maria: RS, 2011.

SANTANA, S. de L. C. **Utilização e gestão de laboratórios escolares.** Dissertação de mestrado em Educação em Ciências: Química da vida e saúde. Santa Maria: RS, 2011.

SANTOS, C. S. dos; FREITAS, P. da S.; LOPES, M. M. Ensino remoto e a utilização de laboratórios virtuais na área de ciências naturais. **12º SIEPE.** UNIPAMPA, 24 a 26 de nov. de 2020.

SÉRÉ, M-G.; COEOLHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Cad.Bras.Ens.Fís.**, v.20, n.1, p. 30-42, abril 2003.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. Teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da ciência em sala de aula. In: **Revista Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, Campinas, 2003.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do ensino.** São Paulo: Herder, 1972.

TENFEN, D. N. **Mapas conceituais como ferramentas para a organização do conhecimento em uma disciplina sobre a história da física,** 2011.

TORRES, C.M.A. et al. **Física Ciência e tecnologia.** 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento:** repensando a educação. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, Editora: Artes Médicas, 2014.

DOURADO, S.; RIBEIRO, E. Metodologia qualitativa e quantitativa. In.: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá, PR: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação:** uma introdução às teorias e aos métodos. Porto: Porto Editora, 2006.

FONTANA, F.; ROSA, M. P. Observação, questionário, entrevista e grupo focal. In.: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá, PR : Gráfica e Editora Massoni, 2021.

GOMES, E. C. **Ondas eletromagnéticas: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS.** 2019. Dissertação Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2019. Disponível em:
http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/6134/1/Ederson%20Carlos%20Gomes_2017.pdf. Acesso em: jan de 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá, PR: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

SANO, P. T. Pesquisa etnográfica: coprodução do conhecimento e pesquisa em ensino de ciências. MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá, PR: Gráfica e Editora Massoni, 2021.

SILVA, J. A. P. da. Imagem como fonte de pesquisa. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. de O.; BATISTA, M. C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências.** 1. ed. Maringá, PR : Gráfica e Editora Massoni, 2021.

THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-ação. São Paulo: Cortez, 2011.



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

APÊNDICE

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 59**

Jeremias Alves de Souza
George Chaves da Silva Valadares (coautor)

PRODUTO EDUCACIONAL

**PROPOSTA DIDÁTICA DE ATIVIDADES PRÁTICAS DE ELETRODINÂMICA:
1^a E 2^a LEIS DE OHM**



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Jeremias Alves de Souza
George Chaves da Silva Valadares (coautor)

**PROPOSTA DIDÁTICA DE ATIVIDADES PRÁTICAS DE ELETRODINÂMICA:
1^a E 2^a LEIS DE OHM**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: TICS no ensino de Física numa Escola Estadual do Município da Boca do Acre no Amazonas: Planejamento e Currículo, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 59 - UFAC/AC como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. George Chaves da Silva Valadares

Rio Branco – Acre

2025



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a vida e todas as potencialidades que necessito para desfrutá-la.

Agradeço em especial a Deus, fonte de paz e alegria em todo o meu viver.
Agradeço a minha família pelo apoio e prestado em toda a minha vida.

Agradeço a Universidade Federal do Acre por ter nos proporcionado um curso de muita qualidade.

Agradeço aos meus professores por tanta dedicação a mais digna de todas as profissões.

Agradeço ao meu professor orientador por sua disposição sempre.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização deste trabalho.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: chuveiro, ar condicionado, <i>air fryer</i>	15
Figura 2 - Kit para construção dos circuitos	16
Figura 3 - Circuito Elétrico Simples.....	17
Figura 4 - Representação da tela inicial do simulador	18
Figura 5 - Representação dos elementos do circuito disponíveis do lado esquerdo da tela do simulador	19
Figura 6 - Representação das opções ao lado direito da tela do simulador.....	19
Figura 7 - Representação das opções de aparelhos de medidas e variação de valores para resistividade e resistência	20
Figura 8 - Representação do formato para apresentação dos elementos no circuito	20
Figura 9 – Representação de um resistor no circuito.....	21
Figura 10 – Representa o resistor de fio.....	22
Figura 11 - Representação de resistor de carvão.....	22
Figura 12 - Representação do resistor de carbono.....	23
Figura 13 – Representação do resistor metálico.....	24
Figura 14 – Tabela de código de cores dos resistores	24
Figura 15 - Ordem de dígitos, multiplicador e tolerância.....	25
Figura 16 - Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC – PhET Colorado	27
Figura 17 - Representação gráfica dos elementos selecionados na tela do simulador.	27
Figura 18 - Representação do circuito elétrico montado.....	28
Figura 19 - Representação do circuito elétrico com indicação de valores para diferença de potencial elétrico e intensidade da corrente	28
Figura 20 – Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC – PhET Colorado	32
Figura 21 - Representações dos elementos selecionados para a montagem do circuito elétrico.....	32
Figura 22 - Representação do circuito elétrico montado.....	33
Figura 23 - Representação de associação de resistores em série	36

Figura 24 – Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC-PhET Colorado	37
Figura 25 - Representação do voltímetro associado em paralelo aos elementos do circuito	38
Figura 26 – Resistores de chuveiro elétrico.....	40
Figura 27 - Experimento para trabalhar associação de resistores em série e em paralelo.....	47



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Proposta didática da UEPS.....	9
Quadro 2 - Para ser preenchida com informações referentes as grandezas físicas presente nos aparelhos elétricos encontrados na residência dos alunos.	12
Quadro 3: Variação de 3 em 3 V	29
Quadro 4: Intensidade da corrente elétrica em relação a resistividade do fio.....	33
Quadro 5: Tensão Medida	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Definição do tema.....	7
2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS	8
2.1 Objetivos.....	8
2.2.1 Gerais	8
2.2.3 Específicos	8
3 JUSTIFICATIVA.....	8
4 A PROPOSTA – UEPS.....	12
4.1 Aplicação	12
4.1.1 Módulo 1.....	16
4.1.3 Módulo 2.....	16
5 1 ^a LEI DE OHM.....	25
5.1 Atividade prática 1 ^a lei de Ohm.....	26
6 ATIVIDADES REFERENTES AO MÓDULO 3.....	30
6.1 Abordagem da 2 ^a lei de Ohm.....	30
7 ABORDAGEM DO CONTEÚDO ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE	34
7.1 Associação de Resistores.....	34
7.2 Associação de Resistores em Série	35
7.3 Atividade Explicativa	35
7.3.1 Atividade prática associação em série de resistores.....	36
7.3.2 Analisando dados obtidos:.....	39
7.3.3 Texto: Potência e Energia Elétrica.....	41
7.3.4 Potência desenvolvida em um aparelho elétrico.....	42
7.3.5 Reconciliação Integrativa – 6 ^a etapa.....	43
8 QUESTIONÁRIO SOBRE O EXPERIMENTO	45
REFERÊNCIAS	49



1 INTRODUÇÃO

1.1 Definição do tema

O presente produto educacional, destinado a profissionais da área de Física que atuam em sala de aula do Ensino Médio, é fruto dos estudos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFAC, e teve como base o material produzido pelos professores Michel Corci Batista e Polônia Altoé Fusinato (PARFOR/UEM, 2014).

O produto organiza uma sequência de atividades por meio de uma UEPS, acrescida da utilização do simulador *PhET* Colorado Circuito-DC, que possibilitou simular de forma investigativa e reprodutiva experimentos realizados em um laboratório, usando-os como metodologia para abordar conteúdos referentes a corrente elétrica, tipos de resistores e suas aplicações, associações de resistores em série, paralelo e mista e as Leis de Ohm.

A cada etapa do produto, apresentam-se também exercícios interpretativos e experimentais, exemplos práticos acompanhados de figuras ilustrativas detalhadas e uma linguagem didática e interativa, de forma que outros profissionais professores de Física ou áreas afins e, principalmente, alunos, possam desenvolver e/ou adaptar o presente modelo, seguindo o passo a passo das atividades propostas.

