

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

**Metodologias ativas para potencializar o ensino de
circuitos elétricos na disciplina de Física**

Marco Aurélio Farias da Silva

ORIENTADORA: PROF. DRA. Maria Isabel Giusti Moreira

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Metodologias ativas para potencializar o ensino de circuitos elétricos na disciplina de Física

Marco Aurélio Farias da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do Câmpus Pelotas - Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação.

Pelotas - RS
2026

INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE

CÂMPUS PELOTAS - VISCONDE DA GRAÇA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Metodologias ativas para potencializar o ensino de circuitos elétricos na disciplina de Física.

Marco Aurélio Farias da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do Câmpus Pelotas - Visconde da Graça do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências e Tecnologias.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira

Membros da Banca:

Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira – (Orientadora – CaVG/IFSul)

Prof. Dr. Nelson Luiz Reyes Marques – (PPGCITED/CaVG/IFSul)

Prof. Dr. Fernando Augusto Treptow Brod – (PPGCITED/CaVG/IFSul)

Prof. Dr. Elmer Alexis Gamboa – (UFPel)

Pelotas - RS

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

S586m Silva, Marco Aurélio Farias da
 Metodologias ativas para potencializar o ensino de circuitos elétricos
 na disciplina de Física/ Marco Aurélio Farias da Silva. – 2026.
 115 f. : il.

 Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Sul-Rio-Grandense,
 Câmpus Pelotas Visconde da Graça, Programa de Pós - graduação em
 Ciências e Tecnologias da Educação, 2026.

 Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira.

 1. Tecnologias na educação. 2. Circuitos elétricos. 3. Ensino de
 Física. 4. Metodologias ativas. I. Moreira, Maria Isabel Giusti (ori.), II.
 Título.

CDU: 378.046-021.68:537

Catálogo na fonte elaborada pelo Bibliotecário
Vitor Gonçalves Dias CRB 10/1938
Câmpus Pelotas Visconde da Graça

RESUMO

O ensino de Circuitos Elétricos no Ensino Médio ainda enfrenta desafios relacionados à abstração dos conceitos, à carência de experimentação e à distância entre a teoria e a prática, o que frequentemente compromete a motivação e a compreensão dos estudantes. Fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e nas contribuições de Marco Antonio Moreira, este estudo teve como objetivo desenvolver, implementar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada à aprendizagem de circuitos elétricos. A proposta foi estruturada com base em metodologias ativas e no uso de tecnologias digitais, buscando favorecer a construção de conhecimentos significativos por meio da interação, da experimentação e da resolução de situações-problema. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, com a aplicação da UEPS em sete encontros realizados com estudantes do Ensino Médio. As atividades envolveram rodas de conversa, simulações virtuais com o PhET, uso de um emulador, resolução de situações-problema e atividades colaborativas. A análise dos dados seguiu as cinco etapas recursivas propostas por Yin, considerando registros audiovisuais, diário de campo e depoimentos dos alunos. Os resultados evidenciaram que as concepções iniciais dos estudantes evoluíram de uma compreensão fragmentada e intuitiva para uma organização conceitual mais estruturada e coerente. Houve também ampliação da capacidade de distinguir entre circuitos em série, paralelo e misto, bem como de aplicar esses conhecimentos a situações reais. Além do mais, notou-se um crescimento da motivação, autonomia e envolvimento, com os alunos mostrando curiosidade, segurança e participação ativa no processo de aprendizagem. Conclui-se que a UEPS proposta, aliada às metodologias ativas e às tecnologias digitais, mostrou-se uma estratégia eficaz para promover uma aprendizagem significativa, integrando teoria e prática, e auxiliando na compreensão conceitual e motivacional e contribuir para o desenvolvimento cognitivo e motivacional dos estudantes.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Ensino de Física; Simulações digitais; emuladores

ABSTRACT

The teaching of Electrical Circuits in High School still faces challenges related to the abstraction of concepts, the lack of experimentation, and the gap between theory and practice, which often undermines students' motivation and understanding. Grounded in David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the contributions of Marco Antonio Moreira, this study aimed to develop, implement, and evaluate a Potentially Meaningful Teaching Unit (UEPS) focused on the learning of electrical circuits. The proposal was structured based on active learning methodologies and the use of digital technologies, seeking to promote the construction of meaningful knowledge through interaction, experimentation, and problem-solving activities. The research adopted a qualitative approach, applying the UEPS in seven sessions with high school students. The activities included discussion circles, virtual simulations using PhET, the use of an emulator, problem-solving tasks, and collaborative learning. Data analysis followed the five recursive stages proposed by Yin, considering audiovisual records, field notes, and students' testimonials. The results showed that students' initial conceptions evolved from fragmented and intuitive understandings to a more structured and coherent conceptual organization. There was also an improvement in their ability to distinguish between series, parallel, and mixed circuits, as well as to apply this knowledge to real-world situations. Furthermore, there was an increase in motivation, autonomy, and engagement, with students demonstrating curiosity, confidence, and active participation in the learning process. It is concluded that the proposed UEPS, combined with active methodologies and digital technologies, proved to be an effective strategy to foster meaningful learning by integrating theory and practice, enhancing conceptual understanding, and contributing to students' cognitive and motivational development.

Keywords: Meaningful Learning; Physics Teaching; Digital Simulations; Emulators.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que foi o responsável por tudo existir e pela capacidade me dada para suportar todas as dificuldades. Foi Ele quem me guiou durante todos os dias de luta desde os primeiros dias de aula, que não foram nada fáceis, foi Ele o responsável pela minha coragem em continuar durante os momentos de desespero, onde o cansaço era maior do que a força de vontade. Ele quem sempre me mostrou o melhor caminho a seguir, iluminando os meus passos e me ajudando a cumprir as missões me oferecidas.

Agradeço aos meus familiares, que sempre me apoiaram e que sempre foram os maiores incentivadores desta vitória. Primeiro aos meus pais que sempre me ajudaram em todas as dificuldades. Agradeço à Deus pela chance de ser filho dos melhores pais desse mundo. Segundo aos meus queridos irmãos (Márcio José e Jéferson Antônio) por me ajudar e dar apoio em todos os momentos da minha vida, as minhas tias e tios, a minha namorada por toda paciência durante essa jornada, e que sempre me incentivaram a seguir em frente.

Enfim, agradeço a todos da minha família....

Agradeço também à Maria Isabel Giusti Moreira, minha orientadora, a pessoa quem confiou em mim e acreditou que seria possível desenvolver esse projeto, pelas considerações, orientações e pela paciência.

Muito obrigado Isabel!!!!

Agradeço a todos os professores deste mestrado.

Enfim, agradeço a todos, que me ajudaram diretamente ou indiretamente no desenvolvimento do curso. Foram bastante momentos de leitura, escrita e correções. Isto é uma realização que não imaginei que estaria vivendo em algum momento em minha vida, e que jamais esquecerei.

Muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos sequenciais para construção de uma UEPS	32
Figura 2. Emulador	42
Figura 3. Simulador PhET	44
Figura 4 Circuito Série	46
Figura 5 Circuito Paralelo	46
Figura 6 Roda de conversa com os alunos	75
Figura 7 Emulador de circuito em Série	87
Figura 8 O uso do Simulador digital PHET com Circuito em Série.....	89
Figura 9. Emulador de circuito em Paralelo.....	93
Figura 10. O uso do Simulador digital PHET com Circuito em Paralelo	94
Figura 11. Emulador de circuito Misto	97
Figura 12. Uso do Simulador digital PHET com Circuitos Mistos	98
Figura 13. Rede de iluminação elétrica Laboratório de Informática 05.....	99
Figura 14. Roda de conversa em sala de aula	103
Figura 15. Capa do Produto Educacional.....	116
Figura 16. Circuito elétrico identificando seus laços, nós e ramos	130
Figura 17. Circuito elétrico associação em série	131
Figura 18. Circuito elétrico associação paralelo	132
Figura 19. Circuito elétrico associação mista ou série-paralelo.....	134
Figura 20. Circuito elétrico associação mista ou série-paralelo.....	134

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estudos Relacionados com a Revisão da Literatura	20
Quadro 2. Passos da UEPS, ações e propostas de sequência didática	52
Quadro 3. 1º Encontro da UEPS	58
Quadro 4. 2º Encontro da UEPS	59
Quadro 5. Situação Problema 01	60
Quadro 6. Situação Problema 02	61
Quadro 7. 3º Encontro da UEPS	63
Quadro 8. Situação Problema 03	64
Quadro 9. Situação Problema 04	65
Quadro 10. 4º Encontro da UEPS	67
Quadro 11. Situação Problema 05	68
Quadro 12. 5º Encontro da UEPS	70
Quadro 13. Seis unidades básicas do SI e uma unidade derivada relevante para o Assunto em questão.....	124

LISTA DE SIGLAS

A- Ampere

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABP- Aprendizagem Baseada em Problemas

ABProb ou PBL- do inglês *Problem-based learning*

BNCC- Base Nacional Comum Curricular

C- Coulomb

ddp- diferença de potencial

ENEM- Exame Nacional do Ensino Médio

Flipped Classroom - Sala de Aula Invertida

I- Corrente elétrica

LEDs- (*Light Emitting Diode*) ou em português significa Diodo Emissor de Luz

LKC- Kirchhoff das correntes

LKT- Kirchhoff das tensões

MIT- Massachusetts Institute of Technology

NBR- Associação Brasileira de Normas Técnicas

PhET- (*Physics Education Technology*)

PPC- Projeto Pedagógico do Curso

S- Segundo

SPMD- Single Program Multiple Data

TAS- Teoria da Aprendizagem Significativa

TDIC- Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

Tec.- Técnico

TIC- Tecnologias da Informação e Comunicação

UEPS- Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

V- Volts

Ω - Ohm

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA DO AUTOR.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1. Reflexão sobre a Revisão da Literatura	24
3. REFERENCIAL TEÓRICO	26
3.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa	26
4. UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)	31
5. METODOLOGIAS ATIVAS	35
5.1. Sala de aula Invertida (<i>Flipped Classroom</i>)	38
5.2. Aprendizagem Baseada em Problemas (<i>Problem-Based Learning</i>)	39
5.3. Simuladores	41
5.3.1. O simulador PHET	43
6. PERCURSO METODOLÓGICO	47
6.1. Contexto da Pesquisa e Sujeitos da Pesquisa	50
7. PROPOSTA DIDÁTICA.....	52
7.1. 1º Encontro	57
7.2. 2º Encontro	59
7.3. 3º Encontro	63
7.4. 4º Encontro	67
7.5. 5º Encontro	69
7.6. 6º Encontro	72
8. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	74
8.1. 1º Encontro da Aplicação do UEPS	74
8.2. 2º e 3º Encontro da Aplicação do UEPS	86
8.3. 4º Encontro da Aplicação do UEPS	92
8.4. 5º Encontro da Aplicação do UEPS	96
8.5. 6º Encontro da Aplicação do UEPS	100
8.6. 7º Encontro da Aplicação do UEPS	103
8.7. Síntese e Considerações Finais do Capítulo	106

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	108
10. PRODUTO EDUCACIONAL	114
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
APÊNDICE A - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA A RODA DE CONVERSA INICIAL	123
APÊNDICE B - O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	124
APÊNDICE C – TERMO DE CONSETIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO – TCLE	135
APÊNDICE D – TERMO DE CONSETIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO – TCLE	137
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	137

TRAJETÓRIA DO AUTOR

Sou graduado em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e em Gestão Pública pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL). Minha trajetória profissional teve início em 1999, com a formação como Técnico em Enfermagem, concluída no final do ano de 2000.

Em 2001, fui aprovado em concurso público da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), onde atuei como Técnico em Enfermagem por 12 anos. Durante esse período, exerci essa função em diversos setores, como pronto atendimento (urgência e emergência), unidade de traumatologia, bloco cirúrgico (instrumentação), maternidade (em cursos de orientação ao aleitamento materno) e unidade de terapia intensiva pediátrica.

Em 2011, ingressei na UFPel no curso de Engenharia de Controle e Automação, concluído em 2023. Paralelamente, em 2018, iniciei o Curso Superior de Tecnologia em Gestão Pública pela FAEL, finalizado em 2020.

Desde 2015, atuo como servidor público efetivo no Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Pelotas – Visconde da Graça (CaVG), inicialmente exercendo a função de Técnico em Enfermagem. No mesmo ano recebi um convite para integrar a gestão administrativa, assumindo a coordenação do setor de saúde, função que exercida até o presente momento.

No primeiro semestre de 2022, iniciei à Especialização em Automação de Processos Industriais e Robótica pela Faculdade UniAmérica, concluída em 2023. Ainda em 2022, participei como aluno especial no Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação (PPGCITED) do IFSul/CaVG, concluindo quatro disciplinas no decorrer do ano.

Nesse mesmo período, atuei como docente em cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) vinculados ao Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja), em parceria com o IFSul. Na ocasião ministrei a disciplina de Informática Básica em diversas instituições de ensino da rede pública municipal de Pelotas, como o Colégio Municipal Pelotense, a EMEF Francisco Caruccio e a EMEF Bibiano de Almeida, entre 2022 e 2023.

Em 2023, ingressei no curso de Especialização em Formação Pedagógica para a Educação Profissional, ofertado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ipameri, onde concluí em dezembro de 2024.

No ano de 2024, fui aprovado como aluno regular no Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação do PPGCITED (IFSul/CAVG). Ainda nesse ano, participei de um edital para a oferta de cursos de Formação Inicial e Continuada (FIC) voltados à Educação de Jovens e Adultos (EJA). A partir dessa aprovação, passei a atuar como docente da disciplina Noções Básicas de Informática e seus Periféricos, além de exercer a coordenação do curso de Informática Básica. Esse projeto integra as ações institucionais voltadas à implementação da Política de Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional.

A escolha pela temática desta pesquisa Circuitos Elétricos, tem origem tanto na minha trajetória acadêmica quanto na prática docente. Durante minha formação em Engenharia de Controle e Automação, cursei todas as disciplinas, incluindo Circuitos Elétricos, que na época era dividida em três módulos (Circuitos I, II e III). Foi nesse período que percebi, enquanto estudante, a dificuldade em compreender e relacionar os fenômenos envolvidos na análise de circuitos elétricos de forma prática.

Posteriormente, atuando como docente em cursos FIC voltados à EJA, identifiquei dificuldades semelhantes entre os alunos, especialmente em relação à compreensão dos conceitos de eletricidade. Essas vivências evidenciaram a necessidade de adotar estratégias pedagógicas mais eficazes, capazes de tornar o ensino mais acessível e significativo.

Ao buscar recursos que auxiliassem nesse processo, constatei a predominância de abordagens excessivamente teóricas, muitas vezes desvinculadas da realidade dos estudantes. Isso despertou meu interesse por metodologias que aproximassem o conteúdo científico do cotidiano dos alunos, promovendo um aprendizado mais prático, contextualizado e relevante.

Nesse sentido, o Mestrado em Ciências e Tecnologias na Educação do IFSul – Campus Pelotas – Visconde da Graça representa uma oportunidade para buscar por recursos didáticos, especialmente por meio do uso de metodologias ativas aplicadas ao ensino de Circuitos Elétricos. Assim, surgiu a proposta de desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que integre teoria e prática por meio de recursos visuais, simulações físicas e computacionais, além da resolução de problemas, refletindo o compromisso com um ensino mais significativo e

envolvente. Minha intenção é transformar o conteúdo de Circuitos Elétricos em uma oportunidade de descoberta e aplicação real dos conhecimentos, superando a abordagem puramente teórica que, muitas vezes, dificulta a compreensão por parte dos estudantes.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Circuitos Elétricos, componente fundamental da Física e da Engenharia, frequentemente apresenta desafios significativos tanto para educadores quanto para estudantes. A complexidade dos conceitos envolvidos, aliada à natureza abstrata dos fenômenos elétricos, pode dificultar a compreensão e a aplicação prática por parte dos alunos.

No Ensino Médio, o estudo de Circuitos Elétricos desempenha um papel essencial na formação científica e tecnológica dos estudantes. Esse conteúdo proporciona uma base sólida de conhecimentos em Física, desenvolve habilidades práticas e lógicas, e conecta os alunos ao mundo tecnológico e as questões de sustentabilidade. Os Circuitos elétricos estão presentes no cotidiano em dispositivos eletrônicos, sistemas de iluminação e redes de energia, e compreender seu funcionamento é fundamental para interpretar e resolver problemas práticos, como o uso adequado de tomadas, lâmpadas e eletrodomésticos. Essa relação com a realidade pode tornar o aprendizado mais atrativo e significativo.

Porém, de acordo com (Damasio e Steffani, 2009), muitos discentes têm dificuldade em estabelecer conexões entre os conceitos gerais de Física e as situações do cotidiano, especialmente no que se refere ao estudo de circuitos elétricos. Essa desconexão entre teoria e prática contribui para a dificuldade de compreensão por parte dos estudantes, que frequentemente consideram o conteúdo abstrato e pouco aplicável, o que, por sua vez, gera desmotivação em relação ao estudo da disciplina.

Apesar de sua relevância para a formação científica e tecnológica, o ensino da Eletricidade ainda é considerado, por muitos estudantes do Ensino Médio e Técnico, um dos conteúdos mais desafiadores e complexos, devido à sua natureza abstrata e à dificuldade em visualizar os fenômenos envolvidos (Cristo *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, torna-se imprescindível a adoção de metodologias de ensino que favoreçam a aprendizagem significativa, aproximando os conceitos teóricos da vivência prática dos alunos e promovendo a compreensão por meio de abordagens mais interativas, contextualizadas e integradas à realidade cotidiana. Assim, a partir dessas reflexões, emerge a seguinte questão de pesquisa que norteia este trabalho: ***Como potencializar a aprendizagem de circuitos elétricos no ensino de Física?***

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, destaca a importância da integração de novos conhecimentos aos saberes prévios dos estudantes, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conteúdos. Aplicações dessa teoria no ensino de circuitos elétricos têm demonstrado resultados promissores, ao contextualizar os conceitos e relacioná-los com situações do cotidiano dos alunos.

Além disso, metodologias ativas de ensino têm sido empregadas com sucesso no ensino de circuitos elétricos. Essa abordagem incentiva a participação ativa dos estudantes, promovendo discussões em sala de aula e a construção colaborativa do conhecimento. A utilização de analogias e abordagens investigativas também tem se mostrado eficaz na facilitação da compreensão de conceitos complexos, ao estabelecer conexões entre o conhecimento científico e experiências familiares aos alunos. Como destacam Bacich e Moran (2018, p.4), “as metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas”. Nesse contexto, o estudante assume o protagonismo e constrói o conhecimento de forma mais significativa.

A integração de Tecnologias Digitais no processo de ensino e de aprendizagem, como simuladores virtuais de circuitos elétricos, representa outra estratégia promissora. Ferramentas como o *Tinkercad* e o PhET (*Physics Education Technology*), permitem a visualização e manipulação de circuitos em ambientes virtuais, proporcionando uma experiência de aprendizagem interativa e prática, mesmo em contextos de ensino remoto.

Contudo, apesar dos avanços na pesquisa em ensino de Física no Brasil, como aponta Moreira (2018, 2021), ensino centrado no professor, ausência de laboratórios e preparação dos alunos para testagens, em detrimento de uma aprendizagem significativa e contextualizada. A desvalorização da carreira docente, a formação precária de professores e a falta de articulação entre pesquisa acadêmica e prática escolar contribuem para esse cenário preocupante.

Moreira (2018, 2021) também enfatiza a necessidade urgente de se abandonar a pedagogia tradicional e investir em abordagens que valorizem a aprendizagem ativa, o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a formação de professores como pesquisadores e a construção de situações-problema que façam sentido para os alunos. Nesse sentido, a proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente

Significativa (UEPS) se mostra especialmente pertinente, pois articula os princípios da Aprendizagem Significativa com metodologias ativas e tecnologias digitais, promovendo a motivação e a compreensão conceitual dos alunos.

Diante desse panorama, esta dissertação tem como objetivo geral desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada em metodologias ativas, com o intuito de promover uma aprendizagem significativa de circuitos elétricos, diferenciando o comportamento dos circuitos em série, paralelo e misto na disciplina de Física para alunos do Ensino Médio. Para alcançar esse objetivo, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) investigar as principais dificuldades conceituais dos estudantes do Ensino Médio em relação ao estudo de circuitos elétricos, com ênfase na diferenciação entre circuitos em série, paralelo e misto;
- b) selecionar e aplicar metodologias ativas de ensino que favoreçam a compreensão conceitual e prática dos circuitos elétricos;
- c) planejar, implementar e validar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com alunos da disciplina de Física do Ensino Médio;
- d) aplicar e avaliar a UEPS desenvolvida em um contexto real de sala de aula, promovendo a reflexão sobre os impactos da metodologia adotada e os possíveis caminhos para seu aprimoramento.

A proposta visa promover uma aprendizagem mais eficaz e envolvente, facilitando a compreensão dos conceitos de circuitos elétricos e sua aplicação prática pelos estudantes, ao mesmo tempo em que enfrenta criticamente os desafios estruturais do ensino de Física no país.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura, envolvendo o processo de identificação, análise e síntese de conhecimentos relevantes para abordar a questão de pesquisa deste estudo. A revisão é fundamentada em uma diversidade de fontes científicas, que incluem artigos em periódicos, teses, dissertações.

Para desenvolver a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) como produto educacional, realizou-se uma pesquisa na qual foi conduzida uma busca, utilizando palavras-chaves específicas, com o objetivo de localizar publicações pertinentes ao tema proposto. Os trabalhos selecionados foram criteriosamente escolhidos com o intuito de representar os principais estudos do estado da arte sobre o assunto.

Para revisão da literatura utilizou-se como mecanismo de busca e de pesquisa Google Acadêmico¹, e inicialmente utilizou-se os seguintes descritores: “circuitos elétricos” *and* “simuladores” onde nesse momento foi obtido 1.330 resultados.

Com o objetivo de refinar o número de resultados para pesquisa, utilizou-se o filtro referente aos trabalhos no idioma em português, estabelecendo um período de publicação que compreende entre os anos de 2020 até 2024, obtendo um resultado de 414 publicações. Como a intenção era filtrar ao máximo os resultados, também foi acrescentado aos descritores da pesquisa “aprendizagem significativa”, (ficando assim: “circuitos elétricos” *and* “simuladores” *and* “aprendizagem significativa”) diminuindo os resultados para 159 publicações.

Com o objetivo de mencionar trabalhos correlatos com a dissertação em questão, com base nessas 159 publicações, dessas levou-se em consideração os títulos que expressavam relação com o assunto “aprendizagem significativa” da pesquisa, também se realizou, a leitura dos resumos de cada artigo, dissertação e tese chegando a um total de 06 publicações nas quais abordavam alguma estratégia pedagógica, diferente das realizadas em sala de aula no modelo tradicional de ensino². Esses 06 trabalhos estão destacados na Quadro 1.

¹ Google Acadêmico - <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

² Quando se fala em um método tradicional de ensino se remete a Educação Bancária abordada por Paulo Freire (1921 – 1997) em *A Educação como Prática Libertadora*, que reflete uma sociedade opressora e discriminatória no qual os alunos são vistos como recipientes vazios que docilmente devem receber os depósitos ou conteúdos programáticos pré-definidos, sendo os educadores, neste contexto, depositantes de conteúdo.

Quadro 1. Estudos Relacionados com a Revisão da Literatura

Autoras/es	Ano	Título do Estudo	Periódico/Evento	Tipo
Guilherme Henrique Correa Domingues, Hercília Alves Pereira de Carvalho e Gisele Strieder Philippsen	2021	Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais	Revista Insignare Scientia	Artigo
Deiviti Gustavo Moreira de Candia e Valmir Heckler	2023	Simulações computacionais no ensino de circuitos elétricos: Interlocuções com Teses e Dissertações	Vitruvian Cogitationes	Artigo
Murilo Carvalho Feitosa e Otavio Paulino Lavor	2020	Ensino de circuitos elétricos com o auxílio de um simulador PhET	Reamec (Revista Amazônica de Educação de Ciências e Matemática)	Artigo
Ildenor José de Souza e Haroldo Reis Alves Macêdo	2024	O uso de simuladores PhET para potencializar o ensino e aprendizagem de circuitos elétricos simples em uma turma de 8º ano	Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação - UNESC	Artigo
José Iatagan Justino Sales e Mairton Cavalcante Romeu	2021	Utilização dos objetos de aprendizagem como ferramenta didática no ensino de circuitos elétricos de corrente contínua: O simulador Falstad e o estudo dos teoremas de Thevenin e Norton	Anais do Seminário de Boas Práticas de Ensino e Aprendizagem (SBPEA) da EEL-USP - IV SBPEA	Artigo
Timóteo Orlando Paulo Cristo, Drigida Martins D'Oliveira Singo	2024	O uso do PhET como opção didática para o ensino de circuitos elétricos (Moçambique)	REH Revista de Educação e Humanidade	Artigo

Fonte: Elaboração Própria (2025).

O objetivo principal aqui é expor um resumo dos trabalhos pesquisados e selecionados que em sua abordagem continham a relação com o tema do trabalho desenvolvido nessa proposta de dissertação.

O trabalho de Domingues, Carvalho e Philippsen (2021) discute a complexidade do ensino de conceitos de circuitos elétricos devido a sua natureza

abstrata e a dificuldade de compreensão por parte dos alunos e teve como principal objetivo apresentar uma proposta didática referente aos conceitos de circuitos elétricos, embasado no uso de tecnologias digitais, fundamentado na teoria da aprendizagem significativa. De acordo com o exposto no trabalho a proposta foi projetada para ser usada na modalidade presencial, mas podendo ser adequada a modalidade do ensino remoto.

Outro fator importante no trabalho de Domingues, Carvalho e Philippsen (2021) é que o mesmo foi elaborado pensando em um período de aplicação de 06 (seis) aulas na qual o conteúdo trabalhado seria pertinente aos alunos do 3º ano do Ensino Médio.

Sendo assim, o artigo descreve uma sequência didática detalhada para o ensino de circuitos elétricos, utilizando diversos recursos, tais como o simulador da plataforma PhET, a plataforma Kahoot que possibilita a aprendizagem baseada em jogos e atividades práticas para consolidar o conhecimento teórico. Domingues, Carvalho e Philippsen (2021) sugerem que essas abordagens podem contribuir significativamente para o entendimento dos alunos sobre circuitos elétricos e enfatizam a importância de integrar tecnologias digitais no ensino de conceitos físicos, a fim de facilitar a aprendizagem significativa e aprofundar a compreensão dos fenômenos, estimulando o interesse dos estudantes pela área da Física.

O trabalho De Candia e Heckler (2023) destaca a importância da utilização de recursos computacionais no ensino de eletricidade, onde foi apresentada uma revisão da literatura, na qual destacou o potencial das simulações computacionais em circuitos elétricos para uma melhor compreensão de fenômenos abstratos e uma possível abstração e compreensão das atividades experimentais complexas.

O trabalho em questão foca em como a pós-graduação em Ensino de Ciências no Brasil têm abordado essa temática, com base em uma revisão de literatura e teses e dissertações publicadas entre 2005 e 2022. A análise qualitativa desses trabalhos destacou o potencial das simulações computacionais para melhorar a compreensão de fenômenos abstratos e facilitar a execução de atividades experimentais complexas.

Assim, os autores De Candia e Heckler (2023) acreditam que a inclusão de atividades experimentais, sejam elas físicas ou virtuais, nas aulas de Física seja um caminho para que os professores melhorem sua forma de ensinar, tornando o processo mais lúdico e atraente para os alunos, além de destacar que as simulações e os experimentos reais são recursos complementares no ensino e na aprendizagem da eletricidade.

Diante desta perspectiva, os autores enfatizam que as simulações não devem ser vistas como substitutas dos experimentos reais realizados em laboratórios. Da mesma forma, essas duas abordagens não são excludentes, e ao planejar uma proposta, o professor não precisa necessariamente escolher entre uma e outra, ou seja, é possível que ambos os recursos sejam utilizados de forma complementar, combinando simulações e experimentos reais.

O trabalho de Feitosa e Lavor (2020) está baseado em uma atividade de simulação de circuitos elétricos utilizando como base uma sequência de ensino investigativo. Durante todo o processo da aplicação foi possível observar a motivação e interação dos envolvimento com o ambiente de simulação, onde o autor enfatiza que o método utilizado para a aplicação dos experimentos se deu através de uma sequência didática que prioriza o ordenamento lógico das fases de aplicação.

O estudo é fundamentado na aplicação de uma sequência de ensino investigativa, onde o simulador PhET é usado para demonstrar a montagem e o comportamento de circuitos elétricos em Corrente Contínua (CC) e Corrente Alternada (CA).

Outro fator importante destacado no trabalho foi o público-alvo que participou do estudo, estes compreendiam um grupo de estudantes do curso de Ciências e Tecnologia. Os resultados indicam que a maioria dos participantes estavam satisfeitos com a aprendizagem proporcionada pelo simulador, e as notas obtidas em avaliações mostraram uma boa apropriação dos conceitos de circuitos elétricos. O artigo conclui que os objetos de aprendizagem, como o simulador PhET, são aliados valiosos no ensino de conceitos científicos complexos, pois facilitam uma interação didática mais eficaz entre conteúdo, aluno-professor.