O produto educacional segue um formato de sequência de atividades – UEPS, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos (subsunções), como ponto de partida para a implementação da proposta. Contém organizadores comparativos, atividades práticas de eletrodinâmica no laboratório virtual do simulador PhET-Colorado Circuito-DC, construção de mapas mentais e atividades de sistematização dos conhecimentos aprimorados.



2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA – UEPS

De acordo com Moreira (2011b), a UEPS é uma sequência de ensino fundamentada teoricamente, voltada para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula. Nesse produto, será feita uma descrição detalhada do que ocorreu nos oito passos que culminaram em dezenove encontros do desenvolvimento dessa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

2.1 Objetivos

2.2.1 Gerais

- ✓ Desenvolver metodologia para as aulas de Física de modelos experimentais de laboratório em um simulador virtual, possibilitando a reprodução e investigação de diversos circuitos elétricos e sua aplicabilidade, levando os alunos a compreender, assimilar e relacionar os dados e resultados obtidos de forma significativa no aprendizado.

2.2.3 Específicos

- ✓ Conceituar os resistores;
- ✓ Diferenciar resistores ôhmicos de resistores não ôhmicos;
- ✓ Compreender a 1^a e a 2^a Lei de Ohm e a influência da resistividade do fio condutor em um circuito elétrico;
- ✓ Identificar e compreender as características que diferenciam associações de resistores em série, paralelo e mista;
- ✓ Compreender as conversões de Triângulo - Estrela e Estrela - Triângulo na associação de resistores;

3 JUSTIFICATIVA

O ensino da Física nas escolas ainda apresenta um formato teórico, sem apresentação de atividades experimentais em sua metodologia e isso se deve a inúmeros fatores como: falta ou manutenção de equipamentos, falta de materiais básicos fundamentais para realização do experimento, falta de tempo e formação continuada do professor e escassez de recursos financeiros. Nesse sentido, todos



esses fatores contribuíram para um formato de aula constantemente teórica e matematizada.

Diante dos problemas citados, o presente trabalho apresenta uma possibilidade de práticas educacionais no ensino da Física por meio de uma proposta de atividades práticas no simulador PhET Colorado Circuito- DC, material que possibilita simular experimentos dos conteúdos curriculares da 1^a Lei de Ohm, 2^a Lei de Ohm, associação de resistores.

4 A PROPOSTA – UEPS

Quadro 1- Proposta didática da UEPS

MÓDULO 1	ATIVIDADES PROPOSTAS
3h/a	<p>1. Reflexão dos alunos sobre a importância da eletricidade;</p> <p>2. Paralelo entre: passado e a atualidade com e sem energia elétrica;</p> <p>3. Apresentação do tema: Estudo da eletricidade básica utilizando o simulador PhET- Colorado Circuito-DC;</p> <p>4. Levantamento de conhecimentos prévios através de um questionário, para coleta de dados;</p> <p>5. Construção coletiva do mapa mental com base nas respostas do questionário inicial.</p>
MÓDULO 2	<p>ATIVIDADES PROPOSTAS</p> <p>1. Roda de conversa acerca da função dos componentes de um circuito elétrico simples;</p> <p>2. Atividade experimental nº 1 sobre circuito elétrico realizada em grupo;</p>



	<p>3. Apresentação dos materiais disponíveis no simulador PhET- Colorado Circuito-DC;</p> <p>4. Apresentação do multímetro e realização de medida das grandezas: corrente elétrica, voltagem e resistência elétrica;</p> <p>5. Abordagem dos conteúdos da primeira Lei de Ohm e suas aplicações;</p> <p>6. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, da 1^a Lei de Ohm, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias.</p>
MÓDULO 3 4h/a	<p>ATIVIDADES PROPOSTAS</p> <p>1. Abordagem dos conteúdos da segunda Lei de Ohm e suas aplicações;</p> <p>2. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, da 2^a Lei de Ohm, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias;</p> <p>3. Abordagem do conteúdo de associação de resistores em paralelo;</p> <p>4. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, das associações de resistores em paralelo, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias.</p> <p>5. Construção de experimentos no simulador PhETColorado-Circuito-DC, das associações de resistores em misto, intercalando simulações e atividades interativas, investigativas e comprovatórias.</p>



MÓDULO 4 3h/a	ATIVIDADES PROPOSTAS/DIFERENCIACÃO
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retomada da discussão sobre os aparelhos que mais gastam energia e efeito joule; 2. Atividade experimental sobre 1^a lei de Ohm; 3. Discussão sobre resistência elétrica; 4. Discussão sobre a 1^a e 2^a lei de Ohm; 5. Investigação e análise do funcionamento de um chuveiro elétrico;
MÓDULO 5 3h/a	ATIVIDADES PROPOSTAS/RECONCILIAÇÃO
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retomada da aula sobre circuitos elétricos; 2. Construção do 3º mapa de conceitos com descrição de forma individual, sobre os seguintes conceitos: corrente elétrica, voltagem, resistência, potência, energia elétrica e as leis de Ohm. Experimento: construção de circuitos com lâmpadas em série e em paralelo pelos alunos; 3. Questionário com perguntas sobre o experimento. 4. Explicação das diferenças entre circuitos em série e em paralelo, pelo professor.
MÓDULO 6 2h/a	ATIVIDADES PROPOSTAS
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Discussão do 3º mapa conceitual acerca dos principais conceitos de eletrodinâmica. 2. Questionário com as mesmas perguntas aplicadas para o levantamento do conhecimento prévio;

Fonte: o autor.



4.1 Aplicação

4.1.1 Módulo 1

Nesse primeiro momento, os alunos serão convidados para fazer uma reflexão sobre a importância da eletricidade em suas atividades cotidianas. Irão fazer um paralelo entre o uso dos equipamentos presente em suas casas, levando-os a imaginar como era a vida antes da utilização da energia elétrica. Durante a discussão, será pedido para falar de modo aleatório o nome de termos relacionados ao tema eletrodinâmica. Esses termos serão utilizados para construção de um mapa de conceitos coletivo que será desenvolvido por eles, com a ajuda do professor.

Após a construção do mapa coletivo os alunos irão construir um pequeno texto, de modo individual, sobre o assunto discutido durante essa aula. Esse texto será entregue ao professor para análise. Ao término desse encontro será entregue uma atividade, tabela 1, para preencher com o nome de grandezas Físicas presente em aparelhos elétricos. Essa atividade será uma pesquisa em suas casas, com o objetivo que eles percebam a relação entre o conteúdo discutido em sala e o seu cotidiano.

Todas as aulas devem ser gravadas e realizadas anotações em um diário de bordo que serão analisadas posteriormente pelo professor.

Quadro 2 - Para ser preenchida com informações referentes as grandezas físicas presente nos aparelhos elétricos encontrados na residência dos alunos.

Nome do Aparelho	Voltagem (Volt)	Corrente (Ampére)	Potência (Watt)



Elaborada pelo autor

Ainda nesse módulo os alunos responderão a um pré-teste composto por quatro perguntas sobre os principais conceitos da eletrodinâmica (corrente elétrica, tensão elétrica, resistência e potência). O objetivo dessa atividade é identificar os subsunções dos alunos em relação aos conteúdos que serão trabalhados. A identificação inicial dos conhecimentos prévios é essencial no processo de ensino, porque de acordo com Ausubel et al., 1980, “... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece... (p. ix)” e investigar esses conhecimentos é essencial para ensinar de acordo.

As questões serão respondidas de forma individual pelos alunos, e posteriormente entregues. O professor fará a análise para investigar que conhecimentos prévios sobre os conceitos já citados eles possuem, o que será muito importante para as demais atividades.

Pré-teste

1) O que você entende por corrente elétrica?

2) Para secar o cabelo, uma jovem dispõe de dois chuveiros elétricos, um de 6200W -220V e outro de 4800W-220V. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro.



3) Quais as diferenças que existem entre as lâmpadas incandescentes, LED e fluorescentes?

4) Os chuveiros elétricos trazem uma chave com as posições inverno e verão. Qual a vantagem em fazer uso dessa chave?

No percurso fazemos a apresentação do tema: Estudo da eletricidade básica utilizando o simulador PhET-Colorado Circuito DC e realizando o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos sobre essa temática por meio de imagens de eletroeletrônicos.



Figura 1: chuveiro, ar condicionado, *air fryer*



O intuito é diagnosticar quais subsunções existentes e se esses apresentam-se adequados como ponto de partida ao professor para a implementação da proposta de ensino. Subsunções seriam, então, “conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p.28).

Questionário

- 1) Os aparelhos apresentados possuem alguma característica em comum? Justifique.
- 2) Como você explicaria o funcionamento de cada eletroeletrônico apresentado?

Chuveiro:

Ar-condicionado:

Air Fryer:

- 3) Qual o dispositivo eletrônico responsável pelo aquecimento?
 - 4) Você consegue identificar alguns aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos que utilizou nessa semana com as mesmas características dos apresentados? Liste quais.
-



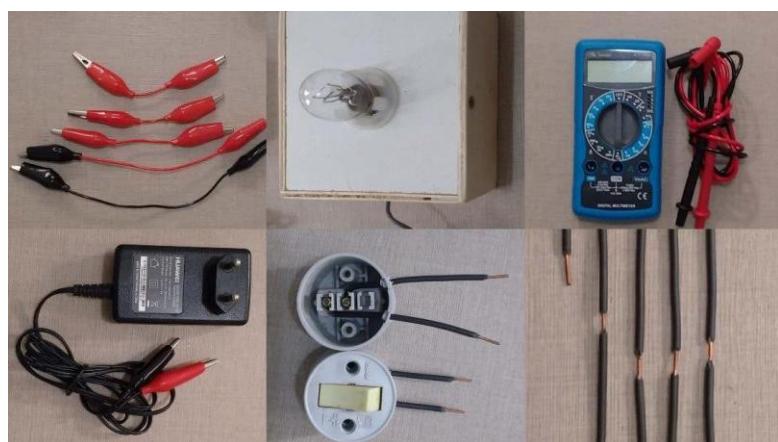
4.1.2 Construção do mapa mental

Na sequência da proposta, os alunos organizam suas respostas do questionário inicial em um mapa mental destacando as principais ideias. Mapas mentais correspondem a uma maneira de registrar informações. De acordo com Buzan (1996, 2009) um mapa mental é uma ferramenta que possibilita exteriorizar pensamentos ou ideias de forma organizada em torno de um tema principal, o qual dará origem ao mapa mental.

4.1.3 Módulo 2

Esse módulo se iniciará com uma breve discussão sobre circuitos elétricos, onde serão apresentados os componentes de um circuito elétrico simples. Para isso será levado pelo professor/pesquisador um kit, adaptado a partir de materiais encontrados em lojas de eletrônica contendo: fonte de 12V (representando o gerador elétrico), fios condutores, interruptor (simulando o dispositivo de manobra), jacarés (utilizado para conectar os componentes ao fio condutor), lâmpadas de farol de carro (representando o receptor elétrico) e um multímetro (dispositivo de controle). Durante a apresentação desses componentes será perguntado a função de cada um deles por meio de um diálogo entre alunos e professor.

Figura 2 - Kit para construção dos circuitos

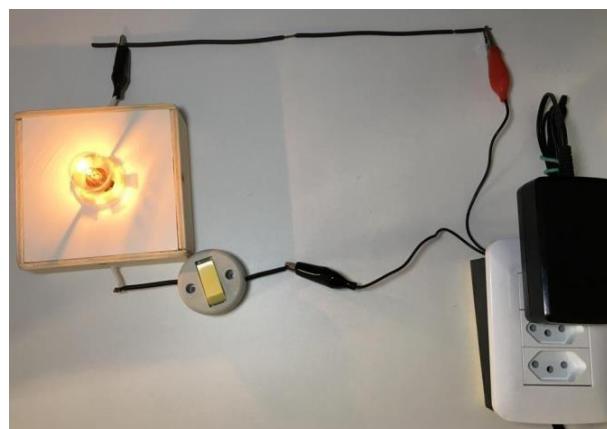


Fonte: imagens do autor



Após a entrega dos kits, cada grupo deverá montar o experimento nº 1, Figura 2, cujo objetivo é de ascender a lâmpada, para que os alunos percebam a diferença entre um circuito aberto e fechado e tenham contato com algumas grandezas físicas como corrente elétrica, voltagem e resistência elétrica. A montagem consistiu em conectar a parte descascada dos fios as lâmpadas por meio dos jacarés e em seguida ligar as extremidades de cada fio à fonte 12V (geradora de energia) ligada a rede de energia elétrica de 220V. Os alunos deverão ligar os componentes e fazer com que a lâmpada acenda. Ao acender a lâmpada será incluído o interruptor no circuito cuja finalidade é deixar o circuito aberto ou fechado.

Figura 3 - Circuito Elétrico Simples



Fonte: Imagens do autor

Em seguida o professor explicará a função de cada componente do circuito elétrico simples como o gerador elétrico (fonte de 12V) que é fornecer energia às cargas elétricas que o atravessam, fios condutores cuja função é permitir que as cargas circulem facilmente no circuito, os receptores (representado pelas lâmpadas) que transformam energia elétrica em outro tipo de energia e os dispositivos de manobra (interruptores), elementos que servem para acionar ou desligar um circuito elétrico.



Apresentação do simulador

O simulador apresentado é um dos muitos que o PhET Colorado disponibiliza com a finalidade de ensino nas áreas de Matemática, Física, Química, Ciência da Terra e Biologia. Trata-se do Kit para Montar Circuito DC – Lab Virtual, o qual possui várias opções de montagem de circuitos elétricos em diversos formatos, associações de elementos do circuito, dispositivos de manobra e segurança, variação de valores e coletas de dados, oportunizando assim inúmeras situações de aprendizado.

Para acessá-lo, segue o *link* abaixo, juntamente com a apresentação das ferramentas que o simulador disponibiliza:

Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuitconstruction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html.

Os materiais disponíveis para montar um circuito elétrico, presentes no simulador, encontram-se ao lado esquerdo da tela, conforme Figura 4. A Figura 5, apresenta todos os materiais disponíveis no simulador.

Figura 4 - Representação da tela inicial do simulador



Fonte: PhET – Physics Education Technology. Disponível em:
https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuitconstruction-kitdc-virtual-lab_pt_BR.html. Acesso em jan. de 2025.



Figura 5- Representação dos elementos do circuito disponíveis do lado esquerdo da tela do simulador



Fonte: PhET – Physics Education Technology.

Ao lado superior direito da tela do simulador observa-se a opção de sentido da corrente, etiquetas definindo os elementos do circuito e valores, conforme a Figura 6.

Figura 6: Representação das opções ao lado direito da tela do simulador



Fonte: PhET – Physics Education Technology.

Ainda do lado direito da tela do simulador temos dois instrumentos de medidas: o amperímetro, para medidas da intensidade da corrente, e o voltímetro para medidas da diferença de potencial elétrico (tensão). Eles também mostram a opção



de variação nos valores de resistividade do fio e da resistência da bateria, conforme Figura 7.

Figura 7 - Representação das opções de aparelhos de medidas e variação de valores para resistividade e resistência



Fonte: PhET – Physics Education Technology.

Do lado inferior esquerdo da tela aparece a opção de apresentação dos elementos do circuito ou através do símbolo que corresponde a cada elemento, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Representação do formato para apresentação dos elementos no circuito



Fonte: PhET – Physics Education Technology.

Nesse módulo, o professor aborda o conteúdo de resistência elétrica e a primeira Lei de Ohm. É importante que o professor proporcione momentos de interações e questionamentos acerca do conteúdo abordado, relacionando o tema aos cotidianos do aluno. O material contém o conteúdo a ser trabalhado acompanhado por atividade explicativa.

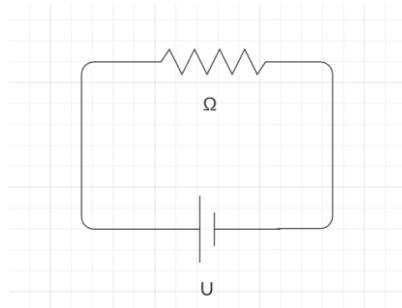


Conceito de resistência elétrica

Segundo Batista e Fusinato (2014), quando a corrente elétrica percorre um determinado condutor, encontra uma dificuldade na passagem dos elétrons por ele devido à resistência elétrica do material do qual o condutor é constituído, denominada resistência elétrica. Dessa forma, os valores da corrente podem sofrer alterações dependendo da resistência encontrada no condutor.