Os estudos realizados no trabalho de Sousa e Macêdo (2024), traz como base a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, para a realização do experimento foi utilizado uma sequência didática dividida em três momentos distintos os quais compreende uma questão introdutória, esta que foi respondida antes da simulação e duas questões que foram respondidas após a simulação.

O trabalho em questão analisa a implementação de um simulador PhET no ensino de circuitos elétricos em uma turma do oitavo ano. As atividades permitiram uma análise qualitativa das respostas dos alunos, destacando um aumento no interesse e na interação dos estudantes, tanto na simulação, quanto na resolução dos questionários. Este método contribuiu para uma aprendizagem significativa, ajudando

os alunos a visualizarem e compreenderem melhor os conceitos físicos de circuitos elétricos, graças a aplicação prática e visual oferecida pelo simulador.

Os autores ainda fazem uma observação muito pertinente em relação aos professores, no qual destaca que muitas vezes o conhecimento de Informática de alguns professores não é o suficiente para que os mesmos possam aplicar atividades relacionadas às simulações e outras tecnologias digitais, sendo assim, os autores acreditam que as instituições educacionais deveriam disponibilizar cursos de formação continuada relacionados às tecnologias digitais e simuladores para que os professores possam repensar sua forma de ensinar.

Sousa e Macêdo (2024) destacam como resultado de seu trabalho o uso do simulador PhET, pois, o mesmo provou ser uma ferramenta eficaz para melhorar o entendimento dos alunos sobre circuitos elétricos, oferecendo uma abordagem mais dinâmica e interativa para o ensino de Física no Ensino Fundamental.

Estudo realizado no trabalho de Sales e Romeu (2021) traz como proposta estudar os teoremas de Thevenin e Norton através do simulador *Falstad Circuit*, plataforma que permite realizar a análise de circuitos de corrente contínua e alternada utilizando animações em tempo real.

De acordo com os autores Sales e Romeu (2021), a utilização dos simuladores educacionais permite enriquecer a aula e torná-la mais interativa para os alunos, melhorando assim as práticas de ensino e de aprendizagem. Sendo assim, os autores deste trabalho acreditam que o professor é o responsável pela entrada das tecnologias digitais em sala de aula, na qual os simuladores virtuais fazem parte da categoria dos Objetos virtuais de Aprendizagem (OA). Esse simulador citado no trabalho dos autores é gratuito de código aberto e funciona tanto na versão on-line quanto off-line.

Também, está enfatizado nesse trabalho pelos autores, que a introdução dos OA simboliza um avanço no aspecto pedagógico do ensino, pois, os alunos precisam conhecer diferentes formas de suporte cognitivo para transpor os problemas de aprendizagem.

Conforme Sales e Romeu (2021) detalham em seu artigo, ao aplicar o simulador em um contexto educacional, os estudantes conseguem visualizar o comportamento dos circuitos, o que pode melhorar significativamente o entendimento dos teoremas de Thevenin e Norton e suas aplicações práticas.

O trabalho de Cristo e Singo (2024) investiga o impacto do uso de simuladores virtuais PhET no processo de ensino e de aprendizagem de circuitos elétricos. A pesquisa dos autores envolveu 50 alunos os quais foram divididos em duas turmas de 25 alunos. Os autores salientam que sendo a Física uma Ciência experimental, não faz nenhum sentido ensinar de forma abstrata, também salientam que inserir tecnologias digitais no ensino de Física proporciona aos alunos a participação ativa na construção do seu próprio conhecimento.

Outro fator que o artigo considera, é o papel dos simuladores em relação a sua posição em sala de aula. Os simuladores virtuais são ferramentas com potencial para simular fenômenos que só poderiam ser visualizados em laboratórios didáticos reais, assim o docente pode utilizá-las para que o aluno possa visualizar interagir, modelar e criar os próprios modelos, baseando-se nos fenômenos físicos, ou seja, os alunos podem criar simulações utilizando objetos distintos para simular um fenômeno físico, objetivando a capacidade de relacionar a teoria à prática (Cristo e Singo, 2024).

De acordo com os autores a utilização do PhET como um laboratório virtual não deve significar o abandono das experiências reais, nem mesmo ser configurado como melhor opção didática, mas sim como um auxílio tecnológico que ao ser incorporado ao ensino facilita a possibilidade o aprendizado de conteúdos abordados na sala de aula.

O estudo conclui que o PhET, ao oferecer um meio de visualizar e interagir com conceitos abstratos de forma concreta, não só enriquece o processo de ensino e de aprendizagem, mas também motiva e facilita a compreensão dos alunos, sendo uma ferramenta valiosa na educação contemporânea.

2.1. Reflexão sobre a Revisão da Literatura

Durante a busca de publicações sobre “circuitos elétricos”, “simuladores” e “aprendizagem significativa” para a elaboração deste capítulo, foi analisado que os temas em conjunto são de recentes publicações. Os estudos identificados estão aglomerados no período de cinco anos. Durante a seleção dos trabalhos houve a preocupação na proximidade da escolha em relação aos objetivos da pesquisa, para que os autores referenciados tenham sustentação nos resultados encontrados nesta revisão da literatura, e que realmente colaborassem com a intenção de amparar o estudo.

Ao ler os trabalhos mencionados anteriormente pode-se dizer que há uma relação com a proposta deste trabalho, visto que todos têm uma preocupação central em propor uso de metodologias ativas, como simuladores, no ensino de conceitos complexos, como circuitos elétricos, e se alinham com a tendência educacional de incorporar tecnologias digitais para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem. Esta abordagem é relevante para o Ensino Médio, onde a compreensão prática e teórica precisa estar alinhada para garantir que os estudantes não apenas tenham o conhecimento, mas também saibam como aplicá-lo em situações reais.

Além disso, pode-se dizer que os artigos analisados fornecem uma base sólida que justifica a incorporação de simuladores no ensino de circuitos elétricos, algo que está previsto para a dissertação em questão, visto que o uso dos simuladores pode aumentar a motivação dos alunos, aspectos cruciais para o aprendizado significativo de conceitos técnicos complexos.

Pode ser ainda destacado, que o uso de simuladores não só auxilia na compreensão dos conceitos abstratos, mas também pode aumentar a motivação, o que é essencial para o aprendizado significativo em disciplinas que tradicionalmente têm altas taxas de dificuldade percebida pelos estudantes. A capacidade de experimentar virtualmente com componentes eletrônicos e ver os resultados imediatos de alterações nos circuitos pode transformar a experiência de aprendizagem de ser tediosa e desafiadora para ser envolvente e estimulante.

O grande diferencial deste trabalho está na integração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que utilizará não apenas simuladores, mas também outras metodologias ativas como ferramentas pedagógicas tais como a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em problemas, colocando os discentes no centro do processo de ensino-aprendizagem com o objetivo de maximizar a aprendizagem significativa. Ao fazer isso, não apenas se aplicam as melhores práticas identificadas ao longo da pesquisa, como também se contribui para o corpo de conhecimento na área, oferecendo uma estrutura que pode ser replicada ou adaptada a outros contextos educacionais e disciplinas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, é apresentado o referencial teórico desse trabalho, que sustentam teoricamente esta investigação. Nele são explorados os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa, que serve como base para o desenvolvimento da proposta pedagógica. Essa teoria, elaborada por David Ausubel, enfatiza a importância de relacionar novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

3.1. A Teoria da Aprendizagem Significativa

David Ausubel (1918-2008), graduado em psicologia e medicina, obteve seu doutorado em psicologia do desenvolvimento. Ele foi professor no *Teacher College* por vários anos e dedicou sua carreira acadêmica ao desenvolvimento de uma abordagem cognitiva na Psicologia Educacional.

Foi no ano de 1963, que Ausubel propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a qual baseia-se na concepção de que o processo de ensino e de aprendizagem acontece a partir da transformação cognitiva do aluno (Ausubel, Novak e Hanesian, 1978)

Moreira (2023) explica a partir da teoria de Ausubel, que existem duas condições para que possa acontecer a Aprendizagem Significativa, pois, essas condições são essenciais, e é a partir dessas que tudo pode começar a acontecer:

- **material deve ser potencialmente significativo:** o material deve ter significado lógico, ou seja, ser relacionável de maneira não arbitrária e não literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante;
- **o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender:** o aprendiz deve possuir, em sua estrutura cognitiva, ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado.

Todavia, para aprender de maneira significativa, o aprendiz precisa estar disposto a relacionar o novo conhecimento de forma não literal³ e não arbitrária⁴ ao seu conhecimento prévio. Independentemente de quão potencialmente significativa

³ A interação não ocorre "ao pé da letra", mas sim quando o indivíduo atribui significado a um conceito ao relacioná-lo com algo que faça sentido para ele.

⁴ A interação não se dá com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

seja a nova informação, se o indivíduo optar por memorizá-la de maneira arbitrária e literal, a aprendizagem será apenas mecânica.

“É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, ..., pois o significado está nas pessoas, não nos materiais” (Moreira, 2023, p. 8).

De acordo com Ausubel, os elementos mais importantes dessa aprendizagem são os conhecimentos prévios pertinentes, que ele denomina, em seu livro, como subsunçores ou ideias-âncora. Os subsunçores são conhecimentos específicos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, os quais permitem atribuir sentido ao novo conhecimento adquirido. Dessa forma, o novo conhecimento amplia a abrangência do subsunçor antigo, promovendo uma expansão das possibilidades para novos aprendizados (Santos, Balthazar e Huguenin, 2017).

Para Moreira (2023), o conceito de aprendizagem significativa está bem consolidado como aquele em que novos conhecimentos adquirem significados por meio da interação com conhecimentos específicos e relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Conforme explica Moreira (2012), o novo conhecimento pode ser temporariamente ancorado em um “ancoradouro provisório” que é um ponto cognitivo intermediário que ainda não é estável, mas que permite o início do processo de atribuição de significado.

De acordo com Moreira (2023), para Ausubel, o conhecimento prévio (subsunçor) é a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Em outras palavras, se fosse possível isolar uma única variável, essa seria a escolhida, pois é considerada o ponto de partida para integrar um novo conhecimento ao conhecimento existente. Além disso, Moreira (1999) destaca que, para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo no qual uma informação se relaciona com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo.

Ausubel denominou de subsunçores os conhecimentos prévios especificamente relevantes que possibilitam o diálogo contínuo e significativo entre os novos conteúdos e a estrutura cognitiva do indivíduo. Esses subsunçores são essenciais para que os materiais de aprendizagem sejam potencialmente

significativos, pois funcionam como âncoras para a incorporação de novos conhecimentos (Moreira, 2023).

Conforme Moreira (2012), o subsunçor pode apresentar maior ou menor estabilidade cognitiva e estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significado. Contudo, como o processo é interativo, quando o subsunçor serve como ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica, adquirindo novos significados e corroborando os significados já existentes.

Entretanto, quando o aprendiz não possui um subsunçor que permita essa ancoragem e, conseqüentemente, a incorporação de uma nova informação à estrutura cognitiva, costuma-se recorrer ao que Ausubel chama de organizadores prévios. De acordo com Moreira (2012), embora essa solução tenha sido proposta pelo próprio Ausubel, na prática, muitas vezes não funciona.

Um organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não se trata de uma visão geral, um sumário ou um resumo, que geralmente estão no mesmo nível de abstração do conteúdo a ser aprendido. O organizador prévio pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória ou uma simulação. Em outras palavras, são materiais introdutórios apresentados antes do conteúdo que será efetivamente aprendido (Moreira, 2012).

Um ponto de extrema relevância, ao falar de organizadores prévios, é o fato de que eles mostram como novos conhecimentos estão interligados aos conhecimentos prévios. Esses organizadores precisam ser sempre utilizados durante o ensino, pois, para o aprendiz, essa relação muitas vezes não é clara. Isso pode levar o estudante a acreditar que os novos materiais de aprendizagem não têm conexão com o que já sabe. Assim, os organizadores prévios devem ajudar o aprendiz a perceber a relação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes ou ideias previamente apresentadas.

Uma abordagem importante relacionada à Aprendizagem Significativa é o papel que ela desempenha em comparação com a aprendizagem mecânica (ou memorística). Na Aprendizagem Significativa, quanto mais se estabelece uma relação entre o novo conteúdo e a estrutura cognitiva prévia de maneira substancial e não arbitrária, mais próxima está da aprendizagem significativa. Por outro lado, quanto

menos essa relação é estabelecida, mais próxima está da aprendizagem mecânica (ou memorística).

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, o aprendizado ocorre quando novas informações são integradas, de maneira não arbitrária e não literal, a conhecimentos prévios relevantes. Essa relação pode ocorrer de diferentes formas, originando três tipos de aprendizagem significativa: subordinada, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinada ocorre quando um novo conceito é assimilado como um caso particular de uma ideia mais geral já existente na estrutura cognitiva do aluno. Nesse processo, o novo conhecimento se torna subordinado ao anterior, ampliando o significado do conceito mais inclusivo. A aprendizagem superordenada o processo ocorre de forma inversa: o aprendiz abstrai ou forma um conceito mais geral a partir de conhecimentos específicos já adquiridos, onde ideias particulares são reorganizadas e integradas em uma categoria mais abrangente. Por fim, tem-se aprendizagem combinatória que se refere à integração de novos conhecimentos que não são nem mais gerais nem mais específicos do que os já existentes, mas que se relacionam lateralmente a eles, complementando ou enriquecendo a rede conceitual.

Esses três tipos de aprendizagem significativa mostram que o processo de construção do conhecimento, segundo Ausubel, é dinâmico e relacional, ocorrendo por meio da interação constante entre o novo e o já conhecido. Essa visão fundamenta a importância de estratégias pedagógicas que promovam a ancoragem conceitual, permitindo que o aluno compreenda o conteúdo de forma integrada, coerente e duradoura.

De acordo com Ausubel, a Aprendizagem Significativa pode ser adquirida tanto por meio da descoberta quanto da repetição, pois a maneira como o aluno recebe o conteúdo a ser aprendido não está rigidamente delimitada em uma distinção entre as dimensões de aprendizagem significativa e aprendizagem repetitiva. Do ponto de vista da explicação da aprendizagem escolar e do planejamento do ensino, essa distinção não é tão crucial.

A Aprendizagem Significativa apresenta três vantagens importantes em relação à aprendizagem mecânica (Costa, 2024):

- o conhecimento adquirido de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo;

-
- aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de forma mais fácil, mesmo que a informação original seja esquecida;
 - uma vez esquecida, a informação inicial facilita aprendizagens futuras.

Diante dessas vantagens, o papel do professor torna-se imprescindível na construção ativa desse entendimento, promovendo um ensino que priorize a relação entre os novos conhecimentos e a estrutura cognitiva do aprendiz.

O professor deve sempre retomar o conceito do conteúdo no mais alto nível de abstração e inclusividade, além de resgatá-lo, relacionando-o aos conceitos de outros conteúdos aprendidos anteriormente. Isso porque, de acordo com Moreira (1999), o professor é o mediador desse conhecimento, utilizando materiais potencialmente significativos.

4. UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

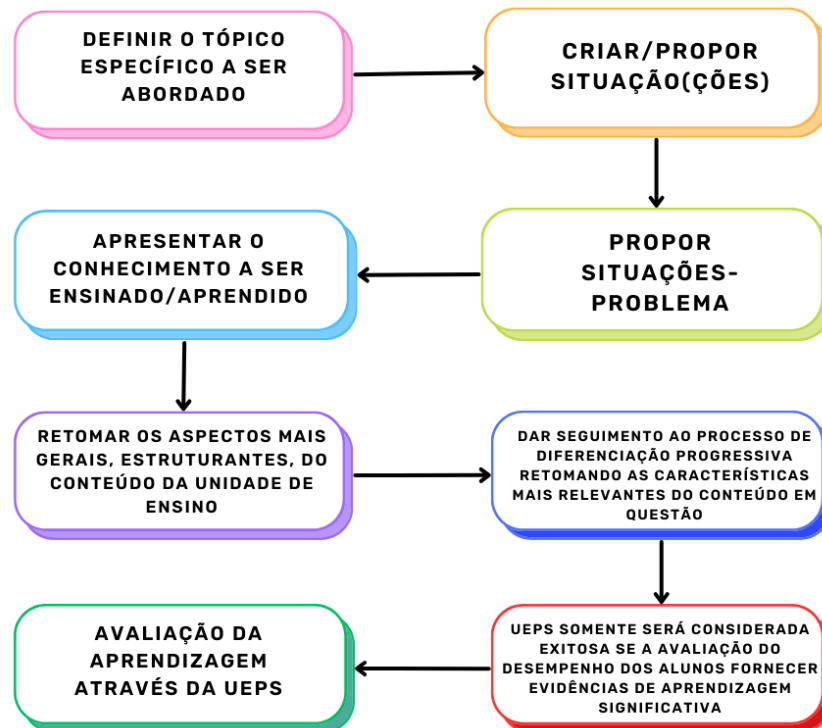
A presente pesquisa fundamenta-se na utilização da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), proposta por Moreira com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essa abordagem organiza o ensino em uma sequência planejada de etapas, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa por meio da ativação dos conhecimentos prévios dos alunos, na resolução de situações-problema e da construção contextualizada de novos saberes. Conforme destaca Moreira (2011), “não há ensino sem aprendizagem” o ensino é meio, e a aprendizagem significativa, o fim.

A UEPS caracteriza-se por ser fundamentada teoricamente, voltada à aprendizagem significativa e não mecânica, e por estimular a pesquisa aplicada em ensino, diretamente voltada à realidade da sala de aula. Essa proposta mostra-se pertinente neste estudo, pois visa transformar a prática pedagógica tradicional, centrada na exposição do professor, em uma abordagem ativa e participativa, que valoriza o protagonismo discente e a construção colaborativa do conhecimento.

O termo “**potencialmente significativo**” está intimamente ligado ao material didático, já que, segundo Moreira (2012), não existem livros ou aulas intrinsecamente significativos o significado reside nas pessoas. Para que a aprendizagem significativa ocorra, são necessários dois fatores: a existência de uma estrutura cognitiva adequada no aluno (os chamados subsunçores) e sua disposição em estabelecer relações não arbitrárias com os novos conhecimentos.

A Figura 1, apresentada por Casalinho (2023), com base em Moreira (2012), ilustra os oito aspectos sequenciais para a construção de uma UEPS, que estruturam o percurso didático de forma lógica e intencional.

Figura 1. Aspectos sequenciais para construção de uma UEPS



Fonte: Casalinho (2023), baseado em Moreira (2012).

A seguir, são descritos os passos que compõem a construção de uma UEPS, conforme Moreira (2012, p.3):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as 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; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, 58

etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;
6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;
7. na avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;
8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem

significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas constituem-se, portanto, como instrumentos pedagógicos eficazes para a promoção da aprendizagem significativa. Ao estruturarem o processo de ensino por meio de etapas bem definidas, conferem intencionalidade, profundidade e coesão ao ensino, favorecendo a construção de conhecimentos relevantes, duradouros e contextualizados.

Neste trabalho, a UEPS proposta foi organizada em seis momentos distintos (apresentados no capítulo seguinte), incorporando metodologias ativas, como a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em problemas (ABP). O objetivo é mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes, favorecendo a ressignificação e a ampliação desses saberes por meio da resolução de situações-problema, com apoio de simuladores digitais. Assim, busca-se promover uma aprendizagem sólida, contextualizada e alinhada aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

5. METODOLOGIAS ATIVAS

O avanço das tecnologias digitais tem transformado profundamente as práticas de ensino e de aprendizagem. No cenário educacional contemporâneo, essas ferramentas oferecem novas possibilidades para enriquecer a experiência formativa, promovendo abordagens mais dinâmicas, interativas e centradas no protagonismo dos estudantes.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), aliadas à crescente ampliação do acesso à Internet, têm impulsionado mudanças significativas na educação. Nesse contexto, torna-se necessário, em muitos momentos, repensar e reinventar as formas de ensinar, uma vez que a cultura digital está cada vez mais presente e consolidada no cotidiano dos discentes. Assim, a integração das TDICs e dos recursos midiáticos às práticas pedagógicas revela-se essencial para estimular o envolvimento dos estudantes nos processos educativos, favorecendo o desenvolvimento de metodologias ativas e sua constante recriação.

Atualmente, as tecnologias proporcionam uma integração quase total entre espaços e tempos, tornando o ensinar e o aprender processos interligados de forma simbiótica e contínua. O que antes era compreendido como dois mundos, físico e digital manifesta-se hoje como um único ambiente estendido uma sala de aula ampliada, que se entrelaça e se hibridiza diariamente. Assim, afirmar que a educação formal é *blended*, é reconhecer que ela não ocorre mais exclusivamente nos espaços físicos da escola, mas sim em múltiplos contextos do cotidiano, incluindo os ambientes digitais.

Paralelamente, as metodologias ativas vêm se consolidando como abordagens pedagógicas que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, incentivando sua participação ativa, crítica e colaborativa. Quando integradas às tecnologias digitais, essas metodologias ampliam as possibilidades, permitindo que os alunos explorem os conteúdos de forma prática, contextualizada e alinhada aos desafios do mundo contemporâneo.

Desenvolver metodologias ativas por meio das mídias e das TDICs significa reinterpretar concepções e princípios elaborados em um contexto histórico, sociocultural, político e econômico diferente do momento atual. (Bacich e Moran, 2017, p.23).

Integrar tecnologias digitais e metodologias ativas em processos educativos significa incorporá-las ao currículo. Isso requer uma compreensão ampliada desse

currículo, que vai além de uma simples lista de conteúdos previstos, reconhecendo o currículo real desenvolvido na prática pedagógica constituído por saberes, metodologias, tecnologias, linguagens, recursos, e relações sociais e pedagógicas criadas no ato educativo (Almeida; Valente, 2011).

O desafio de educar por meio de novas metodologias justifica a necessidade de uma educação de qualidade, que articule teoria e prática, voltada para a reconstrução de conhecimentos preexistentes e centrada no estudante (Freiberger e Berbel, 2010). Essa abordagem supera a lógica instrucionista do repasse mecânico de conteúdos escolares, que já não atende às necessidades da sociedade contemporânea.

Dessa forma, o estudante deve assumir um papel de protagonista no processo de ensino e de aprendizagem. As metodologias ativas buscam justamente promover esse protagonismo, estimulando o envolvimento e a autonomia dos aprendizes.

De acordo com Freiberger e Berbel (2010), o desenvolvimento de competências e habilidades é uma responsabilidade fundamental da escola, sobretudo em uma sociedade marcada pela complexidade e pela presença constante das tecnologias.

Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida. As metodologias ativas, em um mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. (Bacich e Moran, 2017, p. 9).

Conforme Moran (2015), quanto mais aprendemos de forma conectada à vida, melhor. As metodologias ativas constituem um ponto de partida para a construção de processos inovadores, capazes de promover reflexão, integração cognitiva e generalização, além de estimular a reformulação de práticas educacionais.

Nesse modelo, o estudante torna-se o protagonista de sua jornada de aprendizagem, enquanto o professor assume o papel de mediador e facilitador. O docente e o livro didático deixam de ser os únicos detentores do saber (Pereira, 2012). Os estudantes passam a ser desafiados por meio de atividades colaborativas, resolução de problemas e trabalho em grupo, exercitando o pensamento crítico, a tomada de decisão e a busca por soluções contextualizadas. Assim, desenvolvem competências e habilidades alinhadas às demandas da sociedade atual.

Bacich e Moran (2017) apontam que pesquisas recentes em neurociência demonstram que o processo de aprendizagem é único e distinto para cada indivíduo,

sendo que cada pessoa aprende aquilo que lhe é mais significativo, ou seja, aquilo que estabelece conexões cognitivas e emocionais.

As metodologias ativas propõem justamente essa transformação, contribuir para que o ensino expositivo tradicional seja substituído por um processo mais dinâmico, centrado no estudante. Esse princípio está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância de práticas pedagógicas inovadoras e voltadas para o desenvolvimento integral dos alunos.

A aprendizagem é ativa e significativa quando avançamos em espiral, de níveis mais simples para mais complexos de conhecimento e competência em todas as dimensões da vida. Esses avanços realizam-se por diversas trilhas com movimentos, tempos e desenhos diferentes, que se integram como mosaicos dinâmicos, com diversas ênfases, cores e sínteses, frutos das interações pessoais, sociais e culturais em que estamos inseridos. (Bacich e Moran, 2017, p. 2).

Nesse cenário, o professor assume um papel essencial: curador e orientador. Como curador, ele seleciona conteúdos relevantes e contextualizados; como orientador, guia as atividades da turma, dos grupos e de cada estudante individualmente, estimulando a curiosidade, o desejo de aprender e a autonomia intelectual e emocional.

É importante destacar que as metodologias ativas não devem ser compreendidas como soluções únicas ou modelos perfeitos, mas sim como estratégias complementares que enriquecem o processo de aprendizagem e podem torná-lo mais significativo.

Diversas abordagens podem ser adotadas dentro desse campo. Segundo o estudo de Lovato, Michelotti e Loreto (2018), as metodologias ativas podem ser classificadas em dois grandes grupos: aprendizagens colaborativas e aprendizagens cooperativas. Entre as práticas mais conhecidas estão: Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), Problematização, Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), Aprendizagem Baseada em Times (TBL), Instrução por Pares, Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), *Jigsaw*, STAD (*Student Teams-Achievement Divisions*), TGT (*Teams-Games-Tournament*), entre outras.

Neste trabalho, abordam-se as seguintes metodologias ativas: a Sala de Aula Invertida, utilizada como estratégia para promover a mobilização dos conhecimentos prévios necessários ao desenvolvimento das atividades; e a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), associada ao uso de simuladores, adotada na organização das tarefas propostas aos estudantes.

5.1. Sala de aula Invertida (*Flipped Classroom*)

Na sala de aula invertida, o estudante estuda previamente o conteúdo disponibilizado pelo professor, seja por meio de plataformas online ou de materiais impressos, para que o tempo em sala de aula seja mais bem aproveitado. Durante os encontros presenciais, o aluno pode explorar o conhecimento do professor, tirando dúvidas sobre o conteúdo estudado previamente. Dessa forma, tem a oportunidade de fazer perguntas pertinentes, discutir situações relacionadas aos temas abordados e realizar atividades práticas que consolidam seu aprendizado.

Nos momentos em sala de aula, são realizadas atividades como resolução de problemas, desenvolvimento de projetos, discussões em grupo e práticas laboratoriais, entre outras (Valente, 2014). A combinação da aprendizagem baseada em desafios, problemas reais e jogos com a sala de aula invertida permite que os estudantes aprendam de forma prática, colaborativa e no seu próprio ritmo (Moran, 2015).

No ensino tradicional, a sala de aula serve para o professor transmitir informações ao aluno, que, após a aula, deve estudar o material abordado e realizar alguma atividade de avaliação para demonstrar que esse conteúdo foi assimilado. Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda previamente, e a aula torna-se o espaço da aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. (Bacich e Moran, 2017, p. 54).

A implementação dessa metodologia contribui significativamente para a compreensão dos conteúdos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, além de favorecer uma postura mais autônoma por parte dos alunos.

Conforme destaca Bacich e Moran (2017), em *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora*, a sala de aula invertida já é uma realidade em instituições de ensino de referência internacional, como a Harvard University e o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Nessas universidades, diversas disciplinas têm adotado abordagens fundamentadas em metodologias ativas, evidenciando um movimento em direção a práticas pedagógicas que valorizam o protagonismo discente. Essas instituições, reconhecidas por sua vanguarda em inovação educacional, buscam constantemente alinhar suas estratégias de ensino aos avanços das tecnologias educacionais, com o objetivo de promover maior envolvimento, reduzir a evasão e minimizar os índices de reprovação.

Além de promover maior participação dos alunos, a sala de aula invertida apresenta consonância direta com os princípios da Teoria da Aprendizagem

Significativa de David Ausubel, uma vez que estimula o aluno a ativar conhecimentos prévios antes de participar ativamente das aulas presenciais. Esse processo favorece a ancoragem de novos conceitos em estruturas cognitivas já existentes, potencializando o aprendizado.

Nessa abordagem, o papel do professor também se transforma, ele deixa de ser um mero transmissor de informações para assumir uma função de mediador, orientando os alunos na construção do conhecimento por meio de atividades práticas, questionamentos e resolução de problemas. Como apontam Bacich e Moran (2017), esse tipo de metodologia tem se mostrado eficaz para ampliar a autonomia dos estudantes, promover a criticidade e melhorar os índices de retenção da aprendizagem, especialmente em contextos que envolvem conceitos abstratos ou desafiadores, como os conteúdos da Física.

Neste trabalho, será utilizada a abordagem de sala de aula invertida, em que os conteúdos introdutórios e materiais de estudo serão previamente disponibilizados aos estudantes no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA Moodle), permitindo que os alunos tenham contato antecipado com os conceitos antes dos encontros, favorecendo a autonomia e o envolvimento no processo de aprendizagem.

5.2. Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning*)

A Aprendizagem Baseada em Problemas, ou *Problem-Based Learning* (PBL), é uma metodologia ativa fundamentada em um conjunto de procedimentos sistematizados. O processo tem início com a apresentação de um problema aos estudantes, que se organizam em grupos, discutem suas ideias e buscam soluções com base em seus conhecimentos prévios. Em um segundo momento, os alunos levantam questionamentos relacionados às características do problema que ainda não compreendem completamente. Na terceira etapa, planejam como essas questões devem ser investigadas, definindo estratégias de estudo. Em um novo encontro, retomam os questionamentos e, com os conhecimentos adquiridos, tentam solucionar o problema. Ao final do processo, os estudantes avaliam seu próprio aprendizado, o trabalho em grupo e o desempenho dos colegas, desenvolvendo, assim, competências fundamentais para a autonomia na aprendizagem (Barrows e Tamblyn, 1980).

Segundo Bacich e Moran (2017), essa metodologia ativa surgiu no final da década de 1960, na *McMaster University Medical School*, no Canadá, inspirada nos métodos de estudo de caso da escola de Direito da Harvard University, nos Estados Unidos. Ainda de acordo com Stanley e Marsden (2012), a PBL tornou-se uma abordagem amplamente reconhecida por seus benefícios, sendo adotada em diversas áreas do conhecimento, como Enfermagem, Engenharia, Serviço Social, Direito, Negócios e Economia.

Moran (2013) descreve as etapas da PBL de acordo com o modelo utilizado pelas Universidades de Harvard e McMaster:

- **Fase I - compreensão sobre o problema:** O discente deve compreender o problema de forma coletiva, em colaboração com os colegas, e não individualmente. Nessa fase, são trabalhadas a identificação do(s) problema(s), a formulação de hipóteses, a solicitação de dados adicionais, a identificação dos temas de aprendizagem e a elaboração de um cronograma de estudo;
- **Fase II - Conflito cognitivo:** Nessa etapa, deve haver um conflito ou uma dificuldade, elementos essenciais para o aprendizado do conteúdo. São trabalhados o retorno ao problema, a análise crítica e a aplicação das novas informações. Além disso, incluem-se a solicitação de dados adicionais, a redefinição do problema, a reformulação de hipóteses, a identificação de novos temas de aprendizagem e o registro das fontes consultadas;
- **Fase III - Resolução:** Após identificar o problema e enfrentar algumas dificuldades, torna-se necessário encontrar uma resolução de maneira conjunta. Nessa fase, são trabalhados o retorno ao processo, a síntese da aprendizagem e a avaliação.

O uso da PBL no contexto educacional contemporâneo mostra-se especialmente relevante quando associado às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Ao incentivar o protagonismo estudantil, a colaboração entre pares e a resolução de problemas reais, essa abordagem contribui para o desenvolvimento de competências alinhadas às demandas do século XXI.

No presente trabalho, a PBL será utilizada como uma das estratégias para a organização das atividades da UEPS, possibilitando que os discentes explorem,

compreendam e apliquem os conceitos de circuitos elétricos por meio de uma aprendizagem contextualizada, significativa e integrada à realidade.

5.3. Simuladores

As discussões presentes na literatura educacional, com base nas contribuições de autores como Moreira, Ausubel, Moran, entre outros estudiosos das teorias da aprendizagem, convergem para uma questão central: como ensinar de forma clara, objetiva e eficaz, especialmente no caso da Física, de modo a promover uma aprendizagem significativa no contexto da educação básica. Tal preocupação é amplamente justificada pelas dificuldades relatadas por professores da área, que frequentemente enfrentam obstáculos na mediação e construção do conhecimento científico, bem como pelos próprios estudantes, que costumam associar a Física à complexidade e à incompreensão.

Moreira (2011) aponta diversos fatores como responsáveis pelo reconhecido insucesso no processo de ensino e aprendizagem da Física. Entre eles, destacam-se: a inadequação das condições materiais e da infraestrutura escolar; o desinteresse e a baixa participação dos estudantes; a limitada capacidade de muitos docentes em incorporar recursos tecnológicos às práticas pedagógicas; e a ausência de metodologias de ensino compatíveis com os desafios contemporâneos, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico.

Dentre os recursos educacionais disponíveis para o ensino de Ciências e em especial, da Física, os simuladores digitais ou físicos destacam-se como ferramentas valiosas para potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Os simuladores digitais consistem em softwares interativos que representam ou modelam fenômenos naturais ou sistemas físicos, permitindo aos estudantes explorarem variáveis, testar hipóteses e observar resultados de forma dinâmica e segura o que os torna especialmente eficazes quando a realização de experimentos reais é inviável, devido às limitações de tempo, espaço, custo ou segurança.

Já os emuladores físicos, representados nas arquiteturas: a) série, b) paralelo e c) misto (Figura 2), são dispositivos concretos que reproduzem, em escala reduzida ou adaptada, situações experimentais do mundo real, possibilitando a manipulação direta e a observação dos efeitos de determinadas ações sobre o sistema estudado. Ambos os tipos de simuladores favorecem a aprendizagem ativa, estimulam a

curiosidade e auxiliam na compreensão de conceitos abstratos, muitas vezes difíceis de serem assimilados apenas por meio da exposição teórica. Além disso, permitem a repetição ilimitada dos experimentos no caso dos digitais e tornam-se particularmente relevantes em contextos em que há restrições de infraestrutura ou recursos materiais. Assim, a integração desses recursos ao ambiente educacional representa uma estratégia didática alinhada às metodologias ativas e ao uso pedagógico das tecnologias.

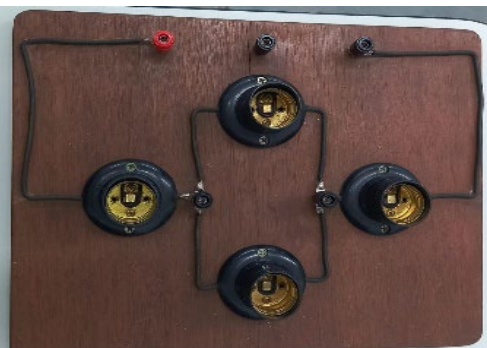
Figura 2. Emulador



a) circuito série



b) circuito paralelo



c) circuito misto

Fonte: Elaboração Própria (2025).

Um aspecto fundamental na utilização de simulações em sala de aula é o grau de interatividade proporcionado pela ferramenta, pois este elemento está diretamente relacionado ao envolvimento dos alunos e aos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos pelo docente. A escolha consciente da simulação e sua adequada mediação pedagógica são, portanto, essenciais para garantir a efetividade do recurso no processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Coelho (2002), os simuladores virtuais estão entre os recursos tecnológicos mais utilizados no ensino de Física, justamente por atuarem como uma

ponte entre a abordagem tradicional baseada em explicações teóricas com o uso de quadro e giz e os experimentos laboratoriais, nem sempre viáveis nas escolas. Esses recursos possibilitam a visualização clara e repetível de fenômenos físicos, incorporando diversas variáveis e cenários que, muitas vezes, seriam complexos ou inviáveis de reproduzir fisicamente.

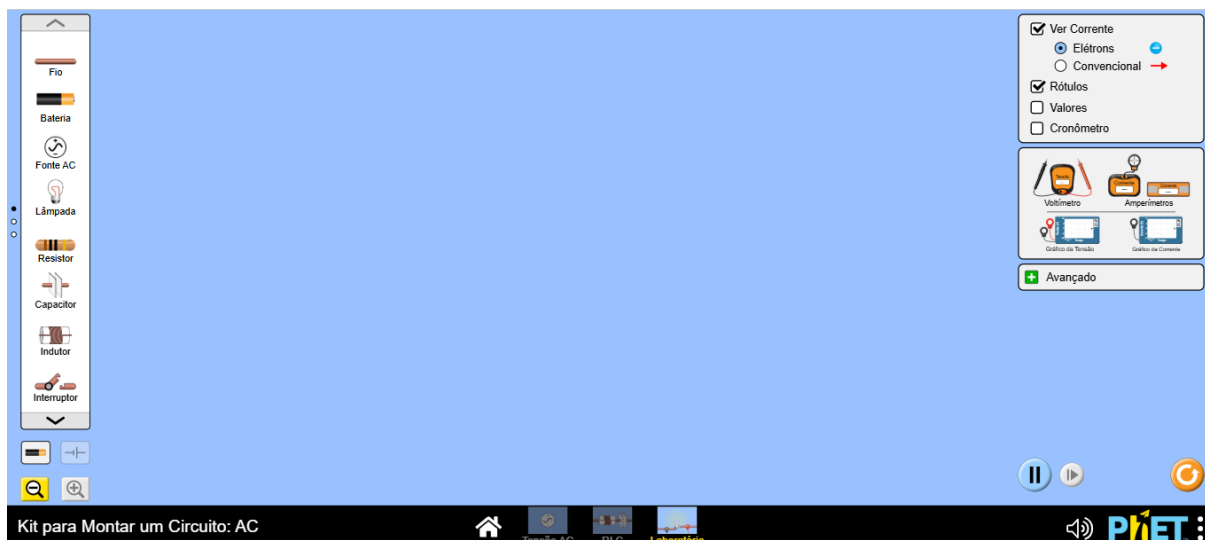
Diante do exposto, é possível afirmar que os simuladores constituem uma alternativa viável e eficiente para superar os desafios enfrentados por docentes das Ciências Exatas no ensino de conceitos abstratos ou de difícil visualização. Destacam-se, ainda, como recursos que promovem maior segurança e economia na reprodução de experimentos potencialmente perigosos, de alto custo ou que envolvam processos extremamente rápidos ou lentos. Assim, os simuladores digitais não apenas complementam o ensino tradicional, como também ampliam as possibilidades pedagógicas, contribuindo para uma formação mais sólida e significativa dos estudantes.

Neste trabalho, serão utilizados um simulador digital e emuladores, com o objetivo de explorar suas potencialidades em diferentes contextos de aprendizagem, promovendo uma abordagem integrada e mais eficaz no ensino de conteúdos específicos da Física. O emulador de A seguir, será apresentado o simulador digital selecionado para esta proposta.

5.3.1. O simulador PHET

O PhET *Interactive Simulations* (Figura 3), constitui-se como uma relevante plataforma educacional voltada à criação e disponibilização de simulações interativas em diversas áreas do conhecimento, com ênfase inicial na Física origem da sigla PhET, de *Physics Education Technology*. O projeto foi idealizado e fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, físico da Universidade do Colorado em Boulder. A proposta inicial era desenvolver simulações que auxiliassem na compreensão de conceitos fundamentais da Física por meio de uma abordagem visual e interativa. Com o passar dos anos, a plataforma expandiu significativamente seu escopo, incorporando simulações nas áreas de química, biologia, matemática, entre outras.

Figura 3. Simulador PhET



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

As simulações desenvolvidas no âmbito do PhET são disponibilizadas de forma gratuita e em código aberto, sob a licença *Creative Commons*, o que permite seu uso, *download* e adaptação, desde que respeitados os termos estabelecidos. Outro diferencial importante da plataforma é sua acessibilidade linguística: as simulações estão traduzidas em diversos idiomas, o que amplia seu alcance global. Além disso, a comunidade de usuários é incentivada a colaborar ativamente, seja por meio da elaboração de atividades pedagógicas, compartilhamento de experiências ou contribuições financeiras voluntárias.

O portal oferece uma ampla variedade de simulações que representam fenômenos científicos de maneira interativa, muitas vezes acompanhadas por roteiros e sugestões de atividades desenvolvidas por educadores e pesquisadores de diferentes países. O conteúdo abrange desde os níveis iniciais da educação básica até o ensino superior, incluindo propostas de experimentos que podem ser realizados de forma prática em sala de aula ou em laboratórios escolares.

Particularmente no ensino de Física, as simulações do PhET representam uma alternativa metodológica que transcende a abordagem tradicional, centrada na repetição mecânica de fórmulas e cálculos. Essas simulações favorecem uma aprendizagem mais significativa, à medida que incentivam a exploração de variáveis, a compreensão das relações causais entre grandezas e a construção de hipóteses com base na observação dos comportamentos dinâmicos dos sistemas simulados. Muitas delas apresentam representações gráficas e visuais que se modificam em

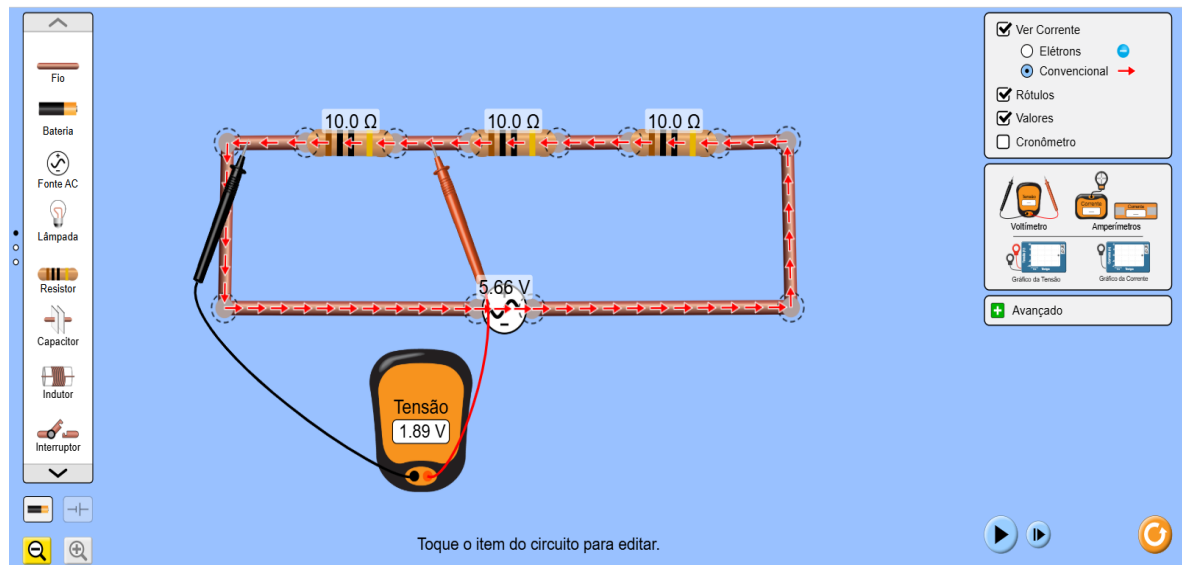
tempo real, conforme as manipulações realizadas pelo usuário, promovendo uma aprendizagem ativa e exploratória.

O papel do professor é fundamental para potencializar o uso dessas simulações, organizando sequências didáticas que conduzam os estudantes da experimentação intuitiva à formalização dos conceitos científicos. Nesse processo, as equações e os modelos físicos emergem como sínteses interpretativas dos fenômenos e não como meros instrumentos de memorização. Dessa forma, a utilização planejada do PhET favorece a superação de práticas tradicionais e contribui para o desenvolvimento do raciocínio científico e da alfabetização científica dos estudantes.

O portal PhET destaca-se como uma ferramenta tecnológica de grande relevância para o ensino de Ciências, especialmente por suas características de acessibilidade, qualidade técnica, rigor pedagógico e usabilidade. Sua interface amigável e, muitas vezes, intuitiva permite que os estudantes interajam com os conteúdos de maneira autônoma e construtiva. No entanto, é importante salientar que, embora sofisticadas, as simulações computacionais não substituem integralmente os experimentos reais de laboratório, uma vez que frequentemente representam modelos simplificados dos fenômenos físicos. Ainda assim, constituem-se como valiosos recursos complementares ao ensino tradicional, capazes de enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem de maneira significativa.

As Figuras 4 e 5 ilustram o uso do simulador virtual da plataforma *PhET Interactive Simulations*, como recurso didático no ensino de circuitos elétricos. A Figura 4 representa um circuito com três resistores de $10\ \Omega$ conectados em série. Observa-se que a corrente elétrica percorre o circuito sequencialmente, atravessando todos os resistores. O voltímetro está posicionado para medir a diferença de potencial (ddp) entre dois pontos do circuito, registrando uma tensão de 1,89 V. Essa configuração foi utilizada para reforçar o conceito de que, em circuitos em série, a corrente é constante em todos os elementos e a tensão se distribui entre os componentes.

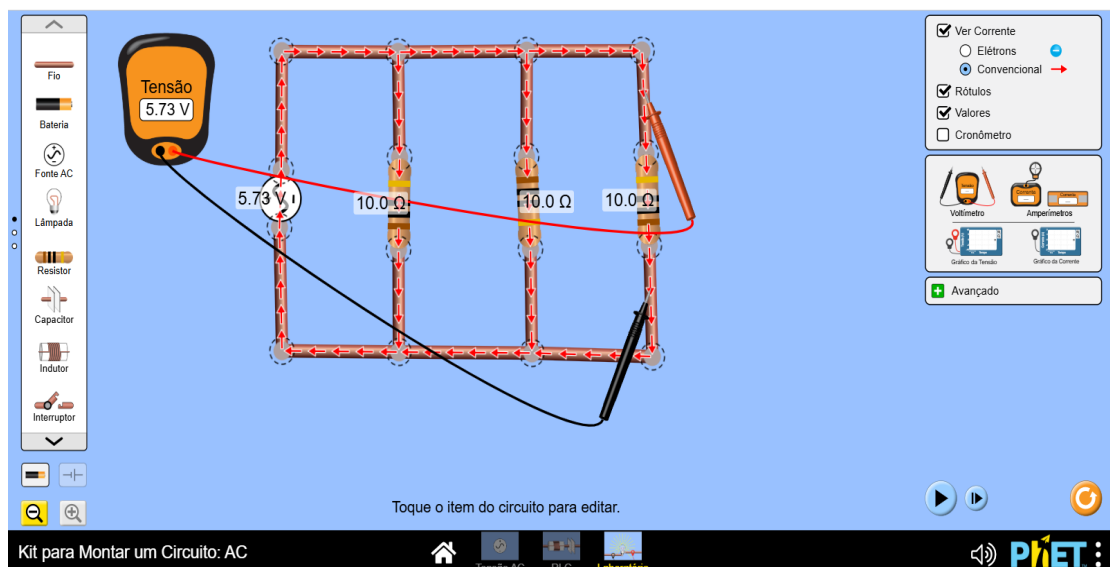
Figura 4. Circuito Série



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

A Figura 5, por sua vez, apresenta um circuito com três resistores de $10\ \Omega$ conectados em paralelo. Nessa disposição, a corrente elétrica se divide entre os ramos, e a diferença de potencial é a mesma em todos os resistores. O voltímetro indica uma tensão de 5,73 V, evidenciando que, ao contrário do circuito em série, nesse caso a tensão é constante em todos os ramos. Esta configuração permitiu explorar com os alunos o comportamento característico da associação paralela, favorecendo a comparação com o circuito anterior.

Figura 5. Circuito Paralelo



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

6. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia da presente pesquisa, incluindo sua estrutura organizacional e forma de aplicação. Serão descritos também os caminhos metodológicos percorridos, bem como os procedimentos para a produção e a análise dos dados, os quais foram detalhados de modo a garantir transparência, rigor científico e coerência com a proposta investigativa.

Assim, a presente investigação adotou uma abordagem qualitativa, conforme delineado por Yin (2015), por se tratar de um estudo voltado à compreensão aprofundada de fenômenos sociais em seus contextos reais. Essa abordagem é especialmente relevante quando se busca captar sentidos, percepções, experiências e significados atribuídos pelos sujeitos aos acontecimentos de sua realidade cotidiana. Segundo o autor, a pesquisa qualitativa valoriza a perspectiva dos participantes e oferece meios para interpretar fenômenos complexos de maneira contextualizada. Como afirma Yin (2015, p. 15): “a pesquisa qualitativa estuda o significado da vida das pessoas em suas condições cotidianas, representa as opiniões e perspectivas dos participantes, considera o contexto, revela conceitos e usa múltiplas fontes de evidência.”

Presente em diversas áreas das Ciências Humanas e Sociais como sociologia, antropologia, psicologia, educação, entre outras a pesquisa qualitativa se consolida como uma alternativa metodológica potente para estudos que envolvem realidades multifacetadas, subjetivas e, muitas vezes, não mensuráveis por instrumentos quantitativos.

Para caracterizar essa abordagem, Yin (2016) destaca cinco elementos fundamentais que a definem:

- o foco no significado da vida das pessoas em seus ambientes reais;
- a representação das perspectivas dos participantes;
- o reconhecimento das condições contextuais em que as pessoas vivem;
- a contribuição para o desenvolvimento de conceitos e teorias emergentes;
- o uso de múltiplas fontes de evidências.

Conforme explica Yin (2015), a pesquisa qualitativa é, na verdade, uma estratégia flexível e adaptativa, capaz de abranger uma ampla variedade de fenômenos da vida real. Dessa forma, ela oferece uma visão rica, complexa e aprofundada sobre os temas investigados, permitindo ao pesquisador captar aspectos

que dificilmente seriam identificados ou interpretados por meio de abordagens quantitativas tradicionais.

Para a produção de dados, foram realizadas duas rodas de conversa com os sujeitos da pesquisa. A primeira ocorreu antes da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) e teve como principal finalidade identificar e mapear os conhecimentos prévios dos participantes. Esta etapa foi essencial, segundo as recomendações Ausubel, Novak e Hanesian (1980), visto que a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são ancoradas de forma não arbitrária a conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos. Dessa forma, a compreensão dos saberes prévios permite ao pesquisador planejar intervenções pedagógicas que favoreçam a integração entre o novo conteúdo e os conhecimentos já adquiridos, potencializando a construção de significados durante o processo de ensino e de aprendizagem.

A proposta para este momento foi apresentar um conjunto de perguntas norteadoras que auxiliaram no desenvolvimento do diálogo com os sujeitos da pesquisa durante a primeira roda de conversa. Essas perguntas tiveram como objetivo principal mapear os conhecimentos prévios relacionados ao conteúdo de circuitos elétricos, onde destacamos perguntas como: "Vocês já ouviram falar em circuitos elétricos? Onde?"; "O que você entende por circuito elétrico? Consegue explicar com suas palavras?"; "Já ouviu falar sobre circuitos série, circuito paralelo e circuito misto ou série-paralelo? Qual é a diferença entre eles, na sua opinião?". As demais perguntas idealizadas para serem utilizadas durante a roda de conversa estão dispostas no Apêndice A.

Com base nas respostas dos sujeitos, a UEPS proposta sofreu ajustes e reestruturações, com o objetivo de tornar os conteúdos mais significativos para os alunos e mais bem alinhados aos seus conhecimentos prévios e as necessidades identificadas durante a roda de conversa. Essa adaptação é coerente com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel que destaca a importância de considerar o que o aluno já sabe para que a aprendizagem ocorra de forma efetiva, com construção de sentido.

Após a aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), foi realizada uma nova roda de conversa com o objetivo de avaliar quais conhecimentos foram ressignificados ou ampliados pelos sujeitos da pesquisa. Essa etapa visou compreender as percepções dos participantes sobre a experiência

vivenciada, bem como identificar os avanços conceituais relacionados aos temas abordados especialmente no que diz respeito à diferenciação entre circuitos em série, paralelo e misto ou série-paralelo. Além disso, essa escuta reflexiva permitiu verificar a efetividade da proposta didática à luz dos princípios da aprendizagem significativa, além de oferecer subsídios para aprimoramentos na proposta.

Além das rodas de conversa, todas as observações realizadas em sala de aula foram registradas em um diário de bordo, elaborado pelo professor/pesquisador. O objetivo desse instrumento foi documentar aspectos relevantes do processo de ensino e de aprendizagem, tais como o envolvimento dos alunos, suas reações às atividades propostas, dificuldades enfrentadas, interações estabelecidas, além de reflexões do próprio professor/pesquisador durante a condução da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Como forma de complementar os registros escritos e ampliar a compreensão do contexto observado, foram também utilizados recursos audiovisuais, como filmagens e fotografias, realizados com a devida autorização dos participantes e da Instituição. Esses registros visuais permitiram captar expressões, atitudes, dinâmicas de grupo e momentos significativos da prática pedagógica, enriquecendo a análise qualitativa dos dados e proporcionando uma visão mais detalhada e contextualizada da intervenção.

A partir dos dados produzidos por meio das rodas de conversa, diário de bordo, registros fotográficos e filmagens, foi realizada a análise qualitativa, com base no método proposto por Yin (2016). Este método prevê um processo flexível e não necessariamente linear, estruturado em cinco fases principais: compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão.

Na etapa de compilação, os dados oriundos dos diferentes instrumentos de coleta são organizados e sistematizados, compondo um banco de dados qualitativo que servirá de base para todo o processo analítico. Em seguida, na fase de desagrupamento, as informações são divididas em fragmentos menores, visando facilitar a identificação de padrões, recorrências e aspectos relevantes para os objetivos do estudo (Yin, 2016).

Posteriormente, ocorre o reagrupamento, no qual esses fragmentos são reorganizados em categorias temáticas, construídas de forma indutiva a partir do material analisado, e alinhadas ao referencial teórico da pesquisa. Vale destacar que as etapas de desagrupamento e reagrupamento podem ocorrer de forma iterativa, sendo revisitadas sempre que necessário para garantir a coerência interpretativa. A

fase de interpretação consiste na elaboração de uma narrativa analítica baseada nas categorias identificadas, da qual emergem proposições que dialogam com os pressupostos da aprendizagem significativa e com os objetivos da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Por fim, na etapa de conclusão, o pesquisador reflete sobre os achados, apontando as contribuições da proposta didática, as aprendizagens evidenciadas e os limites observados ao longo do processo (Yin, 2016).

Para a realização desta pesquisa, foram considerados todos os aspectos éticos que envolvem a participação de seres humanos, especialmente por se tratar de sujeitos menores de idade. Foram apresentados o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), destinado aos alunos participantes, que, por serem menores de idade, deverão manifestar sua concordância em participar da pesquisa de forma voluntária e consciente, após o devido esclarecimento sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios do estudo. Além do TALE, foi solicitado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), a ser assinado pelos responsáveis legais dos estudantes, autorizando formalmente a participação dos menores na pesquisa. Esse documento garantiu que os responsáveis tenham pleno conhecimento das condições da investigação e possam decidir com segurança sobre a participação de seus filhos ou tutelados.

No caso de estudantes maiores de 18 anos, foi utilizado apenas o TCLE, a ser assinado pelo próprio participante, que consenti diretamente sua participação, nos mesmos termos de transparência, autonomia e liberdade de recusa.

Também foi obtida a autorização da instituição de ensino onde ocorreu a aplicação do produto, a fim de assegurar o respaldo institucional e garantir que a pesquisa seja realizada em conformidade com os princípios da ética e do respeito ao ambiente escolar.

Na sequência, apresenta-se o contexto da pesquisa bem como os sujeitos da pesquisa, ou seja, a turma na qual a UEPS será aplicada.

6.1. Contexto da Pesquisa e Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) – Câmpus Pelotas – Visconde da Graça, uma instituição pública de ensino situada no município de Pelotas, RS. O estudo teve como campo de investigação o Curso

Técnico Integrado em Alimentos, especificamente no componente curricular de Física III, com foco na aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada à compreensão dos conceitos de circuitos elétricos. Participaram da pesquisa 17 (dezessete) estudantes de uma turma do 3º ano desse curso, configurando-se como os sujeitos da investigação.

7. PROPOSTA DIDÁTICA

A UEPS a ser proposta nesse trabalho está sendo estruturada a partir das oito etapas sequenciais, conforme proposto por Moreira (2011), com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados a circuitos elétricos. Essa proposta alia os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) às metodologias ativas, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes e promovendo uma construção contextualizada e crítica do saber.

Conforme o Quadro 2, o primeiro passo para a construção dessa Unidade de Ensino Potencialmente Significativa é o ponto de partida, que consiste em definir com clareza o conteúdo a ser abordado dentro da disciplina e estabelecer os objetivos de aprendizagem. Neste momento, é fundamental identificar os conhecimentos declarativos (fatos, conceitos e definições) e procedimentais (habilidades, estratégias e procedimentos) que serão mobilizados ao longo da unidade.