Definimos como resistor elétrico um dispositivo eletrônico de um circuito que converte energia elétrica em energia térmica (efeito Joule), pela razão entre a tensão (ddp) a qual está submetido e a intensidade da corrente elétrica (i). Experimentalmente, através do simulador podemos mostrar que para os resistores existe uma relação proporcional entre a diferença de potencial e a corrente elétrica, cuja razão é o valor da resistência (Figura 9).

Figura 9 – Representação de um resistor no circuito



Fonte: o autor, 2025.

Tipos de resistores e suas aplicações

Resistores de Fio

Segundo Batista e Fusinato (2014), esses tipos de resistores são constituídos por um fio de longo comprimento enrolado sobre uma superfície de cerâmica ou vidro, utilizados geralmente em aparelhos em que o principal objetivo é a dissipação de calor, como por exemplo chuveiros, aquecedores de ambientes e ferro de passar,



entre outros aparelhos. O valor da resistência fornecida pode ser determinado conhecendo o material que constitui o resistor, seu comprimento e área da secção transversal do fio. A imagem fornecida na Figura 10 ilustra esse tipo de resistor.

Figura 10 – Representa o resistor de fio

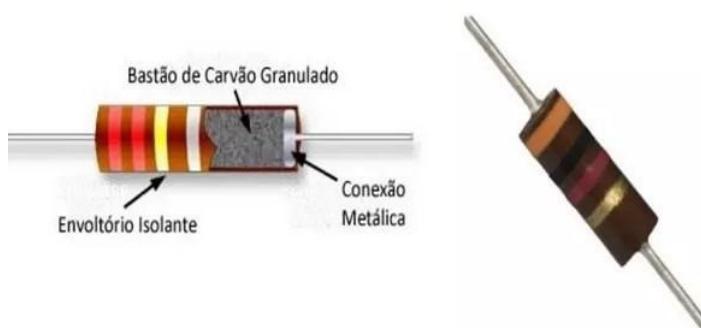


Fonte: **MUNDO DA ELÉTRICA**. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

Resistores de Carvão

Resistores de carvão são constituídos em seu preenchimento de carvão granulado, formando uma mistura homogênea de onde é obtido o valor da sua resistência. Eles possuem faixas de cores de forma que para identificar os seus valores se faz necessário consultar uma tabela de código de cores. Também possuem tamanho e tolerância maior comparados com outros resistores fixos, tal como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Representação de resistor de carvão





Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

Resistores de filme de carbono

Resistores de filme de carbono dizem respeito a um resistor fixo e sua resistência é obtida na fabricação. Para tanto, é utilizado um cilindro de cerâmica que é coberto por uma película de carbono, possuindo uma largura e espessura conforme a obtenção da resistência desejada.

Um resistor de carbono possui baixo custo e seu valor numérico é disponibilizado por faixa de cores, sendo necessário a consulta a Tabela de código de cores (Figura 12).

Figura 12 - Representação do resistor de carbono



Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

Resistores Metálicos

Os resistores metálicos são fixos e semelhantes aos resistores de carbono na sua fabricação, sendo que o que os difere é a película que faz a cobertura do cilindro, que nos metálicos é de Níquel Ni- cr, (nicromo), o que possibilita uma tolerância de 1%, garantindo maior precisão do valor da resistência e diminuindo de forma significativa o ruído emitido pelo resistor, figura 13.



Figura 13 – Representação do resistor metálico



Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

Leitura dos códigos de cores em Resistores

No resistor que possui faixa de cores, o valor da sua resistência pode ser determinado seguindo uma ordem de leitura na qual cada faixa de cor possui um valor e a posição dessa faixa no resistor possibilita obter valores numéricos e porcentuais de tolerâncias diferentes, conforme Tabela apresentada por meio da figura 13.

Figura 14 – Tabela de código de cores dos resistores

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	Nº de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	0	
Marrom	1	1	1	1	± 1%
Vermelho	2	2	2	2	± 2%
Laranja	3	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	4	
Verde	5	5	5	5	± 0,5%
Azul	6	6	6	6	± 0,25%
Violeta	7	7	7	7	± 0,1%
Cinza	8	8	8	8	± 0,05%
Branco	9	9	9	9	
Dourado				x0,1	± 5%
Prata				x0,01	± 10%

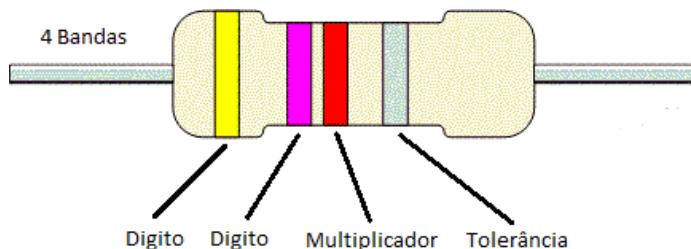


Fonte: MUNDO DA ELÉTRICA. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br>. Acesso em jan. de 2025.

Iremos observar na Figura 14 um exemplo de um resistor de carbono. Seguindo um passo a passo, obteremos o valor da resistência e a tolerância para esse dispositivo.



Figura 15- Ordem de dígitos, multiplicador e tolerância



Fonte: **FVM LEARNING**. Disponível em: <https://www.fvml.com.br/>. Acesso em jan. de 2025.

1º Passo: Observe a primeira faixa de cor (no exemplo é amarela), corresponde ao primeiro dígito do valor ôhmico do resistor, que consultando na Tabela é 4;

2º Passo: Observe a segunda faixa de cor (no exemplo é violeta), corresponde ao segundo dígito do valor ôhmico do resistor, o qual consultando na Tabela é 7;

3º Passo: Observe a terceira faixa de cor: essa faixa corresponde ao multiplicador de casas numéricas que o valor da resistência está submetido elevado a potência de base 10. No exemplo é a cor vermelha, que corresponde ao expoente 2, concluindo que o valor da resistência é de $47 \cdot 10^2 \Omega$;

4º Passo: A quarta faixa, a qual nem todos os resistores possuem, corresponde a faixa de tolerância. Essa faixa informa em porcentual a precisão do valor real da resistência (e no exemplo a cor é prata). Então, concluímos que a precisão é de $\pm 10\%$.

5 1ª LEI DE OHM

De acordo com Batista e Batista (2016), George Simon Ohm, professor de Física e Matemática, escreveu a primeira Lei de Ohm com dados observados em seu experimento, com condutores elétricos em temperatura constante. Ele realizou o



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

procedimento em que a diferença de potencial (V) sofria variações ($U_1, U_2, U_3 \dots U_x$) e obteve valores da corrente elétrica correspondentes a ($i_1, i_2, i_3 \dots i_x$). Percebeu que há resistores em que mesmo que a intensidade da corrente e a tensão sofram mudanças, os valores para a resistência permanecem constantes. Concluiu que os resistores que obtiveram essas características poderiam ser denominados resistores ôhmicos.

$$\frac{u_1}{i_1} = \frac{u_2}{i_2} = \frac{u_3}{i_3} = \dots \frac{u_n}{i_n}$$

Definiu então que:

- ✓ Para resistores ôhmicos a diferença de potencial elétrico (ddp) deve ser diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que atravessa o resistor (i), resultando em uma constante de proporcionalidade a resistência elétrica do resistor. Digite a equação aqui.
- ✓ Sabendo que a diferença de potencial elétrico é medida em volts (V) e a intensidade da corrente em ampères (A), a unidade para resistência elétrica é V/A . Para homenagear o professor George Simon Ohm essa unidade de medida recebeu o nome de Ohm, com o símbolo Ω . Equação conhecida como a 1ª Lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{i}$$

R = resistência elétrica (Ω);

i = intensidade da corrente elétrica (A);

U = diferença de potencial elétrico (V).

- ✓ A equação descrita é utilizada para em todos os dispositivos que a corrente elétrica percorre.
- ✓ Os resistores que não obedecem a primeira Lei de Ohm são classificados como resistores não ôhmicos. Nesses casos, a diferença de potencial elétrico não é proporcional a intensidade da corrente que atravessa o condutor.

5.1 Atividade prática 1ª lei de Ohm

Na continuidade da proposta didática, o professor inicia as simulações referentes a primeira Lei de Ohm. A proposta de atividades no simulador está organizada com um passo a passo, intercalando atividades e simulações.



Neste momento o professor constantemente abre questionamentos acerca do experimento simulados, dados e resultados obtidos.

Objetivo: Compreender e perceber a relação diretamente proporcional entre a corrente elétrica (A) e a diferença de potencial elétrico (V), resultando na constante do valor da resistência elétrica do resistor.

Prática: Utilizando o simulador PhET Colorado como laboratório virtual, construiremos uma representação do experimento da 1^a Lei de Ohm.

1º passo: Clique no *link* abaixo para acessar o simulador. Aparecerá uma tela conforme a Figura 15:

Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html.

Figura 16 - Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC – PhET Colorado



Fonte: PhET Colorado

2º Passo: Selecione os seguintes materiais disponíveis no simulador, conforme figura 15:

- ✓ 6 fios;
- ✓ 1 resistor de faixa de cores de 10Ω ;
- ✓ 1 bateria de baixa Tensão.

Figura 17 - Representação gráfica dos elementos selecionados na tela do simulador

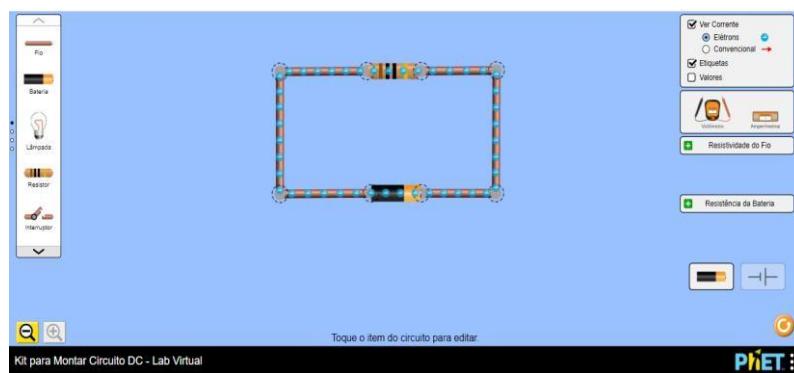


Fonte: PhET Colorado



3º Passo: Monte o circuito elétrico com os elementos selecionados no passo anterior, conforme figura 17:

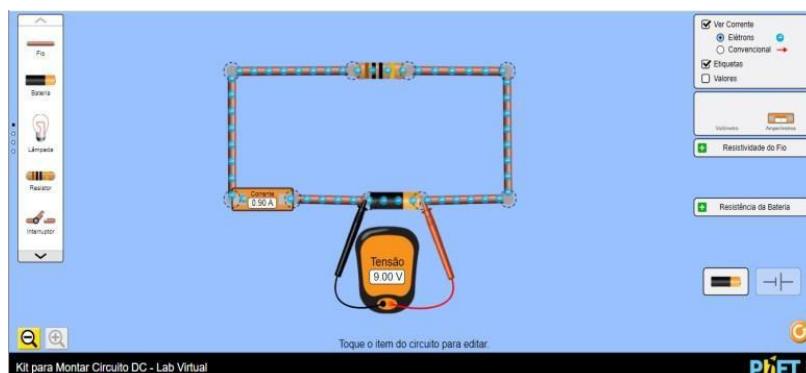
Figura 18 - Representação do circuito elétrico montado



Fonte: PhET Colorado

4º Passo: Selecione, do lado direito da tela, a opção valores. Verifique que aparecerá a indicação de valores para diferença de potencial elétrico e resistência. Conecte o amperímetro em série com a bateria e o voltímetro em paralelo à bateria, conforme figura 18:

Figura 19 - Representação do circuito elétrico com indicação de valores para diferença de potencial elétrico e intensidade da corrente



Fonte: PhET Colorado

Importante: O amperímetro deve ser ligado em série a fonte de energia e o voltímetro em paralelo, evitando danos aos instrumentos.

5º Passo: Clique sobre a bateria e terá a opção de alterar o valor da diferença de potencial elétrico. Faça a variação de 3 em 3 V até o limite de 24V. Complete a Tabela 1: para cada variação da diferença de potencial elétrico o valor para a



intensidade da corrente lida pelo amperímetro. Selecione a opção “valores” localizada no lado direito da tela do simulador.

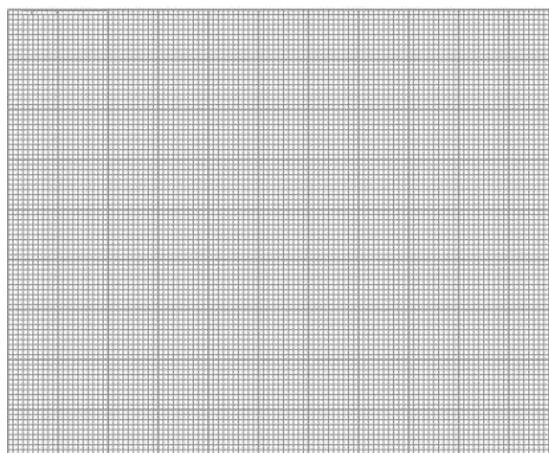
Quadro 3: Variação de 3 em 3 V

Tensão	Intensidade da corrente (A)	Resistência (Ω)
3V		
6V		
9V		
12V		
15V		
18V		

6º Passo: Com os dados da Tabela 1 aplique a equação da 1ª Lei de Ohm para cada variação de tensão.

$$R = \frac{U}{i}$$

7º Passo: Com os dados da Tabela 1, construa um gráfico da tensão versus corrente elétrica.



Responda, com base nos dados obtidos na Tabela 1 acima:



- 1) O valor para o resistor sofreu alteração quando a diferença de potencial elétrico variou de 3 em 3 V. Descreva.
-
-

- 2) Observando o gráfico construído com os dados da Tabela 1. Houve uma constante? Se houve, de qual grandeza física?
-
-

- 3) Qual a conclusão relacionada a variação de tensão entre o resistor e intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito? Poderia identificar a primeira Lei de Ohm? Como descreveria a Lei?
-
-

6 ATIVIDADES REFERENTES AO MÓDULO 3

Neste módulo o professor inicia a abordagem do conteúdo da segunda Lei de Ohm. É importante que o professor proporcione momentos de interações e questionamentos acerca do conteúdo abordado, relacionando o tema ao cotidiano do aluno.

6.1 Abordagem da 2^a lei de Ohm

De acordo com Gaspar (2013), em seus experimentos George Simon Ohm pode observar que, dependendo do material que constitui o resistor, seu comprimento, a área e a temperatura em que esse resistor se encontra, pode-se determinar seu valor diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a sua



área da secção transversal do fio. Escreve-se, então, a segunda Lei de Ohm na expressão:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Onde a letra **R** representa o valor da resistência do resistor e sua unidade de medida é Ω .

A letra grega ρ (rô) é a resistividade elétrica do material que constitui o resistor e sua unidade de medida é $\Omega \cdot \text{m}$ (ohm. metro). Essa grandeza pode sofrer variação com a temperatura.

A letra **L** representa o comprimento do fio e sua unidade de medida é m (metro).

Por fim, a letra **S** representa a área da secção transversal do fio e sua unidade de medida é m^2 (metros quadrados).

Atividade prática 2ª lei de Ohm

Na continuidade da proposta didática, o professor inicia as simulações referente a Segunda Lei de Ohm destacando a resistividade do fio e alterações na intensidade da corrente elétrica. A proposta de atividades no simulador está organizada com um passo a passo, intercalando atividades e simulações.

Neste momento o professor constantemente abre questionamentos acerca do experimento simulado, dados e resultados obtidos.