Quadro 2. Passos da UEPS, ações e propostas de sequência didática

Passos da UEPS	Ação	Proposta de sequência didática
1. Ponto de partida	Definir o tópico específico a ser abordado dentro da disciplina para a qual se propõe a UEPS, bem como identificar seus conhecimentos declarativos e procedimentais. É expor com clareza quais são os objetivos que devem ser alcançados com essa unidade de ensino e a forma de planejamento que será proposto.	• Selecionar e organizar conteúdo de circuitos elétricos, com foco nos tipos série, paralelo e misto; • Delimitar recursos didáticos; • Apresentar proposta; • Expor critérios de avaliação.
2. Situações iniciais Conhecimentos prévios	Propor situações, discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc. que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não no contexto da matéria de ensino, favorecendo a aprendizagem significativa.	• Roda de conversa para entender os conceitos prévios dos estudantes; • Questionamentos do professor/pesquisador; • Levantar os conhecimentos prévios.
3. Situações-problema	Preparar o terreno para expor o conteúdo, com base no conhecimento prévio. Situações-problema iniciais devem ser acessíveis e estimular	• Conceituar circuitos elétricos básicos de forma geral; • Propor Situação-problema relacionada a contextos reais.

	reflexão, podendo usar vídeos, simulações, problemas do cotidiano etc.	
4. Apresentação da unidade de ensino Diferenciação progressiva	Apresentar o conteúdo de forma progressiva, partindo de conceitos gerais para os mais específicos. Estratégias como exposição oral e discussões em grupo são recomendadas.	• Conceituar análise de circuitos, com ênfase em seus tipos; • Mostrar análise de circuitos série, paralelo e misto; • Propor Situação-problema relacionada a contextos reais
5. aprofundamento em nível de complexidade maior	Retomar os aspectos anteriores com novos desafios e maior complexidade. Propor atividades colaborativas, resolução de problemas e uso de ferramentas como diagrama, laboratório ou simuladores.	• Ampliar o estudo dos conteúdos apresentando maior complexidade; • Propor Situação-problema relacionada a contextos reais.
6. Continuidade da unidade de ensino Reconciliação integrativa	Caminhando para a conclusão da unidade, será retomado o conteúdo em uma perspectiva integradora. O objetivo é promover nos estudantes a percepção de como o conceito trabalhado se relaciona com outros. Pode-se usar exposições orais, leitura de textos, recursos computacionais ou audiovisuais, sempre propondo novas situações-problema em níveis mais altos de complexidade. Essas situações devem ser resolvidas de forma colaborativa, com mediação docente.	• Conceituar análise de circuitos; • Mostrar a realização de uma análise de circuito, série, paralelo e misto; • Propor Situação-problema relacionada a contextos reais.
7. Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	A avaliação deve ocorrer ao longo de toda a unidade, com foco em evidenciar a aprendizagem significativa. Devem ser propostas situações que demandem compreensão, captação de significados e alguma capacidade de transferência. A avaliação é de caráter somativo e formativo.	• Mostrar a realização de uma análise de circuito, série, paralelo e misto; • Propor Situação-problema relacionada a contextos reais.

8. Avaliação da UEPS	Nesta etapa, avalia-se a própria UEPS, analisando se os estudantes conseguiram aplicar os conhecimentos em novos contextos. Essa avaliação também considera a opinião dos alunos quanto ao processo vivenciado, permitindo reflexões para melhorias futuras.	• Roda de Conversa.
----------------------	--	---

Fonte: Elaboração Própria (2025).

No contexto deste trabalho, o conteúdo selecionado foi o de circuitos elétricos, com foco nos tipos série, paralelo e misto, devido à sua relevância tanto no currículo da disciplina quanto na aplicação prática em diversas áreas técnicas. Para isso, foram organizados os principais temas relacionados ao tópico, delimitados os recursos didáticos utilizados como simuladores, vídeos e textos e elaborada uma proposta de ensino que integrasse esses elementos de forma articulada e coerente com os objetivos de aprendizagem.

Também foram definidos os critérios de avaliação, com o objetivo de garantir que os objetivos traçados fossem atingidos ao longo do processo. Esse planejamento inicial foi essencial para orientar todas as etapas subsequentes da UEPS, assegurando coerência pedagógica e intencionalidade na construção da aprendizagem.

O segundo passo da UEPS foi dedicado à criação de situações iniciais, também chamadas de conhecimentos prévios, com o objetivo de ativar os conhecimentos já existentes nos estudantes. Essa etapa foi considerada fundamental para favorecer a aprendizagem significativa, uma vez que, conforme propôs Ausubel, o novo conhecimento somente é assimilado de maneira substantiva quando pode ancorar-se em estruturas cognitivas prévias.

Para isso, foi realizada uma roda de conversa que possibilitasse aos alunos externalizar o que já sabiam sobre o conteúdo, mesmo que esse conhecimento ainda estivesse em um nível espontâneo ou informal. Nesse momento, foram utilizados questionamentos intencionais (ver Apêndice A) para identificar os conhecimentos prévios e possíveis concepções alternativas. Essas ações forneceram subsídios importantes para o desenvolvimento das etapas seguintes da UEPS, garantindo maior intencionalidade pedagógica e favorecendo a construção de novos significados.

O terceiro passo da UEPS foi fundamentado nos conhecimentos prévios identificados nas etapas iniciais. A partir dessas estratégias, foi realizada a conceituação inicial de circuitos elétricos básicos, possibilitando que os alunos começassem a construir significados por meio da análise e da resolução de problemas reais. A abordagem adotada buscou manter o foco na compreensão conceitual e na aplicação prática, promovendo um ambiente favorável à construção significativa do conhecimento.

Além disso, as situações-problema propostas tiveram a função de estimular a reflexão crítica, promovendo o conflito cognitivo necessário para que os estudantes reconhecessem a importância de aprender algo novo. Essas situações foram planejadas de forma acessível, contextualizada e desafiadora na medida certa, permitindo a participação ativa de todos os alunos no processo. Foram previstas estratégias como o uso de vídeos, simulações e exemplos do cotidiano, todos relacionados ao conteúdo de circuitos elétricos.

O quarto passo da UEPS consistiu na apresentação progressiva do conteúdo, seguindo o princípio da diferenciação progressiva, conforme propôs Moreira (2011). Nesta etapa, o conhecimento foi introduzido a partir de conceitos mais gerais, apresentados anteriormente, que serviram de base para a compreensão de aspectos mais específicos e complexos. O objetivo foi organizar o conteúdo de forma lógica e sequencial, facilitando sua assimilação pelos estudantes. Assim, os discentes foram introduzidos aos diferentes tipos de circuitos elétricos, com ênfase na distinção entre os circuitos em série, paralelo e misto.

Foram utilizadas estratégias como exposição oral dialogada, discussões em grupo e atividades investigativas, que favoreceram a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento. No caso da proposta voltada ao ensino de circuitos elétricos, foi realizada inicialmente a conceituação da análise de circuitos, seguida da apresentação dos diferentes tipos série, paralelo e misto com apoio de exemplos e recursos visuais. Também foi proposta uma situação-problema contextualizada, com o objetivo de promover a aplicação dos conceitos trabalhados e reforçar as conexões entre teoria e prática. Com isso, buscou-se garantir a significatividade da aprendizagem.

O quinto passo da UEPS foi voltado ao aprofundamento dos conteúdos, com foco na ampliação da complexidade e na consolidação dos conhecimentos já abordados. Nesta fase, os estudantes foram desafiados a resolver situações mais

elaboradas, que exigiram a mobilização dos conceitos estudados anteriormente de forma integrada e aplicada.

Foram propostas atividades colaborativas com maior nível de exigência cognitiva, como a análise de circuitos mais complexos e a resolução de problemas envolvendo diferentes combinações de componentes. Nesse momento, foi prevista a utilização de metodologias ativas, como o uso de simuladores, que permitiram aos alunos experimentarem diferentes configurações de circuitos, observar o comportamento dos sistemas e testar suas hipóteses em um ambiente virtual seguro. Essas estratégias contribuíram para fortalecer o processo de aprendizagem significativa, ao mesmo tempo em que desenvolveram competências técnicas essenciais.

No sexto passo da UEPS, foi promovida a reconciliação integrativa dos conhecimentos trabalhados ao longo da proposta. Essa etapa teve como objetivo retomar e interligar os conceitos desenvolvidos nas fases anteriores, estimulando os estudantes a perceberem as relações entre os diferentes conteúdos e a consolidarem sua compreensão de forma mais ampla e estruturada.

No contexto do ensino de circuitos elétricos, a proposta previu que os alunos fossem capazes de realizar análises completo de circuitos em série, paralelo e misto, aplicando os princípios estudados de forma articulada. A mediação docente teve papel fundamental nesse momento, guiando os estudantes na identificação de conexões, na resolução colaborativa das situações-problema e na reflexão sobre a própria aprendizagem. Essa fase foi essencial para garantir que o conhecimento adquirido não permanecesse fragmentado, mas se organizasse de maneira significativa na estrutura cognitiva dos alunos.

O sétimo passo da UEPS foi destinado à avaliação da aprendizagem dos estudantes, desenvolvida ao longo de todo o processo formativo. Essa avaliação teve como finalidade verificar se os objetivos propostos foram alcançados e se ocorreu, de fato, uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Ela foi planejada com base em situações que demandaram análise, interpretação e resolução de problemas, de modo a permitir que os estudantes demonstrassem a captação de significados, a transferência de conceitos e a capacidade de aplicar o conhecimento em contextos variados. No caso desta UEPS, voltada ao ensino de circuitos elétricos, os alunos realizaram um trabalho final envolvendo a análise de circuitos complexos, integrando conhecimentos e arranjos em circuitos série, paralelo e misto.

Foi utilizado, como recurso de apoio, um simulador digital de circuitos, que permitiu aos alunos projetarem e testar suas soluções, favorecendo uma avaliação mais dinâmica, prática e alinhada ao contexto técnico-profissional. Essa abordagem também contribuiu para o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico, reforçando os princípios da aprendizagem significativa.

O oitavo e último passo da UEPS foi dedicado à avaliação da própria unidade de ensino, com foco na análise do percurso pedagógico realizado e na escuta dos estudantes sobre a experiência vivenciada. Esse momento foi essencial para refletir sobre a efetividade da proposta, identificando aspectos positivos, pontos de melhoria e possíveis ajustes para futuras aplicações.

A avaliação da UEPS foi realizada por meio de uma nova roda de conversa, bem como por observações do professor/pesquisador. Essa roda de conversa permitiu aos alunos expressarem suas percepções quanto à clareza dos conteúdos, à organização das atividades, à aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos e ao seu próprio envolvimento no processo. Esse retorno serviu como um importante instrumento para o aperfeiçoamento da UEPS proposta, possibilitando o redimensionamento de estratégias, a inclusão de novas abordagens ou o ajuste de materiais e recursos. Com isso, a proposta pôde evoluir continuamente, mantendo-se alinhada aos princípios da aprendizagem significativa, à realidade dos estudantes e às exigências do mundo do trabalho.

A seguir, serão apresentados os encontros que compõem a UEPS, nos quais os passos descritos anteriormente foram aplicados de forma articulada, visando à promoção da aprendizagem significativa.

7.1. 1º Encontro

O primeiro encontro teve como foco o passo 2 do modelo de UEPS, proposto por Moreira, que consiste em propor situações que incentivem os alunos a externalizar seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo em questão. Nesse sentido, o primeiro encontro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, com duração de 90 minutos, foi dedicado à temática da análise de circuitos elétricos. A principal atividade da aula foi uma roda de conversa com os estudantes, voltada ao levantamento e à discussão dos conhecimentos prévios, de forma a subsidiar as etapas subsequentes

da UEPS. A organização da turma foi realizada em círculo, promovendo maior proximidade entre os participantes e favorecendo a socialização (Quadro 3).

Quadro 3. 1º Encontro da UEPS

1º Encontro	
Duração:	90 min
Conteúdo:	Análise de circuitos elétricos
Objetivo da Aula:	Identificar e mapear os conhecimentos prévios dos estudantes sobre análise de circuitos elétricos, estabelecendo conexões entre saberes já adquiridos e os novos conteúdos a serem trabalhados.
Organização da turma:	Em círculos todos juntos, em uma roda de conversa.
Introdução	
• Apresentação do professor/pesquisador e dos discentes. • Apresentação da ideia do produto educacional. • Apresentação da proposta e da organização dos encontros utilizando sala de aula invertida para momentos assíncronos e realização de problemas práticos em sala de aula.	
Desenvolvimento	
• Roda de conversa sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Análise de circuitos elétricos. • O professor/pesquisador conduzirá a discussão com perguntas sobre o conteúdo de circuitos elétricos para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, apresentados no Apêndice A.	
Conclusão	
Será explicado quais materiais estarão disponíveis para o próximo encontro e como se dará a dinâmica da disciplina.	
Avaliação	
Será realizada uma observação dos conhecimentos prévios com base nas respostas dos discentes às perguntas sobre o conteúdo de circuitos elétricos.	

Fonte: Elaboração própria (2025).

Com o intuito de promover a integração do grupo, foi solicitado que todos os alunos se apresentassem, compartilhando, caso tivessem, experiências prévias com eletricidade. O professor/pesquisador também se apresentou, relatando brevemente sua trajetória acadêmica e profissional, assim como sua experiência com o conteúdo. Após essa interação inicial, ele explicou como ocorreriam os encontros, destacando que os conteúdos seriam sempre disponibilizados com antecedência no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, a fim de que os alunos pudessem se familiarizar previamente com os temas e realizar leituras antecipadas.

7.2. 2º Encontro

O segundo encontro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (Quadro 4) com duração de 90 minutos, foi dedicado ao estudo da análise de circuitos elétricos, iniciando com a apresentação de conceitos básicos e, em seguida, enfatizando os circuitos em série. O principal objetivo desse momento foi retomar os fundamentos com base nos materiais previamente disponibilizados no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) ou Moodle, reforçando a importância da leitura antecipada por parte dos estudantes como preparação essencial para a construção coletiva do conhecimento.

Quadro 4. 2º Encontro da UEPS

2º Encontro	
Duração:	90 min
Conteúdo:	Análise de circuitos elétricos (série)
Objetivos da Aula:	Compreender os conceitos fundamentais de circuitos elétricos e seus componentes; identificar e diferenciar as características de um circuito em série; aplicar os conceitos para resolver situações-problema envolvendo corrente, tensão e resistência equivalente; e analisar o comportamento do circuito em série com base nos resultados obtidos na prática.
Organização da turma:	Individual
Introdução	
- Recapitulação do material que foi disponibilizado para leitura no ambiente virtual, abordando: o que é um circuito elétrico e seus principais componentes (fontes, resistores, condutores, interruptores, dispositivos de medição etc.); - Caracterizar um circuito elétrico em série: - Conceito e características principais; - Comportamento da corrente elétrica (mesma em todos os pontos do circuito); - Divisão da tensão elétrica entre os resistores; - Cálculo da resistência equivalente;	
Desenvolvimento	
- Apresentar, na prática, o que é um circuito elétrico e seus componentes; - Demonstrar, na prática, o funcionamento de um circuito em série; - Apresentar as situações-problema 1 e 2; - Resolver as situações-problema 1 e 2 em sala de aula.	
Conclusão	

Realizar uma discussão sobre as principais dúvidas relacionadas ao conteúdo das situações-problema 1 e 2.
Avaliação
Elaboração de relatórios e registro de observações referentes à resolução das situações-problema 1 e 2.

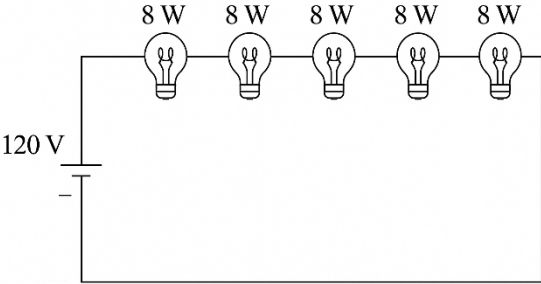
Fonte: Elaboração própria (2025).

O professor/pesquisador iniciou a aula com uma recapitulação dialogada, abordando os seguintes tópicos: o conceito de circuito elétrico e seus componentes. Além disso, caracterizou a partir do uso do simulador um circuito elétrico em série, destacando o comportamento da corrente elétrica (constante em todos os pontos do circuito), a divisão da tensão elétrica entre os resistores e o cálculo da resistência equivalente. Esses conteúdos serviram de base para o desenvolvimento das atividades práticas e reflexivas da aula.

Em seguida, foram apresentadas aos alunos as Situações-Problema 01 (Quadro 5) e 02 (Quadro 6), elaboradas com o intuito de aprofundar a compreensão sobre a aplicabilidade prática dos circuitos elétricos em série. A Situação-Problema 01 propôs a análise de um circuito elétrico simples, composto por 5 lâmpadas de 8 W conectadas em série a uma fonte de 120 V. Essa atividade teve como finalidade introduzir e aprofundar os conhecimentos relacionados a circuitos em série, com ênfase na associação de resistores, na potência elétrica, no comportamento da corrente e na utilização de simuladores didáticos.

Quadro 5. Situação Problema 01

Situação Problema 01	
Conteúdo	Análise de circuito em série
Problematização	Uma árvore de Natal é constituída por 5 lâmpadas de 8 W conectadas em série. Se o conjunto de lâmpadas é conectado a uma fonte de 120 V, calcule: a) Calcule a resistência do filamento de cada lâmpada. b) Explique o comportamento da corrente elétrica em cada lâmpada. c) Com o acompanhamento do professor, realize a simulação deste circuito utilizando tanto o simulador físico quanto o simulador virtual PhET.

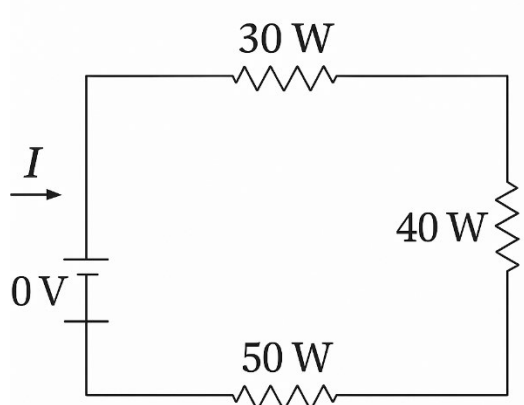
	
Materiais e equipamentos utilizados para realizar a atividade	O professor/pesquisador deverá disponibilizar aos discentes: • Papel e lápis (para os cálculos); • Computador; • Simulador PhET (software); • Simulador físico (Material científico); • Multímetro.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A Situação-Problema 02 propôs a análise de um circuito elétrico composto por quatro resistores conectados em série: 30 W, 40 W e 50 W, alimentados por uma fonte de 100 V. Essa atividade teve como objetivo aprofundar os conhecimentos dos estudantes sobre resistência equivalente, lei de Ohm, distribuição de tensão em circuitos em série e o uso de instrumentos de medição no contexto de simulações educacionais. A proposta favoreceu o desenvolvimento de competências práticas e analíticas, além de promover a aprendizagem significativa por meio da contextualização e do uso de ferramentas tecnológicas como o simulador PhET.

Quadro 6. Situação Problema 02

Situação Problema 02	
Conteúdo	Circuitos em série e aplicação da potência elétrica
Problematização	Na linha de produção de uma fábrica de alimentos, um tanque de aquecimento possui três elementos aquecedores conectados em série: um de 30 W, outro de 40 W e um terceiro de 50 W. Eles são alimentados por uma fonte de 100 V. O operador precisa verificar se todos os aquecedores estão funcionando corretamente, utilizando um multímetro virtual no simulador PhET. Desafios: a) Determine a resistência elétrica de cada aquecedor; b) Calcule a resistência total do circuito; c) Encontre a corrente elétrica total que percorre o circuito;

	d) Meça, por meio do simulador PhET, a queda de tensão em cada aquecedor; e) Explique o que aconteceria com o sistema caso um dos aquecedores fosse desconectado ou apresentasse falha.  The diagram shows a series circuit. On the left is a voltage source labeled '0 V'. To its right, a horizontal wire connects to a resistor labeled '30 W'. This resistor is connected to a vertical wire that goes down to another resistor labeled '40 W'. This resistor is connected to a horizontal wire that goes left to a third resistor labeled '50 W'. This resistor is connected back to the top of the '0 V' source. An arrow labeled 'I' points to the right, indicating the direction of current flow from the positive terminal of the voltage source.
Materiais e equipamentos utilizados para realizar a atividade	O professor/pesquisador deverá disponibilizar aos discentes: • Computador com acesso à internet; • Simulador PhET; • Papel e lápis para cálculos.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A resolução das Situações-Problema foi realizada de forma individual, permitindo que cada estudante aplicasse os conceitos estudados e desenvolvesse seu raciocínio lógico e técnico. O uso do simulador físico ocorreu de forma coletiva, com todos os alunos reunidos sob a orientação do professor/pesquisador, a fim de promover a observação compartilhada do funcionamento dos circuitos e favorecer a construção colaborativa do conhecimento. Ao final da aula, foi promovida uma discussão em grupo para o esclarecimento de dúvidas, a troca de ideias e a socialização das diferentes estratégias adotadas na resolução das atividades.

A avaliação dessa etapa foi conduzida por meio da análise dos cálculos realizados e das observações registradas pelos estudantes em relação às Situações-Problema propostas, considerando tanto a compreensão conceitual quanto a capacidade de aplicar os conhecimentos de forma prática.

7.3. 3º Encontro

O terceiro encontro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa teve duração de 90 minutos e deu continuidade ao estudo da análise de circuitos elétricos, com ênfase nos conceitos relacionados aos circuitos paralelos. O principal objetivo desse momento foi apresentar aos estudantes os fundamentos teóricos e práticos desse tipo de circuito, por meio da utilização de simuladores como ferramentas de apoio ao processo de aprendizagem (Quadro 7).

Quadro 7. 3º Encontro da UEPS

3º Encontro	
Duração:	90 min
Conteúdo:	Análise de circuitos elétricos (paralelo)
Objetivos da Aula:	Compreender o funcionamento e as características dos circuitos elétricos em paralelo; identificar as diferenças em relação aos circuitos em série; e analisar situações-problema práticas por meio de simuladores e resolução de exercícios contextualizados.
Organização da turma:	Individual
Introdução	
• Recapitulação do material disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem; • Caracterizar um circuito elétrico paralelo; • Conceito e características principais; • Comportamento da corrente elétrica; • Cálculo da resistência equivalente;	
Desenvolvimento	
• Apresentar na prática o que é um circuito paralelo; • Apresentar as situações-problema 3 e 4; • Resolver as situações-problema 3 e 4.	
Conclusão	
Discussão sobre as principais dúvidas em relação ao conteúdo das situações-problema 3 e 4, assim como as dificuldades encontradas para utilizar os simuladores e realizar os cálculos.	
Avaliação	
Relatórios e registros de observações referentes à resolução das Situações-Problema 3 e 4.	

Fonte: Elaboração própria (2025).

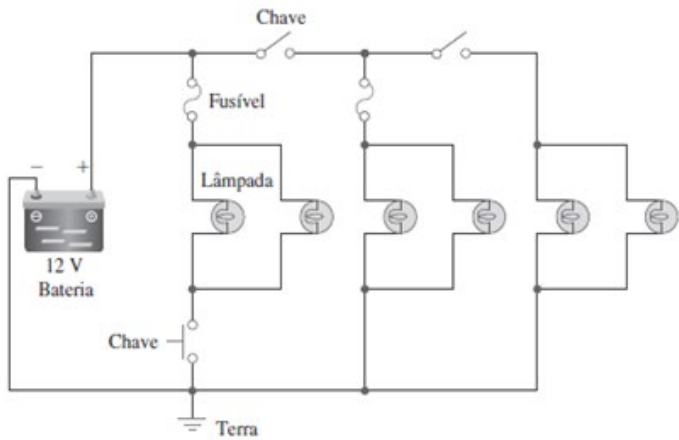
O encontro teve início com uma breve recapitulação dos conteúdos teóricos disponibilizados anteriormente no ambiente virtual de aprendizagem, com o objetivo de reforçar os conceitos fundamentais sobre circuitos elétricos e preparar os

estudantes para a abordagem prática do tema. Essa retomada buscou consolidar o conhecimento prévio e introduzir os princípios que regem os circuitos paralelos, tais como o comportamento da corrente elétrica, a distribuição da tensão e o cálculo da resistência equivalente, criando, assim, um ponto de partida comum para as atividades propostas ao longo do encontro. Essa introdução serviu como base para a análise e resolução das Situações-Problema 3 e 4, que foram exploradas de forma individual, utilizando simuladores como recurso pedagógico para potencializar a compreensão e a aplicação prática do conteúdo.

Na sequência, foram desenvolvidas as Situações-Problema 03 (Quadro 8) e 04 (Quadro 9), as quais proporcionaram aos estudantes a oportunidade de aplicar os conhecimentos construídos até o momento, favorecendo o desenvolvimento de uma análise comparativa entre os diferentes comportamentos da corrente elétrica em circuitos paralelos. Essa proposta teve como finalidade consolidar a compreensão teórico-prática por meio de atividades simuladas, com o uso de ferramentas digitais que potencializaram o processo de aprendizagem e facilitaram a visualização dos fenômenos elétricos estudados.

Quadro 8. Situação Problema 03

Situação Problema 03	
Conteúdo	Circuitos elétricos em paralelo
Problematização	Uma aplicação comum de circuitos paralelos é encontrada no sistema de iluminação de um automóvel. Uma versão simplificada desse sistema é mostrada na figura abaixo. Devido ao arranjo em paralelo, quando um farol é desligado, isso não afeta o funcionamento das demais lâmpadas. O sistema elétrico automotivo funciona com corrente contínua (CC), fornecida por uma bateria de 12 V. Cada componente está conectado à bateria e ao chassi do veículo, formando um circuito paralelo. Desafios: - Explique por que a tensão elétrica permanece constante para todos os dispositivos no circuito paralelo; - Se cada lâmpada consome 18 W de potência, calcule a corrente elétrica que passa por cada uma delas; - Calcule a corrente total fornecida pela bateria, considerando 3 lâmpadas ligadas; - O que aconteceria com a corrente total se mais uma lâmpada fosse adicionada ao sistema? Justifique;

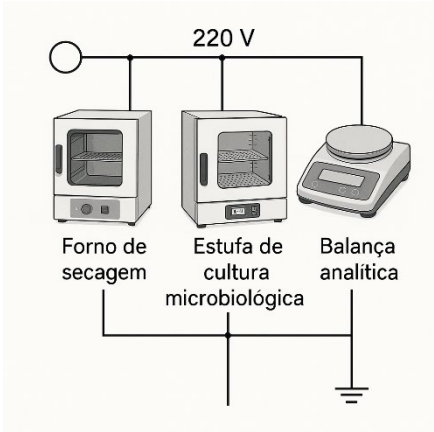
	e) Simule esse circuito no PhET e compare as medidas com os cálculos teóricos. 
Materiais e equipamentos utilizados para realizar a atividade	O professor/pesquisador deverá disponibilizar aos discentes: • Computador com acesso à internet; • Simulador PhET; • Papel e lápis para cálculos.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A Situação-Problema 03 tem como objetivo proporcionar aos estudantes a aplicação prática dos conceitos relacionados aos circuitos elétricos em paralelo, por meio de uma abordagem contextualizada que utiliza como referência o sistema de iluminação de um automóvel. Essa escolha pedagógica visa articular o conhecimento técnico com situações do cotidiano, promovendo a aprendizagem significativa conforme propõe Ausubel (2003). A proposta apresenta um cenário simplificado no qual duas lâmpadas estão conectadas em paralelo a uma bateria de 12 V em corrente contínua (CC). Esse arranjo reflete um sistema típico de circuitos automotivos, no qual o desligamento ou falha de um componente não compromete o funcionamento dos demais, uma das principais características dos circuitos paralelos, que assegura independência funcional entre os elementos.

Quadro 9. Situação Problema 04

Situação Problema 04	
Conteúdo	Circuitos elétricos em paralelo
Problematização	Em um laboratório de análise de alimentos, diferentes equipamentos elétricos precisam funcionar de forma independente, mesmo que um deles seja desligado ou apresente falha. Para isso, o técnico

	responsável deve planejar a instalação dos aparelhos utilizando um circuito elétrico paralelo, garantindo o funcionamento contínuo da rede. Considere que três equipamentos estão conectados em paralelo a uma fonte de 220 V: • Forno de secagem: 1000 W; • Estufa de cultura microbiológica: 800 W; • Balança analítica: 200 W. Desafios: - Calcule a corrente elétrica consumida por cada equipamento individualmente. - Determine a corrente total que circula no circuito. - Calcule a resistência equivalente do circuito. - Explique o que aconteceria com os demais equipamentos se um deles fosse desligado ou apresentasse defeito. - Simule o circuito no PhET. 
Materiais e equipamentos utilizados para realizar a atividade	O professor/pesquisador deverá disponibilizar aos discentes: • Computador com acesso à internet; • Simulador PhET; • Papel e lápis para cálculos.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A Situação-Problema 04 foi elaborada com o propósito de desenvolver, de forma prática e contextualizada, a compreensão sobre circuitos elétricos paralelos no âmbito da formação técnica. A proposta partiu de um cenário realista de um laboratório de análise de alimentos, no qual diferentes equipamentos elétricos precisavam operar de forma independente. Nesse contexto, a instalação elétrica deveria garantir o funcionamento contínuo do sistema, mesmo que um dos dispositivos fosse desligado ou apresentasse falha, o que caracterizou uma aplicação típica de circuitos paralelos.

Na etapa de conclusão, foi promovida uma discussão coletiva com o objetivo de esclarecer dúvidas relacionadas ao conteúdo abordado nas Situações-Problema 3 e 4, com ênfase nas dificuldades enfrentadas pelos estudantes durante o uso dos simuladores. Esse momento também se mostrou oportuno para a socialização das estratégias de resolução adotadas pelos discentes e para o fortalecimento da compreensão conceitual. Ao final do encontro, o professor/pesquisador disponibilizou os materiais de apoio necessários à preparação do próximo momento da UEPS.

A avaliação desse encontro foi realizada com base na análise das observações feitas pelo professor/pesquisador ao longo da atividade, considerando a clareza da argumentação dos estudantes, a coerência na aplicação dos conceitos e a capacidade de interpretação dos resultados obtidos por meio das simulações.

7.4. 4º Encontro

O quarto encontro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa teve duração de 90 minutos e foi dedicado ao estudo dos circuitos mistos. O objetivo central desse momento foi apresentar aos estudantes os fundamentos da análise de circuitos que combinam associações em série e em paralelo, promovendo a articulação entre teoria e prática por meio da montagem de circuitos e da resolução de situações problema (Quadro 10).

Quadro 10. 4º Encontro da UEPS

4º Encontro	
Duração:	90 min
Conteúdo:	Análise de circuitos elétricos (misto)
Objetivo da Aula:	Compreender o funcionamento dos circuitos elétricos mistos; identificar suas características estruturais; e analisar seu comportamento por meio de simuladores digitais, integrando os conhecimentos sobre circuitos em série e paralelo na resolução de situações-problema contextualizadas.
Organização da turma:	Individual
Introdução	
• Recapitulação do material disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem; • Caracterizar um circuito elétrico misto: • Conceito e características principais; • Comportamento da corrente elétrica; • Cálculo da resistência equivalente.	

Desenvolvimento	
•	Apresentação, a partir de simuladores, o comportamento da tensão elétrica em um circuito misto;
•	Apresentar e resolver a situação-problema 5.
Conclusão	
•	Discussão sobre as principais dúvidas em relação ao conteúdo da situação-problema 5, assim como as dificuldades encontradas na realização dos cálculos.
•	Disponibilização dos materiais necessários para o próximo encontro.
Avaliação	
Relatórios e observações sobre a resolução da situação-problema 5.	

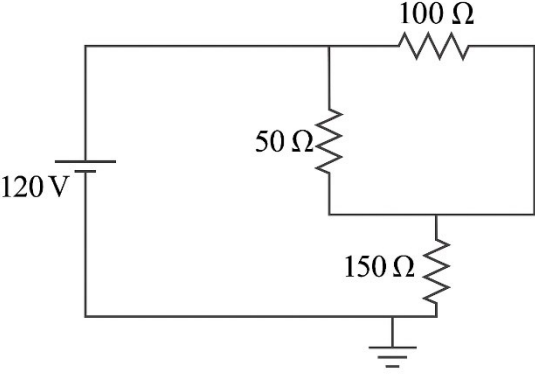
Fonte: Elaboração própria (2025).

A aula teve início com uma recapitulação dos conteúdos previamente disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem, com o objetivo de reforçar os conceitos fundamentais relacionados aos circuitos mistos. Esse momento inicial visou retomar as principais características das associações em série e paralelo, preparando os estudantes para a etapa prática do encontro.

No momento de desenvolvimento, foi conduzida uma atividade demonstrativa e simulada em que os estudantes acompanharam a montagem de circuitos mistos, observando o comportamento da corrente e da tensão nos diferentes elementos do circuito. A partir dessa contextualização, foi apresentada a Situação-Problema 5, a ser resolvida individualmente pelos discentes, permitindo-lhes aplicar, de forma autônoma, os conhecimentos construídos ao longo dos encontros anteriores.

Quadro 11. Situação Problema 05

Situação Problema 05	
Conteúdo	Circuitos elétricos mistos
Problematização	Em uma indústria de alimentos, um painel de controle térmico é utilizado para monitorar e ativar o aquecimento de tanques. O sistema elétrico que alimenta esse painel utiliza um circuito misto, combinando resistores em série e em paralelo para controle e segurança. O circuito é composto por: • Um resistor de $50\ \Omega$ conectado em série com dois resistores de $100\ \Omega$ e $150\ \Omega$, que estão ligados entre si em paralelo; • A fonte de alimentação é de $120\ \text{V}$. Desafios: a) Calcule a resistência equivalente do circuito.

	b) Determine a corrente total que sai da fonte. c) Calcule a tensão e a corrente elétrica em cada resistor. d) Monte o circuito no simulador PhET. e) Análise e explique quais as vantagens de utilizar circuitos mistos em sistemas industriais. 
Materiais e equipamentos utilizados para realizar a atividade	O professor/pesquisador deverá disponibilizar aos discentes: • Computador com acesso à internet; • Simulador PhET; • Papel e lápis para cálculos.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Na etapa de conclusão, foi promovida uma discussão sobre as principais dúvidas e dificuldades enfrentadas pelos alunos, especialmente no que se referia aos cálculos de resistência equivalente. Ao final do encontro, foram disponibilizados os materiais necessários para o próximo momento da UEPS.

7.5. 5º Encontro

O quinto encontro da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa teve duração de 90 minutos e foi dedicado à revisão e consolidação dos conhecimentos trabalhados nos encontros anteriores sobre circuitos elétricos em série, paralelo e misto. O objetivo central foi retomar os principais conceitos e promover sua aplicação de forma integrada, por meio de situações-problema contextualizadas e adequadas ao nível dos estudantes (Quadro 12).

Com o encerramento do ciclo de atividades, foi proposto um trabalho final simples e prático, no qual os estudantes, organizados em grupos, deveriam projetar e representar um circuito elétrico básico com base em um cenário cotidiano como, por

exemplo, a instalação de lâmpadas em uma sala ou o funcionamento de equipamentos em um pequeno laboratório escolar. O circuito poderia ser desenhado no papel ou simulado com o uso do PhET, e cada grupo deveria explicar sua escolha de ligação (série, paralelo ou misto), demonstrando o que aprendeu sobre o comportamento da corrente e da tensão.

Quadro 12. 5º Encontro da UEPS

5º Encontro	
Duração:	90 min
Conteúdo:	Análise de circuitos elétricos
Objetivo da Aula:	Consolidar os conhecimentos sobre circuitos elétricos em série, paralelo e misto, por meio da resolução de situações-problema contextualizadas e da elaboração de um projeto simples de circuito elétrico aplicado a um ambiente cotidiano ou profissional, promovendo a articulação entre teoria e prática, e estimulando a autonomia e o raciocínio técnico dos estudantes.
Organização da turma:	Em grupo
Introdução	
- A aula terá início com uma breve retomada dos principais conceitos trabalhados ao longo dos encontros anteriores sobre circuitos elétricos em série, paralelo e misto. - O professor/pesquisador mediará uma conversa com os estudantes para identificar os pontos que ainda geram dúvidas e reforçar a compreensão conceitual.	
Desenvolvimento	
- Os estudantes serão organizados em grupos e convidados a elaborar um projeto prático simplificado de um circuito elétrico, com base em um cenário realista da área de alimentos. Como exemplo, poderá ser proposto o planejamento da instalação elétrica de um pequeno laboratório escolar. - Cada grupo deverá decidir o tipo de ligação mais apropriado (série, paralelo ou mista), representar graficamente o circuito (desenho ou simulação via PhET), identificar as variáveis elétricas envolvidas (tensão, corrente e resistência) e justificar suas escolhas com base nos conhecimentos adquiridos. - Durante a atividade, o professor circulará entre os grupos, orientando e estimulando a argumentação técnica, a cooperação entre os colegas e a aplicação correta dos conceitos.	
Conclusão	
Ao final da aula, os grupos apresentarão seus circuitos aos colegas, explicando o funcionamento da ligação escolhida e destacando os critérios adotados na sua elaboração. Será realizada uma discussão coletiva sobre os diferentes projetos, as soluções propostas e os aprendizados construídos ao longo da atividade	

- Como forma de encerramento, o professor conduzirá uma breve sistematização dos principais conceitos consolidados durante o processo, reforçando a importância do raciocínio técnico, da autonomia e da capacidade de aplicar os conteúdos em contextos próximos à realidade profissional dos estudantes do curso técnico em Alimentos.

Avaliação

Será realizada de forma diagnóstica e formativa, com base na observação da participação dos estudantes durante a atividade prática e nas produções elaboradas em grupo.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Essa proposta teve como foco avaliar a aprendizagem de maneira prática e significativa, permitindo que os estudantes organizassem o que compreenderam, fizessem conexões com o cotidiano e desenvolvessem sua autonomia e raciocínio técnico de forma acessível e concreta.

O momento inicial da aula foi destinado à retomada dos conteúdos previamente trabalhados, com ênfase na recuperação dos conceitos sobre o comportamento da corrente elétrica, da tensão e da resistência nos diferentes tipos de circuitos. Essa retomada teve como objetivo ativar os conhecimentos prévios e identificar possíveis lacunas conceituais. O professor/pesquisador assumiu o papel de mediador, conduzindo uma conversa aberta com os estudantes para esclarecer dúvidas e preparar o grupo para o desafio prático proposto.

A estratégia adotada esteve alinhada aos pressupostos da aprendizagem significativa, ao proporcionar uma ancoragem cognitiva que facilitou a construção de novos conhecimentos a partir daquilo que os alunos já dominavam.

A etapa de desenvolvimento foi centrada em uma atividade prática e integradora, com foco na articulação entre os conceitos estudados e sua aplicação em situações reais da área de alimentos. Os estudantes foram organizados em grupos e desafiados a elaborar o projeto de um circuito elétrico básico, inspirado em um cenário cotidiano, como a instalação elétrica de um pequeno laboratório escolar.

Cada grupo definiu o tipo de ligação mais adequado (série, paralelo ou mista), elaborou uma representação gráfica do circuito utilizando o simulador PhET, calculou as variáveis elétricas envolvidas (tensão, corrente, potência e resistência) e justificou suas escolhas de forma técnica e fundamentada.

Durante a execução da atividade, o professor/pesquisador assumiu um papel ativo na mediação, promovendo questionamentos, estimulando a colaboração e orientando os alunos na aplicação correta dos conceitos, respeitando o ritmo de

aprendizagem de cada grupo. Essa abordagem prática visou não apenas consolidar os conhecimentos teóricos, mas também desenvolver habilidades de raciocínio lógico, tomada de decisão e trabalho em equipe.

Na etapa final da aula, cada grupo compartilhou com a turma o circuito elaborado, destacando o funcionamento da ligação escolhida e os critérios adotados na sua construção. Esse momento de apresentação e socialização das soluções possibilitou a valorização das diferentes estratégias de resolução adotadas, promovendo a aprendizagem entre pares.

A aula foi encerrada com uma sistematização coletiva conduzida pelo professor/pesquisador, que revisou os principais conceitos abordados, esclareceu dúvidas remanescentes e reforçou a importância da capacidade de aplicar os conteúdos de forma crítica e contextualizada. A prática da explicação entre colegas, aliada à escuta ativa, contribuiu para o desenvolvimento da autonomia intelectual e da expressão técnica dos estudantes.

7.6. 6º Encontro

O encontro final da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa foi dedicado à realização de uma roda de conversa com os estudantes, com o objetivo de promover um momento de escuta, reflexão e avaliação coletiva sobre o percurso formativo vivenciado durante a sequência de aulas. Essa atividade teve como foco valorizar as vozes dos alunos e reconhecer suas percepções em relação aos conteúdos abordados, às metodologias utilizadas e às aprendizagens construídas ao longo da UEPS.

Durante a roda de conversa, o professor/pesquisador atuou como mediador, propondo perguntas abertas que estimularam a participação espontânea dos estudantes. Alguns dos tópicos explorados incluíram:

- O que mais chamou atenção nas atividades sobre circuitos elétricos;
- Dificuldades encontradas ao longo dos encontros;
- O que aprenderam de forma mais clara e o que ainda gera dúvidas;
- A experiência de utilizar simuladores como ferramenta de apoio ao aprendizado;
- A relevância da abordagem prática e contextualizada;
- A opinião sobre a proposta da UEPS como um todo.

Esse momento de diálogo teve como fundamento os princípios da avaliação formativa, na medida em que considerou a perspectiva dos estudantes como parte fundamental do processo de ensino e de aprendizagem. Além disso, possibilitou ao professor/pesquisador reconhecer as potências e fragilidades da proposta pedagógica aplicada, contribuindo para o aperfeiçoamento de futuras intervenções didáticas.

Como registro desse encontro, os estudantes foram convidados a escrever uma breve reflexão individual, na qual expressaram o que aprenderam, o que mais gostaram e apresentaram sugestões para outras atividades.

8. RELATO DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Este capítulo apresenta a aplicação da proposta didática bem como apresenta e discute as percepções dos discentes do 3º ano do Curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Campus CaVG, acerca de seus conhecimentos prévios, da validação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e, conseqüentemente, do Produto Educacional proposto nesta dissertação.

Durante a aplicação da UEPS, foram considerados dois momentos essenciais, um que ocorreu antes das aulas presenciais e outro durante as aulas, organizados respectivamente em: (i) sala de aula invertida e (ii) situação-problema desencadeadora para a análise de circuitos. Sendo assim, a investigação teve por objetivo explorar os conceitos prévios dos conteúdos abordados assim como a eficácia do Produto Educacional no processo de ensino e de aprendizagem, destacando os impactos da compreensão do conteúdo de análise de circuitos elétricos, bem como a relevância da estratégia utilizada.

Para a validação da UEPS, foram realizados sete (7) encontros/aulas com 90 minutos de duração cada, relatados a seguir.

8.1. 1º Encontro da Aplicação do UEPS

O primeiro encontro ocorreu em sala de aula e foi dedicado ao diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes, em conformidade com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Para isso, foi realizada uma roda de conversa (Figura 6), mediada por perguntas norteadoras, com o objetivo de identificar quais conhecimentos os alunos já tinham sobre o conteúdo de circuitos elétricos e eletricidade.

Figura 6. Roda de conversa com os alunos



Fonte: Elaboração própria (2025).

Essa etapa teve como objetivo identificar os subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes e antecipar concepções alternativas recorrentes. As falas foram registradas por meio de gravações de áudio e de fotografias, e anotações do diário de bordo do professor/pesquisador, constituindo dados para análise. A partir desse levantamento, definiram-se organizadores prévios para o estudo assíncrono (vídeos e simulações introdutórias) e planejou-se a diferenciação progressiva nos encontros seguintes, articulando os conceitos de circuito em série, paralelo e misto e preparando a reconciliação integradora ao final da sequência.

Durante essa roda de conversa foram propostas cerca de 20 perguntas relacionadas ao conteúdo de circuitos elétricos. A abordagem aberta e contextualizada favoreceu explorar de forma espontânea os conhecimentos prévios dos discentes sobre o tema e a identificação de possíveis concepções alternativas (por exemplo, confusão entre tensão e corrente). Com isso, foi possível mapear os subsunçores e se estabeleceu uma base para a ancoragem e o aprofundamento conceitual nos momentos seguintes, favorecendo a aprendizagem significativa.

Para iniciar a conversa, o professor/pesquisador perguntou: “*Alguém já ouviu falar em circuito elétrico?*”. As respostas dos alunos trouxeram associações imediatas ao cotidiano (poste de luz, lâmpadas, tomadas, “levar choque”), além de referências a vídeos e experiências práticas. Também apareceram relações com automação e prototipagem (como o Arduino, protoboard), sintetizadas por um estudante na

observação de que *“tudo com sensor tem circuito”*. Além disso, emergiram noções de segurança e instalação (uso do interruptor, “chave de teste”, redes de alta/baixa tensão e até o “gato de luz”), indicando que os estudantes conectam o conceito tanto a práticas domésticas quanto a questões de infraestrutura e consumo. Inclusive apareceram referências a contextos industriais (como ligações trifásicas) sugerindo uma percepção ampla do fenômeno elétrico para além do ambiente escolar.

Ao serem questionados sobre se *“Alguém aqui já viu alguém montar um circuito elétrico? Foi com pilha, bateria, lâmpada, Arduino, protoboard?”*, os estudantes relataram, em sua maioria, contato visual com montagens simples (pilha ou bateria, lâmpada/LED e fios), tanto em aulas práticas quanto em vídeos tutoriais. Parte da turma mencionou sobre resistores e chaves/interruptores (acender/apagar LEDs, testar sensores).

Alguns lembraram de experiências domésticas (trocar lâmpada, ligar e desligar circuitos), enquanto outros nunca montaram, mas observaram pais, colegas ou professores realizando a atividade e demonstraram interesse em experimentar. Um dos discentes mencionou que sempre antes do pai trocar a lâmpada, ele desligava o interruptor, enquanto o outro discente tinha a curiosidade de saber por que o pai só desligava a chave de luz (disjuntor) de dentro de casa para trocar o chuveiro e não a chave de luz que chegava do poste. Dúvidas como essas mostram uma característica semelhante entre os alunos, a qual revela que muitas vezes eles não conseguem relacionar conceitos prévios com a situações do seu dia.

A curiosidade levantada pelo discente, serviu de base para o professor/pesquisador explicar que o procedimento adotado em ambas as situações está correto, pois, foi adotado uma atitude visando a segurança e de praticidade. Para mexer no chuveiro, que exige uma grande quantidade de energia, ele desligou apenas o disjuntor específico, sendo assim, interrompendo a passagem de eletricidade para o equipamento em manutenção, e assim garantindo que o resto da casa continuasse funcionando. Para a lâmpada, que consome muito menos, a ação de desligar o interruptor já é um passo importante e o princípio do fluxo de energia interrompido é o mesmo, mas o mais seguro é sempre desligar o disjuntor correspondente. A chave do poste é uma área restrita e perigosa, feita para ser manipulada apenas por especialistas.

Surgiram dúvidas recorrentes sobre a diferença entre ligações em série e em paralelo e sobre a função de componentes (como resistores e capacitores), ao mesmo

tempo em que reconheceram que observar a montagem (e sobretudo praticá-la) favorece a compreensão dos conceitos envolvidos.

Ao serem questionados se *“Alguém aqui já trocou alguma lâmpada alguma vez? Como foi a experiência?”* os estudantes relataram práticas e cuidados básicos: desligar o interruptor antes da troca (para “abrir” o circuito) e evitar contato com a parte metálica do soquete; também mencionaram o uso da “chave de teste” como procedimento recomendado. Surgiram dúvidas sobre tipos de ligação (nem sempre é possível saber qual é a fiação), o que reforçou a importância de verificar a presença de tensão antes de tocar no suporte da lâmpada. A conversa derivou ainda para noções de segurança e rede elétrica (alta e baixa tensão) e para exemplos do cotidiano como o “gato de luz” e como as concessionárias o detectam.

Ainda durante essa conserva alguns discentes comentaram que já aconteceu de ligarem o chuveiro, o micro-ondas e o ferro de passar, e a chave de luz (disjuntor) se desligar. Neste momento o professor/pesquisador aproveitou a ocasião para explicar o porquê isso acontece. Fato acontece devido ao dimensionamento incorreto dos fios, disjuntores e a rede utilizada para o número de equipamentos segundo as tabelas da NBR 5410.

Outras dúvidas apresentadas pelos discentes diziam respeito a situações observadas no cotidiano envolvendo circuitos elétricos, como, por exemplo, a forma pela qual a energia elétrica chega às residências, especialmente em casos de ligações irregulares (“gato de energia”), referindo-se ao consumo de energia de maneira não legalizada. Então mais uma vez o professor/pesquisador explicou que não se deve fazer esse tipo de ação pois, além de ser uma forma incorreta de utilizar a energia, também coloca em risco a residência ou o estabelecimento comercial pois, quando isso acontece quer dizer que não está seguindo as normas técnicas de segurança de instalação da rede e outro fator é que o consumo não está sendo taxado causando um prejuízo para empresa prestadora de deste tipo de serviço.

Ao discutir situações exemplares e a localização do circuito no contexto automotivo (pergunta: *“Onde vocês acham que o circuito elétrico está presente?”*), os alunos apontaram componentes e trajetos de energia do veículo e o professor/pesquisador trouxe exemplos como a chave de ignição (fechamento do circuito para dar partida), o conjunto bateria–alternador (armazenamento e reposição de carga durante o funcionamento do motor), o sistema de iluminação (faróis, lanternas, setas), o painel e os sensores (indicadores, velocímetro eletrônico, injeção).

Também reconheceram a malha de retornos à carroceria (aterramento), a presença de fusíveis automotivos como elementos de proteção, e relacionaram a arquitetura elétrica para que a falha de um componente não apague todo o sistema. Esses exemplos ajudaram a visualizar que “o circuito do carro” não é único, mas um conjunto de circuitos interligados que distribuem e controlam energia conforme a função.

O professor/pesquisador ao abordar a diferença entre correntes da tomada e da pilha, fez com os estudantes reconhecessem que não são iguais, e exemplificou distinguindo corrente alternada (CA) (associada à tomada) de corrente contínua (CC) (associada à pilha). O professor ainda reforçou essa distinção descrevendo o comportamento gráfico: na CA a corrente oscila ao longo do tempo, enquanto na CC mantém-se em nível constante. Também retomou noções de sentido da corrente (convencional $\times$ elétrico) para situar o tema que seria aprofundado em laboratório.

Ao questionar sobre circuitos elétricos, os alunos informaram que já haviam tido com o professor titular algumas aulas teóricas e introdutórias sobre o tema. Assim, baseado nos conteúdos já vistos, os alunos apontaram maior dificuldade em tópicos de análise de circuitos, sobretudo ao transitar de ligações em série e em paralelo para circuitos mistos, relataram também que a compreensão “se perde” quando os dois arranjos aparecem combinados. O professor/pesquisador salientou que, entendidos separadamente série e paralelo, a análise do misto tende a se tornar “menos complexos”, reforçando o papel da prática de laboratório para consolidar os conceitos.

Também, surgiram dúvidas conceituais sobre a função e o comportamento de componentes (resistor, lâmpada de filamento/LED por analogia, capacitor) e sobre tensão/corrente nas diferentes ligações. Parte da turma mencionou pouca prática prévia com exercícios e atividades, reforçando a necessidade de trabalho em laboratório para consolidar os conceitos.

Ao serem questionados sobre atividades realizadas e resolução de exercícios, os estudantes relataram que ainda não haviam feito práticas ou listas (“não chegaram a fazer nada”). Assim, o professor/pesquisador apresentou que nas próximas aulas isso ocorreria no laboratório, com apoio de simuladores, materiais em PDF e vídeos (que seriam disponibilizados na AVA da disciplina).

Os estudantes ressaltaram que observar a montagem e, sobretudo, praticar poderia favorecer a compreensão (a ideia de “ver montando e fazer” foi recorrente). Essa percepção reforça a opção metodológica de utilizar atividades práticas para

promover a diferenciação progressiva, criando condições para a posterior reconciliação integradora dos conceitos trabalhados.

Ancorados nos relatos e na proposta de Yin (2011), foi apresentada a análise dos dados em três passos: primeiro, a recomposição do material em categorias analíticas; depois, a interpretação; por fim, as conclusões. Em todas as etapas, articulamos o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes aos princípios da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Se reorganizaram as unidades de significado em categorias que evidenciam padrões recorrentes nas falas e nas situações descritas, preparando a interpretação e a conclusão na sequência.

A primeira categoria chamada de **conhecimentos prévios ancoráveis**, reúne referências do cotidiano (lâmpada, tomada, choque), do contexto automotivo e de uma linguagem técnica básica (resistor, capacitor). À luz de Ausubel, tais elementos viabilizam a ancoragem de novos significados “quando o material [for] potencialmente significativo” e “o aprendiz [manifestar] uma disposição para aprender” (Ausubel, 1978, pp. 49–50). Por isso, a proposta mobiliza organizadores prévios, que “são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si” e cuja “principal função [...] é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele [...] deveria saber” (Ausubel, 1978, p. 171; Moreira, 2006).

No desenho da UEPS, isso se concretiza em uma sequência de diferenciação progressiva (do geral ao específico: eletricidade → grandezas → topologias série/paralelo/misto) e de reconciliação integradora. Como explica Ausubel, a reconciliação é um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas e ocorre no curso da aquisição de significados, articulando-se com a diferenciação progressiva (Ausubel, 1978). Além disso, mesmo na aprendizagem por recepção, “o processo de aquisição é necessariamente ativo” (Ausubel, 1978, p. 122).

As falas como “*Lá em casa a lâmpada queimam quando mexe no interruptor...*”, “*No carro, se a bateria está fraca, a ignição falha...*” e “*Resistor eu já ouvi no Arduino...*” ilustram essa base cognitiva, ainda imprecisa, porém fértil para aprendizagem subordinada. Em termos Ausubelianos: “a aprendizagem significativa [...] caracteriza-se pelo relacionamento substantivo e não-arbitrário de uma nova informação com outra relevante já existente na estrutura cognitiva”, ocorrendo por

subordinação (derivativa/correlativa), superordenação ou combinatória (Moreira, 2006, pp.34-35).

Desse modo, o mapeamento dos subsunçores orientou a seleção de exemplos autênticos e objetos reais na UEPS, a organização de situações-problema com ciclos de prever–testar–explicar (simulador/laboratório) e o uso de sínteses ao final de cada etapa, favorecendo a transição do conhecimento informal ao formal e a estabilidade dos significados. Aqui, os organizadores prévios operam como “pontes cognitivas” e até como “ancoradouro provisório” quando faltam subsunçores (Ausubel, 1978).

De acordo com Ausubel (1978, p.163), “se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo”.

Assim, o levantamento dos conhecimentos prévios cumpriu a função de orientar a sequência didática e a mediação, permitindo calibrar a dificuldade das tarefas, selecionar exemplos autênticos e definir checagens formativas pontuais. Do ponto de vista metodológico, esse movimento reforça a coerência do estudo: inicia-se no repertório real dos estudantes e, a partir dele, organizam-se intervenções com potencial de produzir mudança conceitual verificável. Reconhece-se, contudo, a heterogeneidade dos repertórios: diferenças na robustez dos referenciais cotidianos e técnicos exigem ajustes finos e apoios adicionais.

A segunda categoria denomina-se **concepções alternativas**, que abrange confusões entre tensão e corrente, a expectativa de que “aumentar o disjuntor resolve” e a dificuldade de analisar circuitos mistos. Esses nós conceituais demandam estratégias de reconciliação integradora, entendida como um processo cujo resultado é o “explícito delineamento de diferenças e similaridades entre ideias relacionadas” (Ausubel, 1978, p. 125). Assim, pode-se compreender que os estudantes aplicam raciocínios pragmáticos em vez de conceituais, confundem variáveis fundamentais como tensão e corrente e apresentam dificuldades em articular o funcionamento dos circuitos. Isso sugere que os obstáculos não estão apenas na realização de cálculos, mas na forma como os conceitos são organizados cognitivamente em uma “estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas situam-se no topo desta estrutura e, progressivamente, abrangem proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados” (Ausubel, 1978, p. 125-126)

Em diálogo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, percebe-se que é preciso que existam “subsunçores específicos com os quais o material seja relacionável” (Ausubel, 1978, p. 123). Quando tais ideias de esteio faltam, tende a ocorrer a aprendizagem mecânica, cuja “diferença básica em relação à significativa está na racionalidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal” (Ausubel, 1978, p. 123-124). Podemos dizer, portanto, que, nessa etapa, o processo de ensino e de aprendizagem ainda não promoveu diferenciação progressiva nem reconciliação integradora, processos que, segundo Ausubel, são “dinâmicos que ocorrem no curso da aquisição de significados” (Ausubel, 1978, p. 125).

A superação desse quadro exige tarefas e organizadores que tornem explícitas as relações entre grandezas e topologias, conduzindo os alunos a reorganizar sua estrutura cognitiva. Nesse sentido, os organizadores prévios são, nas palavras de Ausubel, “materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si”, cuja “principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa” (Ausubel, 1980, p. 37). Quando faltam subsunçores, eles podem atuar como “ancoradouro provisório para a nova aprendizagem e levar ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente” (Ausubel, 1980, p. 38).

Assim, o significado mais amplo que emerge desta categoria é que o ensino de circuitos elétricos não pode restringir-se ao aspecto procedimental, ao contrário, demanda estratégias intencionais para a “organização do conteúdo aprendido” (Ausubel, 1978, p. 126). Além disso, a aprendizagem receptiva não é passiva, pois, como enfatiza o autor, “antes dos significados serem retidos e organizados hierarquicamente eles devem ser adquiridos e o processo de aquisição é necessariamente ativo” (Ausubel, 1978, p.122).

A terceira categoria denomina-se **segurança e normas**, destacando procedimentos corretos (como desligar a chave de luz), limites de atuação leiga e riscos do “gato de luz”. Trata-se de um eixo formativo transversal, que articula teoria, procedimento e justificativa técnica para promover práticas seguras e conformes às normas. As falas dos estudantes evidenciam tanto procedimentos adequados como o ato de desligar a chave de luz antes de qualquer intervenção quanto o reconhecimento dos limites de atuação leiga e os riscos associados a práticas informais.

Isso mostra que a consciência dos riscos e da necessidade de prevenção também é fruto de um processo ativo de internalização, em que os estudantes relacionam experiências concretas a conceitos técnicos. O eixo de segurança e normas funciona, assim, como um componente transversal da aprendizagem, pois integra teoria, procedimento e justificativa técnica em uma unidade de sentido. Nesse caso, a noção de prevenção e responsabilidade pode ser vista como uma ideia inclusiva que orienta tanto a compreensão dos conceitos de circuitos elétricos quanto as práticas seguras no cotidiano.