Objetivo: Analisar e discutir a influência da resistividade do fio na intensidade da corrente elétrica em um circuito.

Prática: Utilizando o simulador PhET Colorado como laboratório virtual, construiremos uma representação do experimento da 2ª Lei de Ohm.



1º passo: Clique no *link* abaixo para acessar o simulador. Aparecerá uma tela, conforme a Figura 19.

Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html

Figura 20 – Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC – PhET Colorado



Fonte: PhET Colorado

2º Passo: Selecione os seguintes elementos do circuito, conforme figura 20:

- ✓ 6 fios;
- ✓ 1 resistor de faixa de cores de 10Ω ;
- ✓ 1 bateria de baixa tensão;
- ✓ 1 amperímetro.

Figura 21 - Representações dos elementos selecionados para a montagem do circuito elétrico

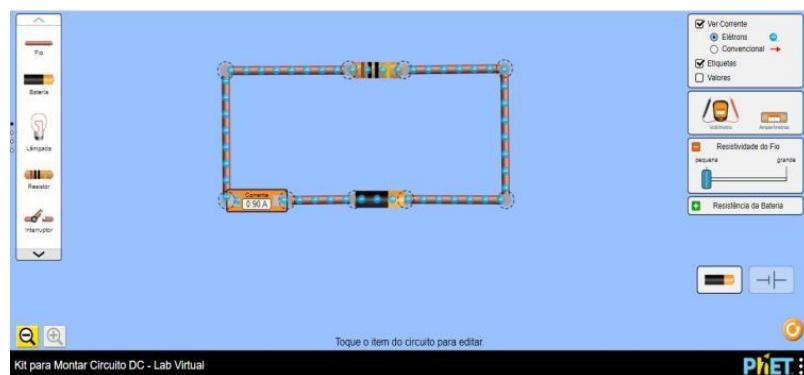


Fonte: PhET Colorado



3º Passo: Monte o circuito conforme a Figura 21, com os elementos selecionados e disponíveis na tela do simulador.

Figura 22 - Representação do circuito elétrico montado



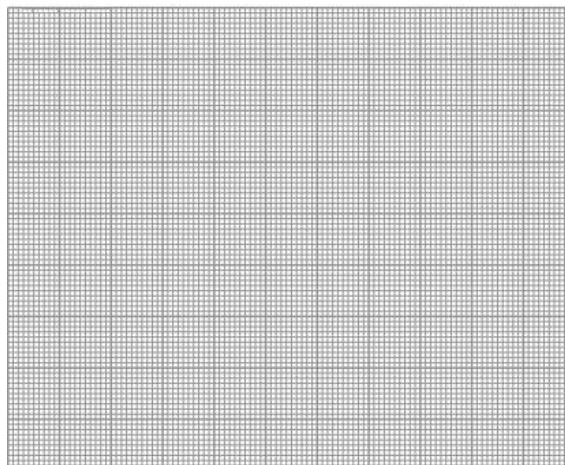
Fonte: PhET Colorado

4º Passo: Do lado direito da tela do simulador tem a opção de resistividade do fio condutor. Faça três variações: Pequena, média e grande. Anote a leitura do amperímetro, completando o Quadro 4 até o maior limite que o simulador permite.

Quadro 4: Intensidade da corrente elétrica em relação a resistividade do fio

Resistividade do fio ($\Omega \cdot m$)	Intensidade da corrente elétrica (A)
Pequena	
Média	
Grande	

5º Passo: Com os dados disponíveis no Quadro 4, construa um gráfico da resistividade ($\Omega \cdot m$) do fio versus intensidade da corrente elétrica (A).



Com base nas observações feitas no 4º e 5º passos, registre suas conclusões em relação a resistividade do fio condutor, ressaltando as alterações na intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito elétrico durante o experimento.

7 ABORDAGEM DO CONTEÚDO ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Neste momento da proposta o professor inicia a abordagem do conteúdo de associação de resistores em série, apontando a necessidade de associar dois ou mais resistores e suas aplicações com o cotidiano.

7.1 Associação de Resistores

De acordo com Gaspar (2013), os resistores são elementos utilizados em dispositivos elétricos e eletrônicos para atender inúmeras necessidades de um circuito elétrico, seja para a dissipação de calor (efeito Joule), ou para limitar a passagem da corrente elétrica em um circuito. Em muitos casos, faz-se necessário associar dois ou



mais resistores em série, paralelo ou misto, dependendo da finalidade que o circuito é destinado.

7.2 Associação de Resistores em Série

Os resistores associados em série estão submetidos a mesma intensidade da corrente elétrica. Os resistores devem ser colocados posteriormente ao outro garantindo que a corrente elétrica passe por um único caminho, ocasionando o mesmo valor de intensidade da corrente em cada resistor. Nesse modelo de associação de resistores, a diferença de potencial elétrico total (ddp) é a soma da diferença de potencial elétrico (ddp) de cada resistor. Particularidades da Associação em série:

- ✓ A intensidade da corrente (A) é a mesma em todos os resistores, mesmo no resistor equivalente.

$$i_1 = i_2 = i_3 = \dots i_n$$

- ✓ A diferença de potencial elétrico total do circuito (V) é a soma da diferença de potencial elétrico de cada resistor.

$$U_t = U_1 = U_2 = U_3 \dots$$

Na associação em série, a resistência equivalente é dada pela soma das resistências elétricas dos resistores disponíveis no circuito.

$$R_e = R \cdot i$$

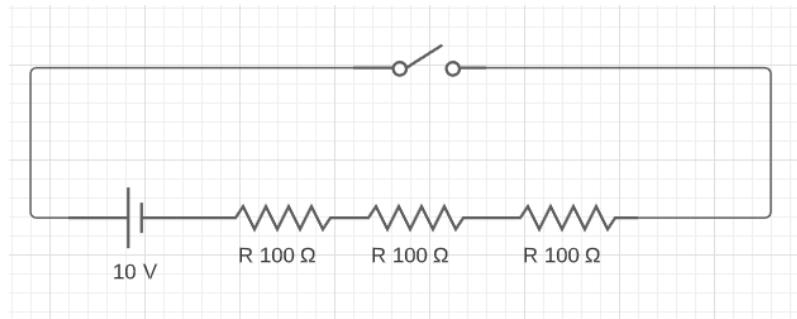
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

7.3 Atividade Explicativa

O circuito da Figura 22 apresenta uma associação em série de resistores exemplificando o valor da resistência equivalente do circuito, a intensidade da corrente e a diferença de potencial elétrico em cada resistor.



Figura 23 - Representação de associação de resistores em série



Fonte: o autor.

Primeiramente iremos obter a resistência equivalente dos resistores em série:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

Sabendo que a intensidade da corrente elétrica é a mesma em todos os resistores temos:

$$R_e = \frac{U}{i}$$

Para determinar diferença de potencial elétrico, consideramos que a diferença de potencial elétrico total do circuito é a soma da diferença de potencial elétrico de todos os resistores associados em série. Portanto, devemos determinar a ddp de cada resistor.

$$R_1 = \frac{U}{i} \quad R_2 = \frac{U}{i} \quad R_3 = \frac{U}{i} \quad \text{logo } U_t = U_1 + U_2 + U_3$$

7.3.1 Atividade prática associação em série de resistores

Iniciando a simulação de associação de resistores em série, é importante que o professor levante questões e discussões acerca dos dados obtidos, a fim de proporcionar reflexões e relações com as características que define a associação de resistores em série.



Objetivos:

- ✓ Identificar uma associação em série e construir um modelo no simulador Phet – Colorado;
- ✓ Compreender as características da associação de resistores em série por meio de valores, para resistência equivalente, corrente elétrica e diferença de potencial elétrico.

Prática: Utilizando o simulador PhET Colorado como laboratório virtual, construiremos uma representação da associação de resistores em série.

1º Passo: Clique no *link* abaixo para acessar o simulador. Aparecerá uma tela conforme a figura 23.

Link: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html

Figura 24 – Representação da tela inicial do simulador Kit para montar circuito DC- PhET Colorado



Fonte: PhET Colorado

2º Passo: Selecione os seguintes elementos do circuito:

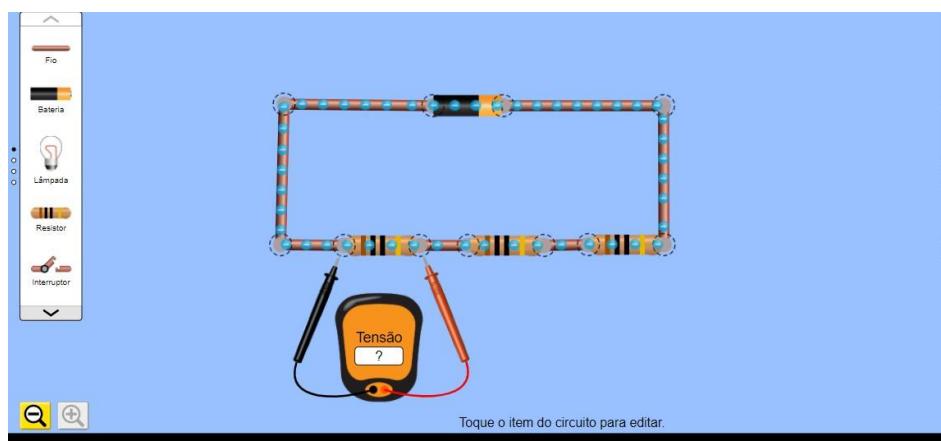
- ✓ 7 fios;
- ✓ 3 resistores de 10Ω ;
- ✓ 1 bateria de baixa tensão.



3º Passo: Monte uma associação com 3 resistores em série e uma bateria formando um circuito:

4º Passo: Selecione do lado direito da tela o voltímetro, associando-o em paralelo aos elementos do circuito, conforme figura 24:

Figura 25 - Representação do voltímetro associado em paralelo aos elementos do circuito



Fonte: PhET Colorado

Realize a leitura da tensão em cada resistor e na bateria. Em seguida, faça a leitura da tensão entre os três resistores posicionado as ponteiras de uma extremidade a outra. Registre os resultados na Tabela 3:

Quadro 5: Tensão Medida

Tensão Medida
U resistor 1 =
U resistor 2 =
U resistor 3 =
U todos os resistores =
U bateria =



7.3.2 Analisando dados obtidos:

Qual a relação entre as tensões entre os resistores e a tensão fornecida pela bateria?
Escreva a qual conclusão chegou sobre a tensão em uma associação de resistores em série.

5º Passo: Selecionando a opção valores, localizada do lado direito do simulador, realize a alteração no valor das resistências para:

Resistor 1 = 5Ω

Resistor 2 = 15Ω

Resistor 3 = 20Ω

6º Passo: Determine resistência equivalente da associação:

7º Passo: Utilizando o voltímetro, encontre a tensão em cada resistor e determine a intensidade da corrente aplicando a expressão:

Conclusão:

Descreva, com base nos resultados obtidos e simulados, quais características identificam uma associação em série:



Na décima terceira aula, para exemplificar uma situação real em que a resistência do material pode ser alterada, o pesquisador levou dois resistores de chuveiro elétrico, Figura 25, para que os alunos entendam melhor seu funcionamento e façam a relação com os conteúdos: resistência elétrica, potência, energia elétrica e leis de Ohm.

Figura 26 – Resistores de chuveiro elétrico.



Fonte: o autor

A análise do chuveiro será iniciada mostrando aos alunos a divisão que existe no resistor que pode ser regulado com uma chave, podendo ser usado apenas uma parte ou todo o seu comprimento. Será pedido que um aluno realize a medida da resistência, utilizando um multímetro, em cada segmento do resistor e mostre para turma os valores obtidos. O objetivo é que os alunos confirmem o resultado obtido na simulação nº 2 sobre a segunda lei de Ohm, ou seja, que a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do resistor.

Após essas medidas os alunos serão questionados sobre: Qual é a função do interruptor que altera o chuveiro para as posições inverno e verão. Logo depois da exposição de opinião de alguns alunos, o professor revisará os conteúdos estudados



anteriormente sobre: potência elétrica, relembrando as equações estudas envolvendo potência, resistência, voltagem e corrente elétrica.

O objetivo com essa revisão é promover a **diferenciação progressiva e a integradora**, pois na medida em que retomamos conceitos já estudados os alunos passam a atribuir novos significados, melhorando seu conhecimento. De acordo com Moreira (2011a), através de sucessivas interações um dado subsunçor vai, progressivamente, adquirindo novos significados, ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

Depois dessa revisão será feita a seguinte pergunta aos alunos: Como as posições inverno e verão poderiam estar relacionadas ao consumo de energia elétrica?

Após a realização dessas atividades envolvendo as leis de Ohm com a utilização do experimento nº 2, as simulações nº 1 e nº 2 e a discussão das questões propostas sobre essas atividades, será pedido aos alunos, que selezionem os principais conceitos estudados até o momento, e a partir desses construam um mapa de conceitos (mapa nº 3), individual, com um texto explicativo que disponibilizamos abaixo. O objetivo dessa atividade é permitir que os alunos promovam a reconciliação integrativa que acontece quando o aluno estabelece relações entre os conceitos, organizados de maneira hierárquica, atribuindo significados entre eles.

7.3.3 Texto: Potência e Energia Elétrica

Na entrada de eletricidade de uma residência, existe um medidor, instalado pela companhia de eletricidade. O objetivo desse aparelho é medir a quantidade de energia elétrica usada na residência durante certo tempo (normalmente 30 dias). Sendo:

$$\text{Potência} = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}}$$



Energia = potência . tempo, isto é:

$$E = P \cdot t$$

Portanto, quanto maior for a potência de um aparelho eletrodoméstico e quanto maior for o tempo que ele permanece ligado, maior será a quantidade de energia elétrica que ele utilizará (transformando-a em outras formas de energia). O valor registrado no medidor equivale à soma das energias utilizadas, durante um certo período, pelos diversos aparelhos utilizados na casa. Essa energia poderia ser medida em joules (unidade do SI), em praticamente todos os países do mundo, entretanto as companhias de eletricidade usam medidores calibrados em *KWh* (quilowatt-hora). Assim, 1*KWh* é a energia consumida por um aparelho com potência de 1 quilowatt funcionando durante 1 hora.

Lembrando que $1\text{KW} = 1000\text{W}$ e $1\text{h} = 3600\text{s}$, a relação entre essa unidade prática de energia e o joule, unidade do SI, é:

$$1\text{ KWh} = 1000\text{W} \cdot 3600\text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{J}$$

O quilowatt-hora é uma unidade muito maior do que o joule e, por isso, mais prática para a medida do consumo de energia elétrica. Uma residência de classe média, por exemplo, consome cerca de 720 milhões de joules.

7.3.4 Potência desenvolvida em um aparelho elétrico

Os aparelhos elétricos são dispositivos que transformam energia elétrica em outra forma de energia. Em um motor elétrico, a energia elétrica é transformada em energia mecânica de rotação; em um aquecedor, a energia elétrica é transformada em calor; em uma lâmpada, a energia elétrica é transformada em luminosa, etc.

A potência, P , desenvolvida por um aparelho elétrico, que é dada por $P = \frac{\Delta e}{\Delta t}$, pode ser expressa como $P = i \cdot V$, onde i é a corrente elétrica e V a diferença de potencial.



Assim:

Se um aparelho elétrico, ao ser submetido a uma diferença de potencial V for percorrido por uma corrente i , a potência desenvolvida nesse aparelho será dada por $P = i \cdot V$

Na aula seguinte (14) será pedido que os alunos troquem seu mapa com o de um colega e faça uma primeira leitura sem utilizar o texto. Em um segundo momento eles consultarão o texto para entender melhor os mapas. Depois que os alunos realizarem a leitura do texto será aberta uma discussão para que possam comentar as dificuldades encontradas ao fazer a leitura dos mapas antes e depois da consulta ao texto. Ao término da aula os mapas serão entregues ao professor para análise.