Essa interpretação indica que os estudantes não apenas mobilizam noções básicas sobre circuitos elétricos, mas começam a internalizar valores ligados à prevenção de riscos, à conformidade legal e à ética no uso da energia elétrica. Ao enfatizar práticas seguras, a aprendizagem avança para além do domínio de conceitos físicos, envolvendo também a formação cidadã. Como reforça Ausubel (1978, p. 123), a aprendizagem significativa supõe o “relacionamento substantivo e não-arbitrário de um novo conhecimento com ideias já existentes na estrutura cognitiva” onde neste caso, experiências práticas e vivências sociais tornam-se subsunçores para a assimilação de normas técnicas e éticas.

Assim, sugere-se que a educação de circuitos elétricos deve assumir um papel explícito na formação de atitudes preventivas e no desenvolvimento de competências que unam saber técnico e responsabilidade social. A categoria evidencia que a apropriação de conteúdos sobre circuitos elétricos só se completa quando os estudantes são capazes de relacionar conceitos, procedimentos e normas de modo integrado, reconhecendo tanto a dimensão prática quanto os riscos e implicações éticas de suas ações. Conclui-se que segurança e normas constituem um pilar indispensável na formação dos alunos, funcionando como mediador entre o conhecimento científico e a prática social segura.

A quarta categoria é **Envolvimento e motivação** (categoria transversal), que registra a relevância percebida, a curiosidade e a necessidade de que sustentam a disposição para aprender significativamente, visto que isso catalisa o processo de ancoragem de novos significados em subsunçores já presentes na estrutura cognitiva. Consolida manifestações como o desejo de testar no simulador, perguntas sobre pertinência/exame (ENEM) e propostas de refazer ou aperfeiçoar tarefas. A curiosidade amplia a disponibilidade para relacionar o novo ao já conhecido, reduzindo

a aprendizagem mecânica e favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação.

A lógica é manter ciclos curtos de interesse favorecem a ancoragem de novos significados, resultando em maior persistência, melhor qualidade das explicações e iniciativa para explorar além do mínimo requerido.

Conclui-se, assim, que envolvimento e motivação constituem condições organizadoras da aprendizagem significativa em circuitos elétricos: quando o ensino promove relevância percebida, oportunidades de ação e retorno imediato, os estudantes dispõem de contextos potentes para ancorar novos conteúdos em subsunções pertinentes, realizando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de forma contínua. Estratégias didáticas que explicitam objetivos (organizadores prévios), articulam problemas autênticos (ENEM/vida cotidiana), incorporam simulações e tendem a elevar a qualidade das explicações e a iniciativa para ir além do mínimo.

Em termos práticos, isso significa planejar a UEPS que inicie com organizadores prévios claros, avancem para tarefas de ação guiada (simulador/experimentos simples) e incluam retorno formativo rápido, abrindo espaço para revisões sucessivas. Nessa configuração, a motivação deixa de ser apenas um estado afetivo e passa a operar como alavanca cognitiva que estabiliza significados, amplia transferências e sustenta trajetórias de aprendizagem mais profundas e duradouras.

A categoria **transferência e aplicabilidade**, evidencia o uso do aprendido em novos contextos, casa, trabalho, e cenários automotivos/industriais, indicando estabilização de significados. Quando os estudantes relatam compreender fenômenos cotidianos (como no exemplo “agora entendo por que a lâmpada se desligou”), demonstram que os conceitos não permaneceram como informações isoladas, mas foram reorganizados na estrutura cognitiva, tornando-se disponíveis para interpretação e resolução de situações práticas.

De acordo com Ausubel (2003, p. 36–37), “a aprendizagem significativa implica retenção e transferência”, uma vez que o novo conhecimento, ao ser integrado de maneira não arbitrária, “pode ser utilizado em novas situações, facilitando a solução de problemas e a aquisição de outros conhecimentos”. Assim, a aplicabilidade prática das noções de eletricidade evidencia que ao ser utilizado poderá haver a diferenciação progressiva e reconciliação integradora: os conceitos aprendidos não apenas se

ampliarão, mas serão reconfigurados de modo a tornar-se ferramentas cognitivas para a interpretação de realidades técnicas e sociais. Essa categoria reforça o papel da aprendizagem significativa como construção relacional e duradoura, em oposição à memorização efêmera.

A última categoria denomina-se **caminhos de aprendizagem**, que consolida o acordo em combinar simulador e prática de laboratório, organizando o estudo por progressão (série, depois paralelo, e por último misto). A lógica é partir do simples ao composto, com retorno rápido e verificação de compreensão a cada etapa.

A análise integrada das cinco categorias revela um quadro coerente da aprendizagem de circuitos elétricos, como processo dinâmico de construção de significados, articulando dimensões cognitivas, procedimentais e afetivo-motivacionais. À luz do ciclo analítico de Yin, o movimento interpretativo e conclusivo mostra como essas categorias se interligam e se fortalecem mutuamente, configurando um percurso de aprendizagem significativa conforme as proposições de David Ausubel.

Os conhecimentos prévios aparecem como ponto de partida fundamental do processo, representando as ideias, experiências e intuições que os estudantes trazem de seu cotidiano. Em consonância com Ausubel, esses conhecimentos funcionam como subsunçores, isto é, estruturas cognitivas que servem de ancoragem para novas informações. A identificação e a valorização dessas concepções iniciais permitiram que as intervenções didáticas dialogassem com o repertório dos alunos, promovendo a diferenciação progressiva dos conceitos elétricos e favorecendo a compreensão empírica para uma compreensão teórica mais elaborada.

As concepções alternativas, por sua vez, mostram os limites e as tensões desse processo. As confusões entre tensão e corrente, a crença de que “aumentar o disjuntor resolve” e as dificuldades com circuitos mistos revelam zonas de conflito cognitivo, nas quais os conhecimentos prévios entram em choque com o novo conteúdo. Essa constatação reforça a importância da reconciliação integradora proposta por Ausubel e aprofundada por Moreira, que destaca a necessidade de estratégias explícitas para reorganizar a estrutura cognitiva e permitir que os novos significados se tornem mais inclusivos e coerentes. As concepções alternativas, portanto, deixam de ser vistas como erros a eliminar e passam a constituir oportunidades diagnósticas para a promoção de aprendizagem significativa.

A categoria segurança e normas introduz um eixo formativo transversal que amplia o alcance da aprendizagem para além do domínio conceitual. Os relatos sobre desligar a chave de luz, respeitar limites de atuação leiga e compreender os riscos do “gato de luz” revelam a internalização de valores e atitudes ligadas à responsabilidade e à ética técnica. No marco teórico de Moreira, esse movimento corresponde à aprendizagem significativa crítica, na qual o conhecimento se articula à consciência de suas implicações sociais e morais.

O eixo envolvimento e motivação sustenta o processo como um circuito autorregulado de interesse, ação e retorno. A curiosidade e o desejo de testar, refazer e aprimorar tarefas funcionam como forças catalisadoras que mantêm a atenção e a persistência dos estudantes. Nessa perspectiva, a motivação é vista não como variável externa, mas como componente intrínseco da aprendizagem significativa, quanto mais sentido o conteúdo adquire, mais o aluno se envolve e mais robustos se tornam os significados construídos.

A categoria transferência e aplicabilidade expressa o momento em que os significados construídos ultrapassam o contexto imediato da sala de aula e passam a orientar a compreensão de novas situações. Nos relatos dos estudantes, observa-se a associação entre os conteúdos sobre circuitos e elementos do cotidiano, como o funcionamento de automóveis, disjuntores residenciais, sistemas automatizados. Tais menções revelam que o aprendizado não permaneceu isolado, mas foi incorporado à estrutura cognitiva de modo funcional e operativo.

A categoria caminhos de aprendizagem sintetiza o percurso percorrido pelos estudantes, desde o reconhecimento de suas ideias iniciais até a construção de uma compreensão mais abstrata e relacional dos fenômenos elétricos. O movimento descrito reflete a própria lógica da aprendizagem significativa: um processo contínuo de “subsunção, diferenciação progressiva e reconciliação integradora” (Ausubel, 2003, p. 61–67), em que cada nova experiência reorganiza a estrutura cognitiva e amplia o alcance dos significados.

Esses caminhos não são lineares, mas espirais, como lembra Ausubel, “a aprendizagem significativa é cumulativa e hierárquica”, na medida em que os conceitos mais gerais e inclusivos passam a abrigar os mais específicos e subordinados. As falas dos alunos e as intervenções do professor demonstram esse processo em andamento: partindo de exemplos concretos e do senso comum, os

estudantes alcançam uma compreensão conceitual e crítica, capaz de ser aplicada, revisada e ampliada em situações futuras.

De forma integrada, as categorias delineiam um modelo de aprendizagem significativa em espiral, em que os conhecimentos prévios servem de base, as concepções alternativas indicam caminhos de reconstrução, a segurança e as normas conferem sentido ético e social ao saber técnico, e o envolvimento/motivação impulsiona a continuidade do processo. À luz de Ausubel e Moreira, conclui-se que a aprendizagem significativa não é apenas a assimilação hierárquica de conteúdos, mas um fenômeno complexo que envolve reorganização cognitiva, integração afetiva e compromisso com o uso responsável do conhecimento. Assim, o ensino de circuitos elétricos, quando orientado por tais princípios, pode promover não apenas domínio conceitual, mas também autonomia, criticidade e consciência cidadã objetivos centrais da educação científica contemporânea.

8.2. 2º e 3º Encontro da Aplicação do UEPS

Os demais seis (6) encontros foram realizados no Laboratório de Informática, onde foram desenvolvidas atividades teóricas e práticas com o uso de emuladores e um simulador digital. Como apoio tecnológico, a plataforma Moodle foi utilizada como ambiente mediador, centralizando os conteúdos disponibilizados para consultas prévias às aulas.

Na segunda aula, o tema foi circuitos em série, onde o professor/pesquisador iniciou a atividade apresentando aos estudantes um emulador (Figuras 7a, 7b, 7c, 7d e 7e), onde foram retomados os conteúdos indicados no Moodle como material de estudo. O professor retomou o conteúdo no quadro, mostrando como se calcula a resistência total de um circuito em série e explicando de forma simples o que significa “a energia ser dividida entre as lâmpadas”. A demonstração inicial serviu para ativar conhecimentos prévios (tensão, corrente, resistência) e visualizar comportamentos típicos de um circuito em série, onde a mesma corrente está em todos os elementos e a soma das quedas de tensão e o aumento da resistência equivalente pela adição de resistores/lâmpadas.

Figura 7. Emulador de circuito em Série



a) emulador circuito série

Fonte: Elaboração própria (2025).



b) emuladora medição de tensão

Fonte: Elaboração própria (2025).



c) emulador ligado
corrente interrompida

Fonte: Elaboração própria (2025).



d) aluno assistido o
comportamento do circuito série

Fonte: Elaboração própria (2025).



e) circuito com lâmpadas de potências diferentes

Fonte: Elaboração própria (2025).

Em seguida, a turma foi para a parte prática, utilizando o emulador de circuito em série (Figuras 7a 7b, 7c, 7d, 7e), feito com três soquetes de lâmpada e fios conectados a uma fonte de baixa tensão. Os estudantes observaram o comportamento das lâmpadas, registraram o que acontecia e discutiram em grupo.

Com o simulador, foi possível visualizar o que acontece quando várias lâmpadas são ligadas em sequência e perceber que a mesma corrente passa por todas elas e que, se uma lâmpada for retirada ou queimar, o circuito se interrompe e as outras também se apagam.

Após a retomada do conteúdo e o uso do emulador, os alunos foram convidados a explorar o simulador digital PhET. No início da atividade, ao serem questionados sobre o uso prévio dessa ferramenta ou de outros softwares de simulação, observou-se um dado interessante: embora sejam frequentemente considerados “nativos digitais”, a maioria dos discentes desconhecia o PhET, e entre aqueles que afirmaram já ter ouvido falar, nenhum havia utilizado simuladores como recurso de apoio ao aprendizado em conteúdo das disciplinas do curso. Essa constatação evidenciou a necessidade de aproximação dos estudantes com ferramentas digitais interativas voltadas ao ensino de conceitos científicos, promovendo uma relação mais ativa e investigativa com o conhecimento.

Para o uso do simulador PhET, foi proposta a Situação-Problema 01, na qual os estudantes foram convidados a analisar um circuito elétrico em série a partir de uma situação contextualizada do cotidiano: “Uma árvore de Natal composta por cinco lâmpadas de 8 W conectadas em série e alimentadas por uma fonte de 120 V.” A partir desse cenário, os discentes deveriam calcular a resistência do filamento de cada

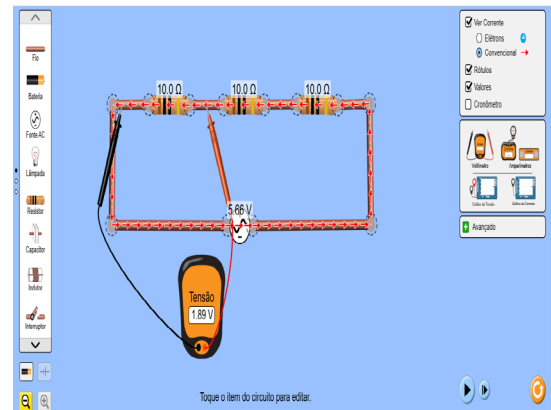
lâmpada, descrever o comportamento da corrente elétrica em cada uma e, com o acompanhamento do professor, reproduzir o circuito no simulador virtual PhET (Figuras 8a 8b e 8c). Durante a realização da atividade, os estudantes utilizaram papel e lápis para os cálculos, computadores com acesso ao simulador.

Figura 8. O uso do Simulador digital PhET com Circuito em Série



a) simulador PhET

Fonte: Elaboração própria (2025).



b) simulação circuito série

Fonte: Elaboração própria (2025).



c) simulação circuito série

Fonte: Elaboração própria (2025).

Num primeiro momento, o uso do simulador digital foi impactante para os discentes, tanto pelo desejo de compreender o funcionamento da ferramenta quanto pela sua aplicação na análise de circuitos elétricos em série. Observou-se, contudo, que muitos estudantes apresentavam pouca familiaridade com a utilização do computador e do software. Embora a menor afinidade com o software seja

compreensível, a dificuldade generalizada no uso do computador mostrou-se um fator decisivo. Observou-se que, em razão do uso predominante do celular no cotidiano, grande parte dos jovens praticamente não utiliza outros dispositivos eletrônicos. Essa familiaridade restrita ao uso do smartphone não implica, contudo, em domínio das ferramentas computacionais nem em habilidades consolidadas para o uso pedagógico das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

Na educação, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação vêm sendo incorporadas às práticas pedagógicas com o propósito de promover uma aprendizagem mais significativa, configurando-se como importantes instrumentos de mediação no processo de ensino e de aprendizagem (Rabello, 2020). As TDIC fazem parte do cotidiano das pessoas na sociedade contemporânea, e é essencial que essa realidade se reflita também no ambiente escolar, de modo que os alunos possam usufruir de seus benefícios e desenvolver competências para enfrentar os desafios do mundo digital (Dos Santos, 2021). Além disso, conforme destaca González-Betancor (2021), há uma necessidade crescente de integrar o uso das TDIC nas escolas como uma medida compensatória para reduzir as desigualdades sociais que afetam o acesso e o uso das tecnologias pelos estudantes.

Por esse motivo, vários alunos não conseguiram executar a Situação-Problema, pois não dominavam procedimentos básicos (navegação, ajuste de parâmetros, leitura de instrumentos virtuais) exigidos pela atividade. Somou-se a isso a fragilidade em conteúdos matemáticos e no manejo de fórmulas, o que comprometeu os cálculos e a interpretação dos resultados na simulação. Diante do exposto, o segundo encontro precisou ser ampliado para mais um encontro, tendo como resultado uma reformulação no número de encontros passando de 6 (seis) para 7 (sete) encontros.

No 3º encontro houve uma retomada do conteúdo, com ênfase no trabalho com as fórmulas e nos procedimentos matemáticos necessários à resolução dos problemas. Para apoiar os estudantes, as fórmulas foram disponibilizadas em uma folha de apoio, a ser consultada durante as atividades. O professor/pesquisador, juntamente com os discentes (cada um em seu computador), realizou uma explicação passo a passo sobre o uso do simulador digital, orientando-os quanto à montagem do circuito referente à Situação-Problema 01. Durante essa etapa, foram demonstradas as ferramentas do software, a organização dos componentes elétricos e os procedimentos necessários para a execução correta da simulação.

Com os discentes já familiarizados com o software e com o computador, foi realizada a Situação-Problema 02, focada na análise do circuito em série, no simulador digital. Foi um momento surpreendente para os alunos, que puderam vivenciar na prática os conceitos teóricos estudados. Eles passaram a compreender o comportamento dos circuitos, entendendo por que as lâmpadas ou equipamentos conectados em série se desligam quando um dos componentes é interrompido, bem como as razões pelas quais determinadas ligações elétricas não devem ser realizadas.

Ao utilizar o simulador para montar os circuitos elétricos em série, os discentes tiveram a oportunidade de entender por que um equipamento queima se manipulado de forma errada, também o comportamento do sentido da corrente tanto no modo convencional quanto no modo eletrônica, por que uma lâmpada tem o brilho mais intenso que a outra sendo que ambas fazem parte do mesmo circuito elétrico, porque uma lâmpada em série quando desligada apaga as outras lâmpadas, dúvidas que foram levantadas e sanadas considerando sempre os exemplos de situações de seu cotidiano.

A análise das atividades desenvolvidas nas Situações-Problema 01 e 02 evidencia um percurso de aprendizagem que vai além da simples reprodução de fórmulas ou procedimentos experimentais. O processo mostrou-se ancorado nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003, p. 21), segundo a qual “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. Nesse sentido, o professor/pesquisador procurou identificar e valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes (como suas experiências com equipamentos elétricos, lâmpadas e circuitos domésticos) e utilizá-los como subsunções.

A partir das explorações com o emulador e o simulador PhET, os discentes puderam relacionar o conteúdo teórico com fenômenos observáveis, construindo conexões entre o conhecimento prévios e o científico. O uso das tecnologias digitais, aliado à experimentação prática, favoreceu o processo de diferenciação progressiva, em que conceitos mais gerais foram sendo refinados e especificados à medida que surgiam novos exemplos e situações-problema. Da mesma forma, observou-se a reconciliação integradora, quando os alunos, diante de dúvidas e dificuldades iniciais, reorganizaram suas ideias e alcançaram explicações mais coerentes e consistentes.

Mesmo com as dificuldades iniciais relacionadas ao uso do computador, à manipulação do software e à aplicação de fórmulas matemáticas, a mediação docente foi essencial para transformar essas limitações em oportunidades de aprendizagem. As ações do professor, ao promover explicações passo a passo, incentivar a investigação e conectar as atividades a situações do cotidiano, criaram condições para a aprendizagem significativa, pois o novo conhecimento não foi imposto de forma arbitrária, mas negociado, contextualizado e compreendido pelos discentes.

Assim, o processo vivenciado nos encontros reforça a ideia de que a aprendizagem significativa exige a interação entre o conteúdo potencialmente significativo, a disposição do aluno para aprender e a mediação pedagógica adequada. Ao integrar teoria, prática e tecnologia, a proposta possibilitou que os estudantes reelaborassem suas concepções iniciais, desenvolvessem autonomia investigativa e reconhecessem o sentido e a utilidade social do conhecimento científico, alcançando um aprendizado duradouro e relevante para sua formação técnica e cidadã.

8.3. 4º Encontro da Aplicação do UEPS

Nesse encontro, o tema central foi Circuitos em Paralelo, no qual o professor/pesquisador iniciou a atividade realizando uma retomada dos conteúdos previamente disponibilizados no Moodle, trazendo os conceitos básicos necessários à compreensão do tema. Propôs a caracterização de um circuito elétrico paralelo, destacando seu conceito e principais características, como a igualdade da tensão em todos os ramos e a divisão da corrente elétrica entre os diferentes caminhos do circuito. Por fim, foi apresentado o procedimento de cálculo da resistência equivalente, enfatizando a relação inversa entre as resistências individuais e a resistência total, e mostrando como essa configuração permite melhor distribuição de energia e maior segurança no funcionamento dos equipamentos elétricos.

Após essa revisão inicial, o professor apresentou aos estudantes um emulador de circuito do tipo paralelo (Figura 9a), demonstrando de forma visual e interativa o comportamento característico desse tipo de ligação, em que a tensão é a mesma em todos os ramos e a corrente total se divide entre os diferentes caminhos do circuito.

Figura 9. Emulador de circuito em Paralelo



a) emulador circuito paralelo

Fonte: Elaboração própria (2025).

b) aluno assistido o comportamento
circuito paralelo

Fonte: Elaboração própria (2025).

Durante a demonstração, os discentes foram incentivados a comparar o funcionamento do circuito em paralelo com o circuito em série, analisando as diferenças de comportamento elétrico, como a independência entre os componentes, já que o desligamento de uma das lâmpadas não interrompe o funcionamento das demais. Essa etapa possibilitou conectar a nova aprendizagem aos conhecimentos prévios construídos nas aulas anteriores, reforçando o princípio ausubeliano de que o novo saber adquire significado quando ancorado em estruturas cognitivas já existentes.

Na continuidade do encontro, o professor/pesquisador solicitou que os alunos abrissem o simulador PhET (Figuras 10a e 10b), e realizassem a Situação-Problema 03, cujo foco era uma aplicação típica de circuitos em paralelo: o sistema de iluminação automotiva. Uma versão simplificada desse sistema foi proposta para simulação. Por se tratar de arranjo em paralelo, o desligamento de um farol não afeta o funcionamento das demais lâmpadas. O sistema elétrico do automóvel opera em corrente contínua (CC), fornecida por uma bateria de 12 V cada componente (faróis, lanternas, painéis) está conectado entre o polo positivo da bateria e o chassi (retorno ao polo negativo), configurando ramos paralelos independentes. No simulador, os discentes deveriam montar os ramos, verificar a igualdade da tensão (≈ 12 V) em todos eles, observar a divisão de corrente por ramo conforme a carga de cada lâmpada e

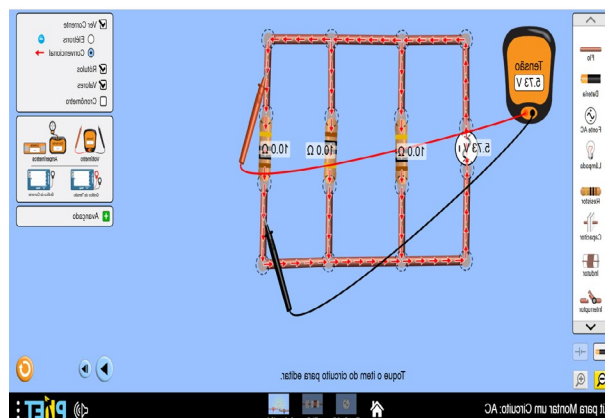
comparar o comportamento do circuito ao ligar/desligar individualmente os faróis, consolidando as diferenças essenciais entre série e paralelo.

Figura 10. O uso do Simulador digital PHET com Circuito em Paralelo



(a) Aluno criando o circuito

Fonte: Elaboração própria (2025).



(b) simulação circuito série no Phet

Fonte: Elaboração própria (2025).

No decorrer da realização da simulação, surgiram algumas dúvidas entre os estudantes, especialmente relacionadas à medição da corrente elétrica em cada ramo, à igualdade da tensão em todos os pontos do circuito e à interpretação dos valores apresentados pelo multímetro virtual. Muitos também demonstraram incerteza sobre porque o brilho das lâmpadas se mantinha constante, mesmo quando uma delas era desligada, e como a corrente total da bateria se dividia entre os ramos.

Diante dessas dificuldades, o professor/pesquisador interveio de forma mediadora, retomando conceitos fundamentais da Lei de Ohm e do comportamento da corrente elétrica em circuitos paralelos, explicando passo a passo como o simulador representava as grandezas elétricas e como o sistema real de um automóvel funcionava de maneira semelhante. O docente fez uso do quadro branco e de exemplos práticos, como o sistema de faróis e lanternas de um carro, para relacionar o fenômeno observado no simulador com situações concretas do cotidiano.

Com o apoio e as explicações do professor, grande parte dos alunos conseguiram reorganizar suas ideias, compreender a lógica do circuito paralelo e interpretar corretamente os resultados obtidos no simulador. Esse momento de interação entre a dúvida e a orientação docente foi essencial para consolidar a aprendizagem, pois os discentes não apenas reproduziram o experimento, mas construíram o entendimento do porquê dos resultados, associando teoria e prática.

Ainda nesse encontro, foi proposta a Situação-Problema 04, intitulada “Instalação elétrica em circuito paralelo no laboratório de análise de alimentos”. A atividade foi elaborada com o objetivo de aprofundar o entendimento conceitual dos circuitos em paralelo e, ao mesmo tempo, contextualizar o conteúdo em uma situação técnica real, aproximando a aprendizagem teórica do cotidiano profissional do estudante do curso técnico.

Ao longo da simulação, os alunos também foram incentivados a explorar situações de falha, como a desconexão de um dos ramos, para observar que o desligamento de um equipamento não compromete o funcionamento dos demais, característica essencial dos circuitos paralelos. Esse momento promoveu uma relação direta entre teoria e prática, permitindo aos estudantes compreenderem o porquê, no contexto real de um laboratório, a utilização desse tipo de circuito é indispensável para assegurar a continuidade das operações, evitar sobrecargas e garantir maior eficiência e segurança elétrica.

A atividade se mostrou altamente significativa, pois despertou o interesse dos alunos ao tratar de um contexto profissional autêntico, aproximando o conteúdo da realidade da futura prática técnica. O uso do simulador digital contribuiu para visualizar o comportamento da corrente e da tensão de forma dinâmica e intuitiva, promovendo uma aprendizagem significativa nos termos de Ausubel (2003), uma vez que os novos conceitos foram ancorados em conhecimentos prévios e experiências concretas. A combinação entre experimentação virtual, discussão conceitual e mediação docente favoreceu o desenvolvimento de uma compreensão mais sólida, duradoura e funcional dos princípios que regem os circuitos elétricos paralelos, evidenciando o potencial das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como recursos para aprofundar a compreensão dos fenômenos físicos de forma contextualizada e crítica.

Ao longo desse encontro pode-se observar que a aula fluiu com mais dinamismo, pois os discentes já se mostravam bem mais familiarizados com o software, e alguns, inclusive, se arriscaram a elaborar circuito próprios para análise. Esse momento livre foi utilizado para ampliar a autonomia dos discentes, estimulando a criação e a experimentação orientada. A todo momento, o professor apresentou o comportamento de circuito elétrico em paralelo, destacando suas características fundamentais e contrastando-o com o circuito em série.

A recepção foi bastante positiva pois mais confiantes, os alunos formularam perguntas relacionadas com as redes elétricas de suas residências e a dos postes de iluminação que eles veem todos os dias.

As Situações-Problema 03 e 04 representaram um ponto de virada no processo formativo, não apenas pela complexidade conceitual do tema circuitos em paralelo, mas também pela mudança qualitativa no modo como parte dos discentes passaram a interagir com o conhecimento. O envolvimento crescente dos alunos com o simulador, as discussões espontâneas sobre redes elétricas domésticas e a busca por compreender o funcionamento de sistemas reais, como os faróis de automóveis e os laboratórios de análise, revelam que o aprendizado passou a assumir caráter ativo, investigativo e autorregulado.

Nesta abordagem, o professor atua como organizador da aprendizagem por recepção significativa, selecionando e estruturando conteúdos potencialmente significativos e utilizando organizadores prévios para ativar e ancorar os conhecimentos prévios dos estudantes. Nessa perspectiva, os novos significados são subsumidos em conceitos mais inclusivos já existentes, promovendo diferenciação progressiva e reconciliação integradora. O resultado esperado é a retenção estável e a transferência funcional do conhecimento, desde que se combinem a potencial significatividade lógica do material com a disposição do aluno para relacioná-lo, de modo substantivo e não literal, à sua estrutura cognitiva (Ausubel, 2003).

Dessa forma, as atividades desenvolvidas neste encontro demonstraram que a aprendizagem significativa não se limita à memorização de leis físicas, mas implica a formação de um sujeito capaz de compreender, aplicar e transformar o conhecimento diante de situações novas. O estudo dos circuitos em paralelo, ao articular teoria, prática e tecnologia, possibilitou o avanço da aprendizagem rumo à autonomia, criticidade e aplicabilidade profissional, consolidando o sentido formativo da Física no contexto técnico e tecnológico.