7.3.5 Reconciliação Integrativa – 6^a etapa

Nessa etapa da UEPS serão trabalhados a associação de resistores em série e em paralelo através de duas atividades experimentais. A primeira atividade Experimental (experimento nº3) será montada pelos alunos e a segunda (experimento nº 4) será levada pelo professor já montada, para que sejam esclarecidas as possíveis dúvidas que existam após a realização do experimento nº3. O objetivo dessas atividades é mostrar através de atividades experimentais, as principais diferenças entre a associação de resistores em série e em paralelo e fazer com que os alunos percebam as diferenças e semelhanças entre a instalação elétrica residencial e cada tipo de associação de resistores, representadas por lâmpadas.

A décima quinta aula será iniciada com uma retomada sobre o estudo dos circuitos elétricos relembrando os conceitos de voltagem, corrente elétrica, resistores, potência elétrica e energia elétrica, relacionando-os entre eles com a aplicação de situações presentes no cotidiano dos alunos. Para isso será pedido que os alunos citem exemplos de situações do seu cotidiano envolvendo circuitos elétricos e as grandezas estudadas nas aulas anteriores.



Após a discussão, os alunos serão organizados em grupo de 4 a 5 componentes onde será entregue novamente o kit fornecido pelo professor na 3^a aula, contendo fonte de 12V, fios condutores, interruptor, jacarés (utilizado para conectar os componentes ao fio condutor), lâmpadas de farol de carro (representando o receptor elétrico) e um multímetro. Na 3^a aula esse kit foi utilizado para que os alunos montassem circuitos simples. Nessa aula os alunos utilizarão os mesmos componentes para construir circuitos com lâmpadas em série e circuitos com lâmpadas em paralelo (experimento nº 4), para que eles possam estabelecer relações entre esse experimento e a instalação elétrica residencial, identificando as vantagens e desvantagens entre a associação de resistores em série e a associação de resistores em paralelo. O objetivo dessa atividade é diferenciar o conceito mais geral, circuito elétrico, apresentando os conceitos mais específicos, como exemplo, circuitos em série e circuitos em paralelo para que os alunos possam atribuir significados entre os conceitos, promovendo a reconciliação integradora.

No primeiro momento será pedido que construam os circuitos com três lâmpadas sem exigir que estejam organizadas em série ou em paralelo. O objetivo inicial é permitir que os alunos identifiquem a variação no brilho das lâmpadas dependendo de como o circuito está organizado.

Em um segundo momento, o professor utilizando o quadro de giz, desenhará uma associação de resistores em série e outra em paralelo. Em seguida será pedido para os alunos identificarem o tipo de ligação realizado em sua montagem.

Na medida em que os alunos construírem circuitos em série e em paralelo, estarão promovendo a reconciliação integradora, pois o subsunçor circuito elétrico ficará cada vez mais elaborado e ganhando novos significados, pois de acordo com Moreira (2011a), ao passo em que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a estrutura cognitiva vai mudando.

Em seguida será solicitado pelo professor, que os alunos realizem a medida da voltagem e corrente em cada trecho e façam as anotações no caderno para posteriormente comparar os valores anotados para cada tipo de associação e discutam com os colegas as diferenças percebidas.



No final da aula será entregue um questionário com 5 perguntas relacionadas ao experimento nº 4 sobre associação de resistores em série e em paralelo. Após respondido, o questionário deverá ser entregue ao professor para análise.

8 QUESTIONÁRIO SOBRE O EXPERIMENTO

1) Por que na associação de resistores em série, quando retiramos uma das lâmpadas as demais apagam?

2) Quais as principais diferenças entre a associação de resistores em série e em paralelo?

3) Por que a voltagem é a mesma em todos os resistores na associação em paralelo?



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

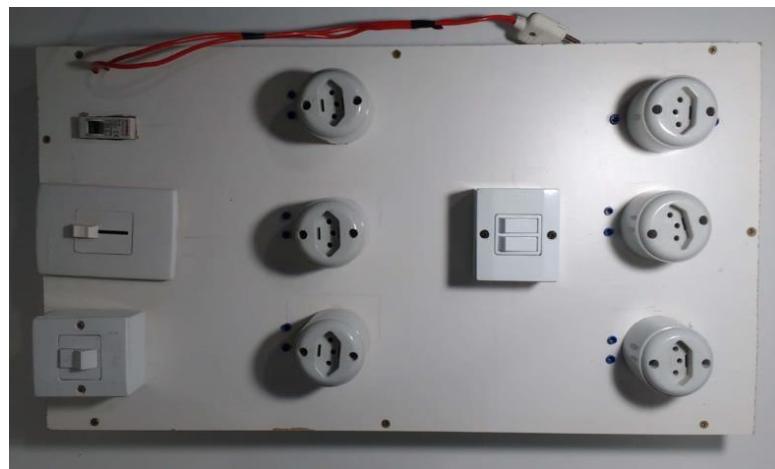
- 4) Por que na associação em série, as lâmpadas de menor potência nominal emitirão maior intensidade de luz?

- 5) Que evidências podem confirmar que a ligação residencial é do tipo em paralelo?

A aula seguinte será iniciada com uma retomada da aula anterior sobre associação de resistores em série e em paralelo. Nessa aula serão discutidos os circuitos em série e em paralelo novamente por meio de mais um experimento, construído pelo professor, composto por tomadas fixadas em uma base de madeira, três tomadas ligadas em série e três ligadas em paralelo, uma chave para ligar e desligar o circuito, além de um disjuntor para aumentar a segurança do experimento já que será utilizada uma voltagem de 220V e corrente alternada como pode ser observado na figura 26.



Figura 27 - Experimento para trabalhar associação de resistores em série e em paralelo



Fonte: Imagens do autor

O primeiro tipo de associação discutida com os alunos será a associação em série com três lâmpadas de mesma potência. Nesse contexto será feita a seguinte pergunta para os alunos: “Na associação de resistores em série quando retiramos uma das lâmpadas as demais apagam”?

Após ouvir a resposta dos alunos o professor mostrará na prática o que acontece na situação questionada.

Utilizando um multímetro será feita a medida da voltagem nos dois tipos de associação e feita a seguinte pergunta: Por que na associação em paralelo a voltagem é a mesma em qualquer trecho enquanto na associação em série a voltagem é dividida?

Após ouvir os alunos, será mostrado que na associação em paralelo os dois fios que vêm da tomada estabelecendo uma diferença de potencial se conectam com cada uma das lâmpadas de maneira independente, diferente da associação em série em que as três lâmpadas estão conectadas entre si e ligadas a essa diferença de potencial e por isso a voltagem é diferente.



Os alunos serão questionados também sobre a luminosidade em cada tipo de associação. Após ouvir os alunos será explicado o porquê da diferença de luminosidade em cada tipo de associação.

Antes de finalizar a aula o professor lançará duas perguntas para a turma: quais as evidências de que a ligação residencial é do tipo em paralelo? E quais as vantagens desse tipo de ligação em uma casa?

Será iniciado um debate entre os alunos e o professor para que os alunos respondam as perguntas sob orientação do professor, relacionando o conteúdo estudado com situações concretas do cotidiano.

No último encontro de 2h será feita uma avaliação por parte do professor/pesquisador e dos alunos sobre as atividades desenvolvidas durante o percurso da metodologia e da aprendizagem dos alunos.

Análise de áudios e diário de bordo, Pré e Pós-testes, questionários sobre experimentos e simulação, mapas conceituais, avaliação final do aluno e respostas da avaliação individual por parte do professor sobre as evidências que percebeu ou não de aprendizagem significativa durante o desenvolvimento das atividades.

Total de aulas: 18 aulas.



REFERÊNCIAS

ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A. **Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente alternada ao nível do ensino médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 345-359, dez. 2006.

GREF. **Grupo de reelaboração de ensino de física. física 3 – eletromagnetismo/GREF.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da física, volume 3.** 9.ed. Traduzido por Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Belo Horizonte, v. 29, n.1, p. 562-613, set. 2012.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa:** condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MOREIRA, M. A. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente.** REMPEC- Ensino, Saúde e Ambiente, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 2-17, abril. 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

TORRES, CARLOS. *et al.* **Física ciência e tecnologia.** 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.