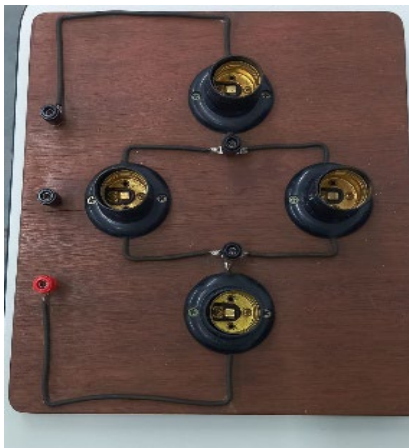
8.4. 5º Encontro da Aplicação do UEPS

No encontro dedicado aos circuitos mistos, o professor/pesquisador iniciou com a recapitulação do material disponibilizado no AVA Moodle, alinhando pré-requisitos (Lei de Ohm, associações em série e em paralelo). Em seguida, procedeu à caracterização do circuito misto, explicitando conceito e características principais:

coexistência de trechos em série e ramos em paralelo, presença de nós e implicações para tensão e corrente. Discutiu-se o comportamento da corrente elétrica (corrente comum em cada trecho série e divisão de corrente nos ramos paralelos) e a forma correta de traçar caminhos de medição/consulta (nós, ramos e malhas) para evitar equívocos.

Após essa revisão inicial, o professor/pesquisador apresentou aos estudantes um emulador de circuito do tipo misto (Figura 11a), demonstrando de forma visual e interativa o comportamento característico desse tipo de ligação, na qual trechos em série e ramos em paralelo coexistem no mesmo circuito. Durante a demonstração, foi possível observar que a corrente elétrica se mantém igual em cada trecho em série, mas se divide proporcionalmente entre os ramos paralelos, enquanto a tensão elétrica se soma nos trechos em série e se mantém igual nos ramos paralelos. Essa atividade permitiu aos discentes compreenderem a complexidade e a interdependência dos elementos em circuitos mistos, percebendo que pequenas alterações em um dos componentes podem influenciar o comportamento global do sistema.

Figura 11. Emulador de circuito Misto



a) emulador circuito misto

Fonte: Elaboração própria (2025)



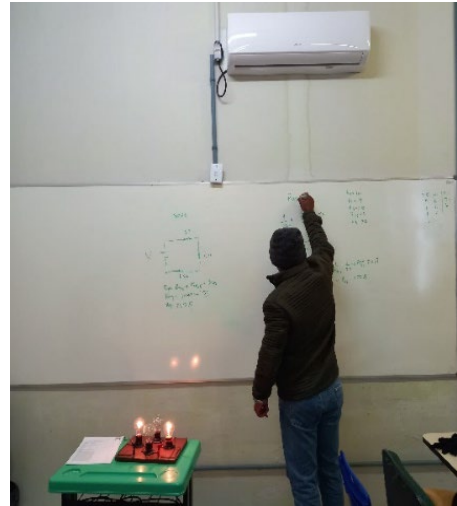
b) aluno assistindo o comportamento do circuito misto

Fonte: Elaboração própria (2025)



c) simulando comportamento
circuito misto

Fonte: Elaboração própria (2025)



d) explicando as fórmulas do
circuito misto

Fonte: Elaboração própria (2025)

Na sequência do encontro, o professor/pesquisador solicitou que os alunos abrissem o simulador PhET (Figura 12), e realizassem a Situação-Problema 05. O cenário proposto descreve uma indústria de alimentos na qual um painel de controle térmico monitora e aciona o aquecimento de tanques. O sistema elétrico do painel é alimentado por um circuito misto, combinando trechos em série (elementos de comando e proteção) e ramos em paralelo (cargas e sensores) para garantir controle, seletividade e segurança.

Figura 12. Uso do Simulador digital PhET com Circuitos Mistos

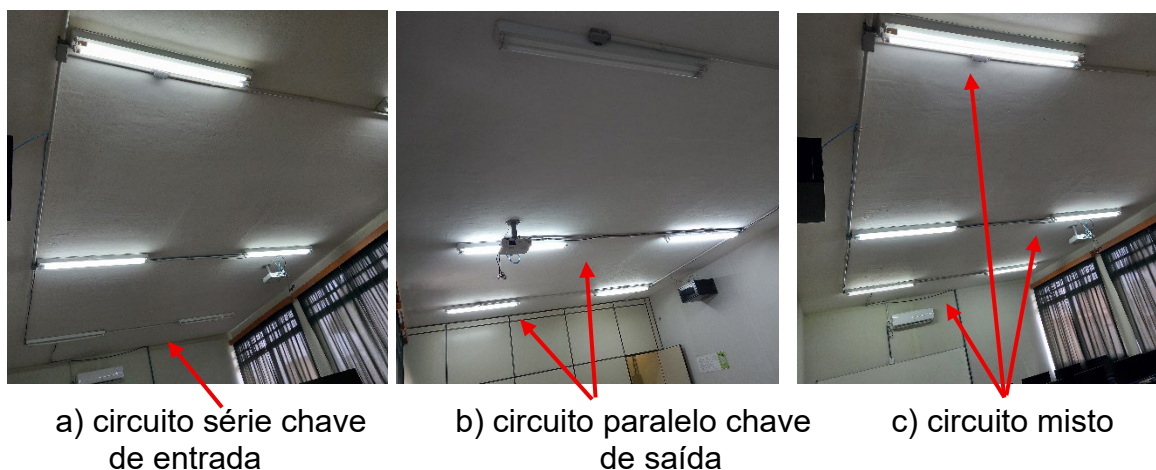


Fonte: Elaboração própria (2025)

Esse momento foi particularmente significativo, porque a análise de circuitos misto funcionou com um integrador conceitual sendo possível observar o quanto os discentes aprenderam: para resolvê-los, os discentes precisavam articular todo o conhecimento adquirido tanto na análise do circuito série quanto na análise do circuito paralelo. Em outras palavras, o circuito misto não é um “novo conteúdo” isolado, mas a composição das duas análises anteriores, exigindo decomposição em blocos série-paralelo, reduções sucessivas, verificação de nós e malhas e checagem de consistência.

À medida que avançavam nas simulações, os estudantes começaram a perceber o tipo de ligação que viam no PhET para o ambiente real, ou seja, para o Laboratório de Informática onde estavam. Um discente questionou se a configuração das luminárias em sala seria um circuito misto, procedeu-se à observação do arranjo e constatou-se que, de fato, havia trechos em série combinados com ramos em paralelo entre pontos de iluminação (Figura 13). Outro discente percebeu que tinha uma ligação em paralelo com uma chave combinada (comutação que permite acionar pontos distintos mantendo ramos independentes). Esses episódios indicam ganho de discernimento estrutural: os alunos passaram a ler instalações do cotidiano como circuitos, distinguindo topologia (série/paralelo/misto) de função (comando, proteção, carga).

Figura 13. Rede de iluminação elétrica Laboratório de Informática 05



Fonte: Elaboração própria (2025)

Do ponto de vista formativo, os achados foram gratificantes: a atividade promoveu autonomia analítica (capacidade de decompor e recompor o circuito), consciência (explicar por que um arranjo é misto), além de aplicabilidade prática

(relacionar o que foi estudado a situações reais de iluminação e comando). Pode-se dizer, que a etapa de circuitos mistos consolidou o percurso iniciado em série e em paralelo, evidenciando retenção, transferência e uso funcional do conhecimento na leitura e no projeto de sistemas elétricos simples.

O estudo dos circuitos mistos representou um momento de consolidação e síntese cognitiva no percurso formativo dos discentes. Mais do que aprender um novo conteúdo, os estudantes foram conduzidos a integrar conhecimentos previamente adquiridos sobre circuitos em série e em paralelo, articulando-os em uma estrutura conceitual mais ampla e coerente. Esse processo corresponde ao que Ausubel (2003) denomina reestruturação da estrutura cognitiva, em que os novos significados não se somam de forma isolada, mas se reorganizam hierarquicamente, gerando novos níveis de abstração e generalização.

Durante as simulações e discussões, os alunos deixaram de operar apenas com exemplos práticos para raciocinar sobre princípios estruturais, identificando relações entre configuração, comportamento elétrico e função do circuito. A constatação de que as luminárias do laboratório e os comandos de iluminação seguiam a lógica de um circuito misto demonstra a transferência espontânea do conhecimento, um dos indicadores mais sólidos de aprendizagem significativa. Esse tipo de ligação revela que o estudante não apenas compreende a regra técnica, mas reconhece sua presença em diferentes contextos, realizando o que Ausubel chama de integração dos significados.

Assim, o estudo dos circuitos mistos configurou-se como uma etapa de integração e maturação do aprendizado, na qual o estudante não apenas compreende como o circuito funciona, mas porque ele funciona daquela maneira, sendo capaz de reconhecer padrões, transferir princípios e atribuir sentido próprio ao conhecimento construído. Essa é, em essência, a realização plena da aprendizagem significativa ausubeliana: o momento em que o saber se torna parte estruturante do pensamento e instrumento de compreensão do real.

8.5. 6º Encontro da Aplicação do UEPS

No 6º encontro, os discentes foram convidados a participar de um desafio em grupo: com base nos conhecimentos adquiridos aliados aos seus subsunçores, deveriam desenvolverem um projeto, escolhendo uma das formas de análise de

circuitos mais adequadas e elaborar a instalação elétrica, por exemplo, de um laboratório de análise ou produção de alimentos, de uma sala de reunião, ou até mesmo a instalação elétrica para a montagem de *rechaud elétrico para buffet* ou sistema de *rechaud elétrico*. A temática permaneceu livre para cada grupo, preservando a autonomia de escolha e a justificativa técnica quanto à topologia adotada (série, paralelo ou mista), ao dimensionamento básico e às decisões de segurança. Os alunos foram divididos em três grupos dois grupos com 6 (seis) e um grupo com 5 (cinco) componentes e deveriam criar o projeto em questão utilizando um desenho ou simulação via PhET.

Nesse momento, surgiram dúvidas quanto ao modelo de circuito mais adequado ao projeto, bem como do dimensionamento correto dos equipamentos e da bitola de fios. Essas dúvidas foram sanadas pelo professor/pesquisador, que retomou critérios de carga, corrente nominal, queda de tensão e segurança. Superadas as dúvidas, os grupos realizaram a tarefa proposta e apresentaram para os demais grupos. Os modelos de circuitos selecionados foram circuito misto e circuito em paralelo, acompanhados das respectivas justificativas técnicas para a aplicação escolhida.

O primeiro grupo utilizou a arquitetura de circuito paralelo para o projeto de um laboratório de análise e produção de alimentos. A escolha foi justificada pela independência operacional dos ramos: caso um dos equipamentos viessem a dar defeito isso não prejudicaria o andamento da produção de alimentos, visto que as outras máquinas continuariam trabalhando normalmente. Além disso, em paralelo, cada máquina recebe a mesma tensão de alimentação, o que estabiliza o desempenho e facilita a seletividade das proteções, reforçando critérios de segurança e confiabilidade.

O segundo grupo tomou como referência a sala de aula e preferiu utilizar a arquitetura de um circuito misto de uma sala de reunião. Segundo os discentes, essa topologia permite setorizar a iluminação: as lâmpadas próximas à tela/projeção podem ser desligadas durante apresentações, enquanto as próximas à plateia permanecem acessas, garantindo conforto visual e leitura de anotações sem ofuscar a imagem projetada. Tecnicamente, o arranjo combina trechos em série (comandos e proteções comuns) com ramos em paralelo (circuitos de iluminação por zona), possibilitando controle independente, seletividade na proteção, e eficiência energética.

Já o terceiro grupo também optou pela arquitetura de um circuito paralelo, adotando uma proposta semelhante à do primeiro grupo, porém aplicada a um aviário, no qual as lâmpadas e os equipamentos de aquecimento seriam ligados em paralelo. A justificativa apresentada foi a manutenção da iluminação e da produção de calor de forma contínua, mesmo que algum equipamento viesse a apresentar falha. Nesse momento, o professor/pesquisador esclareceu que, embora a escolha do grupo estivesse conceitualmente adequada para o objetivo apresentado, a arquitetura mais apropriada para o sistema completo de um aviário seria a de um circuito misto. Essa configuração permitiria combinar diferentes tipos de ligação conforme as exigências de cada componente, o que otimizaria o funcionamento global, aumentaria a eficiência energética e garantiria maior confiabilidade operacional. Ainda assim, o professor destacou que a proposta do grupo não estava incorreta, uma vez que, ao priorizar a iluminação e o aquecimento local, o uso do circuito paralelo atendia plenamente à finalidade específica do projeto. Assim, os alunos realizaram seu projeto baseado em circuito em paralelo.

Após o desenvolvimento dos projetos, os grupos foram convidados a apresentar suas propostas e justificativas técnicas aos colegas, promovendo um momento de socialização e debate sobre as diferentes arquiteturas de circuitos escolhidas. Durante as apresentações, cada grupo expôs os critérios que orientaram suas decisões, discutindo aspectos como eficiência energética, segurança, confiabilidade e aplicabilidade prática. Essa troca de experiências favoreceu a comparação entre diferentes contextos de uso (laboratório, sala de reunião e aviário), permitindo que os estudantes percebessem as implicações reais de suas escolhas e reconhecessem a diversidade de soluções possíveis para um mesmo problema técnico.

Esse momento final teve papel essencial no processo de aprendizagem, pois consolidou a ideia de novos significados. Segundo Ausubel, a aprendizagem torna-se verdadeiramente significativa quando o aluno relaciona os novos conteúdos à sua estrutura cognitiva pré-existente, reorganizando-a e atribuindo sentido pessoal às informações assimiladas. As discussões e argumentações entre os grupos possibilitaram essa reorganização conceitual uma vez que os discentes confrontaram suas concepções iniciais, revisaram ideias e integraram os novos conceitos de forma estável e funcional.

8.6. 7º Encontro da Aplicação do UEPS

No último encontro, conforme planejado, realizou-se a segunda roda de conversa (Figura 14), iniciada de forma espontânea. Logo no início, alguns alunos se manifestaram, destacando que as atividades práticas com circuitos elétricos foram “muito interessantes”, sobretudo pela possibilidade de relacionar conceitos como tensão, corrente e potência com situações reais do cotidiano. Um estudante destacou que o aprendizado prático permitiu compreender melhor o comportamento da corrente elétrica e facilitou o aprendizado e o entendimento dos conceitos, o que pode ser útil, inclusive para o vestibular. Alguns participantes observaram que as situações-problema trabalhadas se assemelham a questões práticas de exames como o ENEM, o que reforçou a percepção de aplicabilidade dos conteúdos e aumentou a confiança na resolução de problemas.

Figura 14. Roda de conversa em sala de aula



Fonte: Elaboração própria (2025)

Outro ponto destacado foi a diferença entre teoria e prática. Muitos relataram que visualizar os fenômenos, por meio das lâmpadas e simulações, tornou o conteúdo mais claro e significativo. Alguns afirmaram que nunca ter estudado dessa forma, e que a experiência despertou curiosidade e motivação. Para eles, a prática, fez o conteúdo “sair do papel”, favorecendo a compreensão e a entendimento dos conceitos.

Alguns alunos relataram que, no início, consideravam o conteúdo dos circuitos elétricos complexo, mas, à medida que realizavam as atividades práticas, perceberam que a dificuldade diminuía e que o aprendizado se tornava mais organizado e compreensível.

Em seguida, os participantes refletiram sobre as dificuldades encontradas. A maioria dos alunos mencionou a parte dos cálculos como o principal desafio, especialmente no início, devido à falta de prática e à necessidade de interpretar corretamente as fórmulas. Outros destacaram pequenas dificuldades no uso do simulador digital PhET, mas reconheceram que com o tempo, a ferramenta se mostrou intuitiva e muito útil para visualizar e consolidar os conceitos. Ademais foi mencionada a dificuldade em conciliar os estudos teóricos disponibilizados previamente no AVA Moodle, com as demais disciplinas do curso, especialmente nas semanas de maior demanda, embora os alunos reconhecessem que o método facilitou a assimilação dos conteúdos de Física.

Quando questionados sobre o uso do simulador como ferramenta de apoio, os alunos foram unânimes em afirmar que ele facilitou a compreensão. Destacaram que a possibilidade de errar sem riscos reais foi essencial para o processo de aprendizagem e sugeriram que essa metodologia poderia ser aplicada também em outras disciplinas, como Química e Matemática a fim de tornar os conteúdos mais atrativos e compreensíveis.

Os discentes destacaram que o uso do simulador digital foi essencial para identificar e compreender a função de cada componente elétrico, como resistores, fontes e lâmpadas, o que tornou a visualização dos circuitos mais intuitiva e concreta. Além disso, comentaram ainda sobre as diferenças entre o simulador físico e o digital, destacando que, no ambiente virtual, é possível experimentar sem risco de acidentes, enquanto o uso do emulador real exige maior atenção e responsabilidade, tornando o aprendizado mais consciente.

Os estudantes também refletiram sobre a importância da visualização prática no ensino. Disseram que professores que utilizam abordagens mais dinâmicas, ou seja, que levam o conteúdo para o laboratório ou simulam situações reais, tornam o aprendizado mais envolvente e prazeroso. Alguns mencionaram que, no início, o formato da aula foi “impactante” por diferir do que estavam acostumados, mas com o passar do tempo, a turma se adaptou e o processo passou a fluir naturalmente.

Discutiu-se, ainda, a forma de avaliação adotada, que privilegiou a participação e o envolvimento nas atividades, em detrimento de uma prova tradicional. A maioria considerou esse modelo mais justo e motivador, embora alguns tenham sugerido um equilíbrio entre avaliação contínua e uma prova final. Diversos estudantes destacaram que aprendem mais ao realizar atividades práticas e apresentar trabalhos do que estudando apenas para uma prova, por favorecer a aplicação dos conceitos e a construção efetiva de significados.

Encerramos a roda de conversa com uma reflexão sobre a metodologia de sala de aula invertida e as situações-problema utilizada ao longo as aulas. O professor/pesquisador explicou que essas abordagens são aplicadas em universidades renomadas internacionalmente, como Harvard e MIT, e que elas invertem a lógica tradicional do ensino, onde o professor apenas aborda o conteúdo. Nesse modelo, o conteúdo é disponibilizado antecipadamente para estudo individual, e o tempo em sala de aula é dedicado à prática, à discussão e à resolução de problemas. Os alunos demonstraram que essa metodologia favorece a autonomia intelectual, estimula o pensamento crítico, tornando o aprendizado mais ativo, colaborativo e significativo. Isso se estabelece na fala de um dos estudantes que ressaltou a importância da didática adotada pelo professor, observando que poucos docentes proporcionam aprendizagem prática e contextualizada e esse diferencial contribuiu diretamente para o envolvimento e o interesse da turma.

A roda de conversa configurou-se como um espaço de escuta, avaliação e partilha. Ficou evidente que as metodologias ativas, especialmente o uso do simulador PhET e da prática contextualizada, tornaram o aprendizado mais significativo e prazeroso. A experiência mostrou que, quando o estudante assume o protagonista do próprio aprendizado, o conhecimento se torna mais sólido, útil e aplicável à realidade.

8.7. Síntese e Considerações Finais do Capítulo

A aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) permitiu observar, ao longo dos encontros, um processo contínuo de construção, revisão e ampliação de significados por parte dos estudantes. As atividades planejadas, fundamentadas em metodologias ativas e no uso articulado de simuladores digitais, promoveram a aproximação entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento de explicações mais consistentes sobre os fenômenos elétricos abordados.

O relato das aulas mostrou que os estudantes mobilizaram conhecimentos prévios, revelando concepções alternativas que serviram de ponto de partida para a reorganização conceitual posterior. À medida que avançavam pelas atividades, especialmente as práticas e as situações-problema, os alunos demonstraram maior domínio de conceitos fundamentais, como corrente, tensão e luminosidade, além de reconhecerem a utilidade dos simuladores para visualizar relações que não são diretamente observáveis nos circuitos reais.

A mediação do professor/pesquisador desempenhou papel central nesse processo, incentivando o diálogo, a argumentação e o confronto construtivo de ideias entre os estudantes. As atividades colaborativas e as discussões coletivas possibilitaram a revisão de hipóteses, a comparação de diferentes explicações e a sustentação de argumentos baseados em evidências experimentais, fortalecendo a aprendizagem e o engajamento.

A roda de conversa final reforçou esses achados ao revelar uma percepção positiva dos estudantes sobre a abordagem adotada. Os relatos indicaram que a UEPS proporcionou maior clareza na compreensão dos circuitos elétricos, que o uso do simulador PhET foi decisivo para consolidar conceitos abstratos e que a sequência das atividades contribuiu para tornar o conteúdo mais acessível, interessante e próximo da realidade dos alunos. Também emergiram reflexões sobre dificuldades enfrentadas, esforço cognitivo e superação gradual, elementos que constituem parte essencial do processo de aprendizagem.

Assim, este capítulo evidenciou, de forma descritiva e contextualizada, como a proposta didática foi vivenciada pelos estudantes e quais sentidos ela produziu no decorrer da intervenção. Os dados aqui apresentados constituem o alicerce empírico para a análise interpretativa realizada no capítulo seguinte, no qual esses elementos

serão examinados à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, do referencial metodológico adotado e dos objetivos da pesquisa.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta a análise qualitativa dos dados produzidos durante a implementação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nas contribuições de Moreira. A interpretação dos dados seguiu o procedimento recursivo proposto por Yin (2016), estruturado em cinco etapas, compilação, desagregação, reagrupamento, interpretação e conclusão, permitindo compreender o percurso formativo dos estudantes de forma sistemática, profunda e alinhada aos princípios teóricos da pesquisa.

O conjunto de dados analisado concentrou-se na segunda roda de conversa realizada com os estudantes ao final da intervenção, momento em que os discentes refletiram sobre suas aprendizagens, dificuldades, percepções e relações estabelecidas entre teoria, prática e tecnologia. Esses registros forneceram material privilegiado para identificar evidências de reorganização cognitiva, presença de subsunçores, superação de concepções alternativas e construção de significados.

9.1. Procedimentos Analíticos

Na etapa de compilação, todos os dados (falas, diário de bordo, registros fotográficos e videográficos) foram organizados em um banco de dados qualitativo, que permitiu uma leitura inicial imersiva. Nessa aproximação, emergiram temas recorrentes: dificuldades com cálculos, relevância das práticas experimentais, importância do simulador para visualizar fenômenos elétricos, reconhecimento da metodologia como diferenciada e percepção do conteúdo como aplicável ao cotidiano.

Na fase de desagregação, as falas foram fragmentadas em unidades de significado que expressavam percepções individuais e coletivas. Comentários como *“foi muito interessante ver na prática as lâmpadas que a gente instalou no circuito elétrico”* e *“o software ajudou a entender o que era cada elemento”* revelaram o papel da experimentação e da tecnologia na compreensão de conceitos abstratos. Já falas como *“achei mais complicado fazer os cálculos”* evidenciaram dificuldades cognitivas persistentes.

Posteriormente, no reagrupamento, as unidades de significado foram organizadas em quatro categorias temáticas integradas, articuladas com os referenciais de Ausubel, Moreira e com os princípios estruturantes da UEPS.

A etapa de interpretação consistiu em relacionar cada categoria às dimensões conceituais da aprendizagem significativa, destacando indícios de diferenciação progressiva, reconciliação integradora e transferência do conhecimento.

Por fim, na etapa de conclusão, os achados foram articulados aos objetivos e à questão de pesquisa, evidenciando a eficácia da UEPS como estratégia de construção de significados.

9.2. Categorias Analíticas Emergentes

Do processo de análise emergiram quatro categorias integradas, que sintetizam os padrões de sentido presentes nos dados:

1. Conhecimentos prévios, concepções alternativas e reorganização cognitiva;
2. Mediação, metodologias ativas e construção compartilhada de significados;
3. Integração entre teoria, prática e tecnologias digitais;
4. Evidências de aprendizagem significativa e transferência do conhecimento.

A seguir, cada categoria é detalhada em profundidade.

9.2.1. Conhecimentos prévios, concepções alternativas e reorganização cognitiva

A roda de conversa inicial revelou que os estudantes possuíam concepções intuitivas acerca de circuitos elétricos, muitas vezes inconsistentes com o modelo científico. Exemplos incluem a crença de que *“a corrente vai ficando mais fraca ao longo do fio”* ou que *“mais fios significam menos energia”*. Esses relatos evidenciam a presença de modelos mentais baseados em analogias inadequadas, o que confirma a importância dos subsunçores como ponto de partida para a aprendizagem, conforme Ausubel (2003).

Ao longo da UEPS, as atividades práticas, as simulações digitais e a mediação docente permitiram aos estudantes revisitar e reestruturar essas concepções. No final do processo, relatos passaram a evidenciar compreensão conceitual mais refinada, como o entendimento de que a tensão se divide nos circuitos em série e permanece constante nos ramos paralelos.

Essas mudanças revelam processos de diferenciação progressiva, na qual novos conceitos se articulam hierarquicamente aos já existentes, e de reconciliação integradora, quando ideias equivocadas são corrigidas diante de novas relações conceituais. Assim, a UEPS atuou como instrumento de reorganização cognitiva

progressiva, transformando concepções intuitivas em estruturas conceituais mais elaboradas e estáveis.

9.2.2. Mediação, metodologias ativas e construção compartilhada de significados

A segunda categoria evidencia o papel central da mediação docente e das metodologias ativas, especialmente sala de aula invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas, no processo de construção de significados. Durante as resoluções de problemas e discussões em grupo, os estudantes foram levados a formular hipóteses, confrontar interpretações e revisar suas explicações.

Um episódio marcante ocorreu quando um grupo discutia luminosidade em circuitos em série. Inicialmente afirmaram que *“as lâmpadas brilham igual porque recebem a mesma energia”*. Após analisar dados no simulador e consultar materiais teóricos disponibilizados previamente no AVA, reformularam a explicação: *“a tensão se divide entre as lâmpadas, por isso a intensidade diminui”*.

Esse movimento evidencia a importância das metodologias ativas como desencadeadoras de desafios cognitivos, condição essencial para a aprendizagem significativa, e reforça o papel da mediação docente como orientadora da reorganização conceitual.

9.2.3. Integração entre teoria, prática e tecnologias digitais

A terceira categoria reúne evidências do papel decisivo das tecnologias digitais e das práticas experimentais na construção dos significados. Os estudantes relataram que o simulador PhET “tornou visível” aquilo que na teoria permanecia abstrato: fluxo de corrente, comportamento da resistência, queda de tensão e diferenças entre circuitos série e paralelo.

Essa mediação visual permitiu manipulação segura, experimentação livre de riscos, revisão de hipóteses e interpretação dinâmica de fenômenos elétricos. Segundo Ausubel, o material de ensino deve ser potencialmente significativo, isto é, psicologicamente relevante e logicamente estruturado; as simulações atendem plenamente a essa exigência ao proporcionar experiências perceptivas que ancoram conceitos formais.

A integração entre teoria, prática e tecnologia constitui-se, portanto, como eixo estruturante da UEPS, aproximando o abstrato do concreto e promovendo entendimento relacional e contextualizado dos circuitos elétricos.

9.2.4. Evidências de aprendizagem significativa e transferência do conhecimento

A quarta categoria reúne os indicadores mais robustos de que a aprendizagem significativa ocorreu. Entre eles destacam-se:

- uso adequado de terminologias científicas;
- explicações conceituais mais completas e precisas;
- capacidade de justificar fenômenos com base em relações físicas;
- aplicação do conhecimento em situações novas, como instalações residenciais e questões de exames como o ENEM.

Um dos registros mais representativos foi a explicação de um estudante ao final da UEPS: *“No paralelo, cada lâmpada recebe toda a tensão da fonte... No série, elas dividem a tensão, por isso o brilho diminui.”*

Esse tipo de justificativa demonstra não apenas compreensão, mas transferência funcional do conhecimento, etapa mais avançada da aprendizagem significativa, quando os conceitos se tornam instrumentos intelectuais utilizáveis em novos contextos.

Além disso, houve evidências de que os estudantes passaram a se perceber como protagonistas do processo, revelando maior autonomia, capacidade de autoavaliação e envolvimento, características associadas a aprendizagens substantivas e duradouras.⁵

⁵ Embora, neste trabalho, sejam apresentadas evidências de participação ativa, colaboração e engajamento dos estudantes, é importante destacar que tais aspectos não se confundem, do ponto de vista teórico, com a aprendizagem significativa. As metodologias ativas dizem respeito, sobretudo, à organização didática do ensino, caracterizando-se pela centralidade do estudante, pela participação em atividades, pela interação social e pela resolução de problemas (Bacich; Moran, 2017). Já a aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel, refere-se a um processo cognitivo específico, no qual novos conhecimentos são ancorados, de maneira não arbitrária e não literal, a conhecimentos prévios relevantes (subsunçores) presentes na estrutura cognitiva do sujeito (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978; Moreira, 2012). Nesse sentido, a participação ativa, o trabalho colaborativo ou o aumento do engajamento constituem condições pedagógicas favoráveis, mas não evidências suficientes, por si só, de aprendizagem significativa. Para que esta ocorra, é necessário demonstrar indícios de reorganização conceitual, diferenciação progressiva, reconciliação integradora e capacidade de atribuição de significados pelos estudantes. Assim, a distinção entre esses conceitos é essencial para evitar reducionismos e garantir maior rigor na análise dos resultados.

9.3. Síntese Interpretativa Integrada

A análise integrada das categorias mostra que a UEPS foi capaz de articular conhecimentos prévios, metodologias ativas, tecnologias digitais e situações-problema em um processo contínuo de reconstrução conceitual. Os estudantes iniciaram com concepções fragmentadas e evoluíram para modelos conceituais mais elaborados, coerentes com os princípios de Ausubel.

A sala de aula deixou de ser um espaço de transmissão para tornar-se um ambiente de investigação, diálogo, confronto de ideias, experimentação e reflexão. Esses elementos, combinados, configuram o cenário ideal para a aprendizagem significativa, que exige intencionalidade pedagógica, mediação adequada, materiais relevantes e disposição do estudante para aprender.

9.4. Resposta à Questão de Pesquisa

A questão de pesquisa, *“Como promover aprendizagem significativa de circuitos elétricos no Ensino Médio por meio de metodologias ativas?”* é respondida empiricamente pelos dados analisados.

Os resultados indicam que a aprendizagem significativa é promovida quando:

1. os conhecimentos prévios são identificados e mobilizados;
2. a sequência didática é estruturada segundo a lógica da UEPS;
3. simuladores e práticas experimentais atuam como organizadores prévios;
4. as atividades favorecem os desafios cognitivo e a problematização;
5. a mediação docente apoia a reconstrução conceitual;
6. os estudantes participam ativamente do processo.

Assim, a UEPS, apoiada por metodologias ativas e tecnologias digitais, mostrou-se eficaz para promover aprendizagem significativa em circuitos elétricos.

9.5. Verificação dos Objetivos da Pesquisa

Os dados permitem afirmar que todos os objetivos foram alcançados:

- Identificar dificuldades iniciais: confirmado pelas concepções alternativas diagnosticadas.
- Selecionar e aplicar metodologias ativas: executado ao longo da UEPS.
- Planejar e implementar a UEPS: realizado com coerência teórica e metodológica.
- Avaliar os efeitos da intervenção: evidências de reorganização cognitiva, transferência do conhecimento e motivação.

A investigação alcançou plenamente suas metas formativas e pedagógicas.

9.6. Considerações Finais do Capítulo

A análise qualitativa evidenciou que a aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel, não resulta de ações isoladas, mas de uma arquitetura pedagógica cuidadosamente planejada, capaz de integrar teoria, prática, tecnologia e mediação. A UEPS demonstrou ser um caminho potente para reorganizar concepções, favorecer compreensão conceitual e promover engajamento e autonomia.

Assim, este estudo reforça que a combinação entre metodologias ativas, materiais potencialmente significativos e mediação docente intencional constitui uma via sólida para o ensino de Física, especialmente em conteúdos tradicionalmente complexos como circuitos elétricos.

10. PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional desenvolvido no âmbito desta dissertação materializa, em formato de e-book, uma proposta didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nas metodologias ativas, especialmente Sala de Aula Invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Sua estrutura organiza-se de modo a orientar o professor na aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada à aprendizagem de circuitos elétricos no Ensino Médio. A Figura 15 mostra a capa do produto educacional.

O e-book inicia-se com uma apresentação contextual, na qual são explicitados o vínculo do material com a pesquisa de mestrado, os fundamentos teóricos que lhe dão sustentação e os objetivos formativos, destacando-se a importância dos conhecimentos prévios, dos subsunçores e da mediação docente na construção de significados pelos estudantes

Na sequência, são introduzidos os referenciais teóricos essenciais, incluindo:

- princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa;
- papel dos subsunçores e das formas de aprendizagem significativa (subordinada, superordenada e combinatória);
- fundamentos das metodologias ativas utilizadas;
- descrição do papel dos simuladores digitais (PhET) e dos emuladores físicos na promoção de visualização, experimentação e reorganização conceitual dos estudantes.

A seção seguinte apresenta a estrutura da UEPS, organizada segundo as oito etapas propostas por Moreira (2011). Cada etapa é explicitada com descrição teórica e ações recomendadas ao professor, incluindo: levantamento dos conhecimentos prévios, proposição de situações-problema, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, avaliação da aprendizagem e avaliação da própria sequência didática. Essas etapas estão acompanhadas de um organograma visual (p. 13), que sintetiza o fluxo da UEPS e sua lógica pedagógica.

O e-book traz, ainda, a descrição dos sete encontros que compõem a unidade de ensino. Para cada encontro são apresentados:

- objetivos específicos;
- tempo previsto;
- organização da turma;

-
- materiais necessários;
 - orientações para o professor;
 - situações-problema contextualizadas, articuladas ao uso de simuladores e emuladores;
 - sugestões de materiais para a sala de aula invertida e atividades avaliativas.

Essa estrutura dialoga diretamente com o Capítulo 7 da dissertação, que descreve a sequência didática proposta, reforçando a intencionalidade pedagógica da UEPS e evidenciando como o Produto Educacional transforma o planejamento investigado em um recurso prático, acessível e aplicável em sala de aula.

Por fim, o e-book apresenta uma seção de Resultados e Discussões, na qual são sintetizadas as potencialidades observadas na implementação da sequência e seus efeitos sobre a aprendizagem, bem como referências utilizadas na construção teórica do material.

Assim, a estrutura do Produto Educacional articula teoria, prática e componentes metodológicos, oferecendo ao professor um guia completo que operacionaliza a UEPS desenvolvida na pesquisa e possibilita sua reaplicação em diferentes contextos educativos.

Figura 15. Capa do Produto Educacional



Fonte: Elaboração própria (2025)

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver, implementar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e no referencial das metodologias ativas, a fim de promover a aprendizagem de circuitos elétricos entre estudantes do Ensino Médio. A análise dos dados produzidos ao longo da intervenção permitiu delinear contribuições importantes tanto para o campo do ensino de Física quanto para a prática pedagógica em ambientes escolares.

Os resultados obtidos demonstraram que os estudantes ingressaram na proposta com concepções iniciais amplamente intuitivas e, por vezes, incompatíveis com os modelos científicos aceitos. Essa constatação reforça a literatura que aponta a complexidade do ensino de circuitos elétricos e a necessidade de abordagens didáticas que ultrapassem a mera transmissão de conteúdo. A UEPS desenvolvida neste estudo mostrou-se eficaz em criar essa ponte entre o conhecimento prévio dos estudantes e os conceitos científicos desejados.

O uso combinado de sala de aula invertida, Aprendizagem Baseada em Problemas e recursos tecnológicos, como simuladores e emuladores físicos, possibilitou a criação de um ambiente propício à investigação, ao diálogo e à reorganização conceitual. Essas estratégias promoveram engajamento, autonomia e curiosidade, elementos fundamentais para a aprendizagem significativa. A sequência didática estruturada segundo os princípios de Moreira permitiu que conceitos gerais fossem apresentados, retomados e aprofundados de forma progressiva, favorecendo processos de diferenciação e reconciliação integradora.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa confirmou a relevância dos conceitos de subsunçores, organizadores prévios e estrutura cognitiva na compreensão da aprendizagem significativa no contexto escolar. As evidências analisadas reforçam a ideia de que o ensino eficaz não se resume à exposição do conteúdo, mas à criação de condições que permitam ao estudante estabelecer conexões substantivas entre o novo e o já conhecido. Esse achado ratifica a pertinência da UEPS como metodologia de ensino alinhada aos pressupostos de Ausubel.

No que se refere aos objetivos traçados, todos foram alcançados. Identificaram-se as dificuldades conceituais dos estudantes; selecionaram-se e aplicaram-se

metodologias ativas adequadas ao contexto investigado; planejou-se e implementou-se uma UEPS coerente com o referencial teórico; e avaliou-se seu impacto sobre a aprendizagem discente. Os dados analisados indicam não apenas melhora na compreensão conceitual dos circuitos elétricos, mas também desenvolvimento de habilidades cognitivas e disposicionais, como argumentação, cooperação, autonomia e capacidade de aplicar conhecimentos a situações reais.

Além disso, o estudo contribui para a compreensão do potencial das tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas capazes de materializar fenômenos abstratos e promover a visualização de processos físicos complexos. Em contextos escolares que carecem de infraestrutura laboratorial, os simuladores desempenham um papel especialmente significativo, atuando como organizadores prévios e suportes cognitivos para a aprendizagem.

Como toda pesquisa, esta também apresenta limitações. O tempo disponível para a aplicação da UEPS, o número restrito de participantes e a impossibilidade de acompanhar os efeitos da intervenção a longo prazo constituem aspectos que podem ser aprofundados em estudos futuros. Pesquisas subsequentes podem explorar a replicação da UEPS em diferentes turmas, modalidades e contextos escolares, assim como investigar o impacto de outras tecnologias e metodologias na aprendizagem significativa de temas complexos da Física.

Por fim, este trabalho reafirma a importância de práticas pedagógicas fundamentadas teoricamente, planejadas intencionalmente e sensíveis às necessidades reais dos estudantes. A implementação de metodologias ativas articuladas a princípios sólidos da psicologia da aprendizagem representa um caminho promissor para transformar o ensino de Física, tornando-o mais acessível, significativo e motivador. Espera-se que esta pesquisa contribua para inspirar docentes e gestores a repensar suas práticas e a promover experiências educativas que favoreçam a construção de conhecimento substantivo e duradouro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; VALENTE, José Armando. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011. 93 p. (Coleção Questões Fundamentais da Educação; v. 10). ISBN 978-85-349-2906-8.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, David P. The psychology of meaningful verbal learning. New York 1963.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1978.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. ISBN 85-201-0084-8.
- BACICH, Lilian; MORAN, José (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2017. ISBN 978-85-8429-115-1.
- BARROWS, Howard S.; TAMBLYN, Robyn M. **Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education**. New York: Springer Publishing Company, 1980. (Springer Series on Medical Education, v. 1). ISBN 978-0826128423.
- CASALINHO, Rodrigo da Cruz. **O uso de metodologias ativas para (re)significar conhecimentos na disciplina Redes de Computadores: um estudo de caso no Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do IFSul - CaVG**. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Pelotas – Visconde da Graça, Pelotas, RS, 2023. Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira. Coorientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Treptow Brod.
- COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/50571871/o-uso-da-informatica-no-ensino-de-fisica-de-nivel-medio>. Acesso em: 22 maio 2025.
- CRISTO, Timóteo Orlando Paulo; SINGO, Brígida D'Oliveira. **O uso do PhET como opção didática para o ensino dos circuitos elétricos (Moçambique)**. Revista Educação e Humanidades, v. 5, n. 01, p. 124–137, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/reh/article/view/14146>. Acesso em: 22 maio 2025.
- DE CANDIA, Deiviti Gustavo Moreira; HECKLER, Valmir. **Simulações computacionais no ensino de circuitos elétricos: interlocuções com teses e dissertações**. Vitruvian Cogitationes, v. 4, n. extra, p. 164–183, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4025/rvc.v4i3.70679>.

DAMASIO, Felipe; STEFFANI, Maria Helena. A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, p. 4503.1-4503.9, 2009.

DOMINGUES, Guilherme Henrique Correia; CARVALHO, Hercília Alves Pereira de; PHILIPPSEN, Gisele Strieder. **Ensino de circuitos elétricos por meio de tecnologias digitais**: uma proposta didática baseada na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 4, n. 6, p. 597–613, 2021. DOI: [10.36661/2595-4520.2021v4i6.12152](https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i6.12152).

DOS SANTOS, Jorge Alberto. DESAFIOS QUE OS ESTUDANTES NATIVOS DIGITAIS LEVAM PARA A ESCOLA: RELATOS DE PROFESSORES. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 2, p. 23-23, 2021. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i2.602> . Acesso em: 26 setembro 2025.

FEITOSA, Murilo Carvalho; LAVOR, Otávio Paulino. **Ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do PhET**. REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 8, n. 1, p. 125–138, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9014>.

FREIBERGER, Regiane Müller; BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental**. *Cadernos de Educação*, Pelotas, n. 37, p. 207–245, set./dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/1587>. Acesso em: 22 maio 2025.

GONZÁLEZ-BETANCOR, Sara M.; LÓPEZ-PUIG, Alexis J.; CARDENAL, M. Eugenia. Digital inequality at home. The school as compensatory agent. **Computers & Education**, v. 168, p. 104195, 2021.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; LORETO, Elgion Lucio da Silva. **Metodologias ativas de aprendizagem**: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 20, n. 2, p. 154–171, mar./abr. 2018. DOI: 10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690. Disponível em: <https://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/3690>. Acesso em: 22 maio 2025.

MORAN, José. **Educação transformadora**. São Paulo, 2013. Disponível em: http://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf Acesso em: 22 maio 2025.

MORAN, José Manuel. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens*. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. v. 2, p. 15–33. Disponível em: https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 22 maio 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas** – UEPS. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2011. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/UEPSport.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Currículo, La Laguna, Espanha, n. 25, p. 29–56, 2012. Disponível em: <https://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: LF Editorial, 2023. ISBN 978-65-5563-359-7. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zm4SEQAAQBAJ>. Acesso em: 22 maio 2025

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

PEREIRA, Rodrigo. **Método ativo**: técnicas de problematização da realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6., 2012, São Cristóvão. Anais [...]. São Cristóvão, SE: Universidade Federal de Sergipe, 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10116/47/46.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

RABELLO, Cíntia Regina Lacerda. **INTERCÂMBIO VIRTUAL: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA DE ESTUDANTES DE LETRAS**. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 4, n. 3, p. 58-82, 2020. <https://doi.org/10.12957/redoc.2020.53886>. Acesso em: 25 setembro 2025

SALES, José Iatagan Justino; ROMEU, Mairton Cavalcante. **Utilização dos objetos de aprendizagem como ferramenta didática no ensino de circuitos elétricos de corrente contínua: o simulador Falstad e o estudo dos teoremas de Thevenin e Norton**. In: Anais do Seminário de Boas Práticas de Ensino e Aprendizagem (SBPEA) da EEL-USP, Lorena (SP), 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sbpea2021/383478-utilizacao-dos-objetos-de-aprendizagem-como-ferramenta-didatica--no-ensino-de-circuitos-eletricos-de-corrente-con/>. Acesso em: 22 maio 2025.

SANTOS, Rafael Pinheiro dos; BALTHAZAR, Wagner Franklin; HUGUENIN, José Augusto Oliveira. **Sequência didática para o ensino de cinemática com vídeo análise na perspectiva da teoria de aprendizagem significativa**. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 2, p. 54–67, 2017. DOI: <https://doi.org/10.26512/rpf.v1i2.7072>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7072>. Acesso em: 22 maio 2025.

Sara M. González-Betancor, Alexis J. López-Puig, M. Eugenia Cardenal, Digital inequality at home. The school as compensatory agent, **Computers & Education**, Volume 168, 2021, 104195, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104195>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131521000725>). Acesso em 20 setembro 2025.

SOUSA, Ildenor José de; MACÊDO, Haroldo Reis Alves de. **Uso do simulador PhET para potencializar ensino e aprendizagem de circuitos elétricos simples em uma turma de 8º ano. Criar Educação**, Criciúma, v. 13, n. 1, p. 70–86, jan./jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.18616/ce.v13i1.8528>.

STANLEY, Trevor; MARSDEN, Stephen. **Problem-based learning**: Does accounting education need it? *Journal of Accounting Education*, v. 30, n. 3–4, p. 267–289, 2012. DOI: 10.1016/j.jaccedu.2012.08.005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0748575112000498>. Acesso em: 22 maio 2025.

UNIVERSIDADE DO COLORADO BOULDER. **circuit-construction-kit-ac-virtual-lab**. PhET Interactive Simulations. Boulder, CO: Universidade do Colorado Boulder, 2025. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab. Acesso em: 10 fevereiro 2025.

VALENTE, José Armando. **Blended learning e as mudanças no ensino superior**: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, Curitiba, n. esp. 4, p. 79–97, 2014. DOI: 10.1590/0104-4060.38645. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/GLd4P7sVN8McLBcbdQVyZyG/?lang=pt>. Acesso em: 22 maio 2025.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-231-7.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Tradução de Daniel Bueno; revisão técnica de Dirceu da Silva. Porto Alegre: Penso Editora, 2016. ISBN 978-85-8429-083-3.

YIN, Robert K. **Qualitative research from start to finish**. New York: The Guilford Press, 2015.

APÊNDICE A - PERGUNTAS NORTEADORAS PARA A RODA DE CONVERSA INICIAL

Com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos que serão abordados na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), elaborou-se um conjunto de perguntas norteadoras que serviram de base para a condução da roda de conversa inicial. Essa etapa de escuta ativa é fundamental dentro da perspectiva da aprendizagem significativa, pois permite ao pesquisador compreender o que os estudantes já sabem ou pensam saber sobre o tema, possibilitando, assim, o planejamento de estratégias pedagógicas mais contextualizadas e eficazes.

1. Você já ouviu falar em circuitos elétricos? Onde? (ex: em casa, na escola, no trabalho, no YouTube etc.)
2. O que você entende por circuito elétrico? Consegue explicar com suas palavras?
3. Você já montou ou viu alguém montar um circuito simples (tipo com pilhas e lâmpadas)? O que aconteceu?
4. Sabe dizer o que é corrente elétrica?
5. Já ouviu falar em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA)? Qual é a diferença entre elas, na sua opinião?
6. Que aparelhos você conhece que funcionam com pilhas ou baterias? E que precisam ser ligados na tomada?
7. Você acha que a corrente que sai da tomada é igual à de uma pilha? Por quê?
8. Tem alguma parte da eletricidade ou dos circuitos que você acha difícil ou nunca entendeu bem?
9. O que você espera aprender quando falamos em “circuitos elétricos” na aula de Física?
10. Você sabe o que é um simulador digital de circuitos elétricos?
11. Você acha que um simulador pode ajudar a entender esse conteúdo? Por quê?

APÊNDICE B - O ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Pode -se definir um circuito elétrico como um caminho fechado composto, no mínimo, por três componentes básicos: uma bateria (fonte de energia), uma lâmpada ou resistor (elemento consumidor) e fios condutores (responsáveis pela conexão entre os componentes). Essa configuração, embora teoricamente simples, está presente em uma variedade de dispositivos e sistemas elétricos e eletrônicos. Em outras palavras, os circuitos elétricos são fundamentais para o funcionamento de diferentes tecnologias, desempenhando um papel essencial na realização de diversas tarefas.

De acordo com Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁶, para compreender circuitos elétricos, é necessário dominar alguns conceitos fundamentais, como carga elétrica, corrente, tensão, elementos de circuito, potência e energia. No entanto, para que esses conceitos possam ser aplicados de forma precisa e compreensível, é essencial adotar um referencial comum: o Sistema Internacional de Unidades (SI)⁷. Esse sistema padroniza a comunicação das medições, independentemente do país em que são realizadas, garantindo uniformidade e clareza na expressão das grandezas físicas.

A linguagem internacional de medidas foi oficialmente adotada pela Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1960. No SI, são estabelecidas sete unidades fundamentais, a partir das quais todas as demais quantidades físicas podem ser derivadas. Essas unidades estão apresentadas no Quadro 13.

Quadro 13. Seis unidades básicas do SI e uma unidade derivada relevante para o Assunto em questão

Grandeza Física	Unidade básica	Símbolo
Comprimento	em metro	<i>M</i>
Massa	quilograma	<i>Kg</i>
Tempo	segundo	<i>s</i>
Corrente elétrica	Ampère	<i>A</i>
Temperatura termodinâmica	Kelvin	<i>K</i>
Intensidade luminosa	candela	<i>cd</i>
Carga	coloumb	<i>C</i>

⁶ SADIKU, Matthew N. O.; ALEXANDER, Charles K.; MUSA, Sarhan. **Análise de circuitos elétricos com aplicações**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014. ISBN 978-85-8055-303-1. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=d2Q3AgAAQBAJ>. Acesso em: 22 maio 2025.

⁷ Sistema Internacional de Unidades (SI)

Fonte: Elaboração própria (2025).

Embora as unidades do Sistema Internacional (SI) tenham sido oficialmente adotadas pelo Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE —*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), certas unidades do sistema imperial (isto é, não definidas pelo SI) ainda são comumente utilizadas na prática nos Estados Unidos. Isso se deve ao fato de que, embora reconheçam o SI, os Estados Unidos ainda não o adotaram oficialmente como sistema de medidas padrão.

Um exemplo claro dessa prática é a forma como a distância é frequentemente especificada em pés (*feet*), bem como a potência de motores elétricos, usualmente expressa em cavalos de potência (*horsepower*). Diante disso, torna-se necessário, em muitas situações, realizar a conversão dessas unidades para o SI, especialmente em contextos acadêmicos, científicos ou internacionais, nos quais a padronização é essencial.

A seguir, serão abordados os principais conceitos necessários para compreender o que são circuitos elétricos e como eles funcionam.

1. Carga Elétrica

A ideia de carga elétrica está relacionada à interação entre corpos eletrizados, sendo um conceito fundamental da Física que determina as forças eletromagnéticas que atuam entre eles. Um dos fenômenos mais comuns associados a esse conceito é a eletrização por atrito. Quando dois materiais são esfregados um contra o outro, ocorre uma transferência de elétrons de um corpo para o outro, resultando em um desequilíbrio de cargas elétricas. O corpo que ganha elétrons adquire uma carga negativa, enquanto o que perde elétrons passa a apresentar uma carga positiva.

As interações entre essas cargas seguem um princípio básico da eletrostática: cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto cargas de sinais opostos se atraem. Essa propriedade está na base de diversos fenômenos do cotidiano, como a atração de pequenos pedaços de papel por um pente eletrizado ou o choque ao tocar em uma superfície metálica após caminhar sobre um tapete.

Compreender o comportamento das cargas elétricas e suas interações é essencial para o estudo dos circuitos elétricos, pois é a movimentação dessas cargas que dá origem à corrente elétrica, elemento central no funcionamento de dispositivos

eletrônicos, equipamentos eletrodomésticos e sistemas de geração e transmissão de energia.

2. Corrente

A corrente elétrica é o movimento ordenado de partículas carregadas em uma direção específica. Essas partículas, que podem ser elétrons, cátions ou ânions, são comumente chamadas de portadores de corrente. O movimento dos portadores pode ocorrer em diferentes meios, como sólidos, líquidos, gases ou até mesmo no vácuo. Em materiais sólidos condutores, como um fio de cobre, os principais portadores de corrente são os elétrons.

O símbolo utilizado para representar a corrente elétrica é “I”, e sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o ampère (A). A letra “I” foi escolhida porque, originalmente, os cientistas se referiam à corrente elétrica como intensidade de corrente em um fio condutor.

A corrente elétrica, ao circular por meios condutores, pode provocar diversos efeitos, tais como o efeito térmico (ou efeito Joule), o efeito magnético, o efeito luminoso, o efeito químico e o efeito fisiológico.

O cálculo da corrente elétrica se dá utilizando essa fórmula:

$$I = \frac{q}{t}$$

onde,

- I = corrente;
- q = quantidade de carga (coulomb);
- t = tempo (em segundos).

3. Resistência Elétrica

A resistência elétrica é a oposição que um material oferece à passagem da corrente elétrica. O símbolo utilizado para representá-la é a letra R e sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o ohm, representado pelo símbolo Ω . Todos os materiais apresentam algum grau de resistência à circulação da corrente elétrica, alguns oferecem maior resistência, enquanto outros oferecem menos.

O cálculo da resistência elétrica se dá utilizando essa fórmula:

$$R = \frac{\rho \times l}{A}$$

onde,

- R = resistência;
- ρ = resistividade do material;
- l = comprimento do condutor;
- A = área da seção transversal do condutor.

4. Lei de Ohm

De acordo com Silva (2009)⁸, Georg Simon Ohm foi um físico alemão que estabeleceu a relação entre as grandezas tensão, corrente e resistência elétrica em um circuito. Após realizar diversas experiências, medindo tensões e correntes em diferentes condutores, observou que, para muitos materiais, a razão entre a tensão aplicada e a corrente elétrica resultante permanecia constante, sendo, portanto, uma característica do próprio condutor. Com base nessas observações, Ohm formulou sua conhecida lei, enunciando que: “O quociente entre a tensão nos terminais de um resistor e a intensidade de corrente que o atravessa é igual à resistência elétrica do resistor.”

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R} \rightarrow V = R \times I$$

onde,

- R = resistência elétrica (Ohm ou Ω);
- I = Corrente elétrica (Ampere ou A);
- V = tensão elétrica (volts ou V).

⁸ SILVA, Danielli Meira Ribeiro da. **Desvendando a lei de Ohm**: buscando respostas na história. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Sendo assim, é possível concluir que a corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência elétrica.

5. Tensão elétrica ou diferença de potencial (ddp)

A tensão elétrica, também chamada de diferença de potencial (ddp), é a força que impulsiona as cargas elétricas a se moverem em um circuito, provocando a circulação da corrente elétrica.

Os elementos de um circuito elétrico são os componentes responsáveis por viabilizar, controlar ou proteger o fluxo de corrente elétrica. Entre os principais elementos estão: resistores (que limitam a corrente), geradores (como pilhas e baterias, que fornecem energia elétrica), fusíveis (que protegem o circuito contra sobrecorrentes) e capacitores (que armazenam energia elétrica temporariamente).

a. Potência

A potência refere-se à rapidez com que a energia é utilizada ou convertida em outra forma de energia. Assim, pode-se concluir que a potência está relacionada à velocidade na realização do trabalho.

Cálculo da potência elétrica:

$$P = \frac{W_{ab}}{t} \Rightarrow$$

$$V = \frac{W_{ab}}{q} \Rightarrow$$

$$W_{ab} = V \times q \Rightarrow$$

$$P = \frac{V \times q}{t} \Rightarrow$$

$$P = V \times I$$

mas,

$$I = q \div t$$

onde,

- P = Potência (Watt ou W);

-
- V = tensão (volts ou V);
 - I = corrente (Amperes ou A).

b. Energia

A energia é definida como a capacidade de realizar trabalho. Dessa forma, é possível reescrever a equação da potência como:

Cálculo da energia:

$$E = P \times t$$

onde,

- E = energia (joule ou J);
- P = potência (Watt ou W);
- t = tempo (horas ou h).

6. Leis de Kirchhoff

Quando um circuito elétrico possui mais de uma fonte de tensão e mais de um resistor, geralmente são necessárias outras leis, além da Lei de Ohm, para sua resolução. Conforme explica Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁹, a Lei de Ohm, por si só, não é suficiente para analisar circuitos mais complexos. Sendo assim, acrescentam-se outras duas leis fundamentais: a Lei das Tensões de Kirchhoff e a Lei das Correntes de Kirchhoff, que permitem a análise de uma ampla gama de circuitos elétricos. Essas leis são conhecidas, respectivamente, como Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) e Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC).

Segundo Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁸, Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) foi um físico alemão que contribuiu significativamente para a compreensão dos circuitos elétricos, da espectroscopia e da emissão de radiação de corpos negros aquecidos. Seu trabalho colaborativo na área da espectroscopia levou à descoberta dos

⁹ SADIKU, Matthew N. O.; ALEXANDER, Charles K.; MUSA, Sarhan. **Análise de circuitos elétricos com aplicações**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014. ISBN 978-85-8055-303-1. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=d2Q3AgAAQBAJ>. Acesso em: 22 maio 2025.

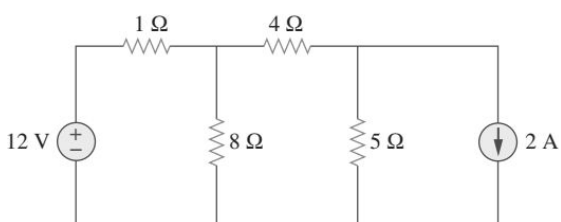
elementos césio (em 1860) e rubídio (em 1861). Em 1847, Kirchhoff formulou duas leis fundamentais que descrevem as relações entre corrente e tensão em circuitos elétricos. Essas leis, em conjunto com a Lei de Ohm, constituem a base da teoria de circuitos elétricos.

Para entender o funcionamento de um circuito elétrico é preciso saber que existem dois tipos de elementos encontrados nos circuitos elétricos, esses que são conhecidos como elementos ativos e elementos passivos. Um elemento ativo é capaz de gerar energia, enquanto o elemento passivo não. Os elementos passivos estão compreendidos em resistores, os capacitores e os indutores, já os elementos ativos incluem geradores, as baterias e os amplificadores.

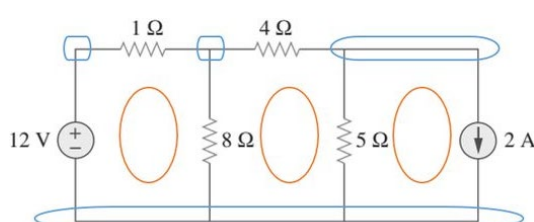
Outro fator importante é entender a topologia dos circuitos¹⁰, que é composta pelos seguintes elementos (Figura 16):

- Ramo: é um simples elemento tal como uma fonte de tensão ou um resistor;
- Nó: é o ponto de conexão entre dois ou mais ramos;
- Laço: é qualquer caminho fechado em um circuito.

Figura 16. Circuito elétrico identificando seus laços, nós e ramos



(a) circuitos elétricos com seus resistores, fonte de tensão 12V e fonte de corrente 2A



(b) circuitos elétricos com seus laços em vermelho, nós em azul, assim como sua fonte de tensão 12V, fonte de corrente 2A e seus respectivos resistores.

Fonte: Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁸

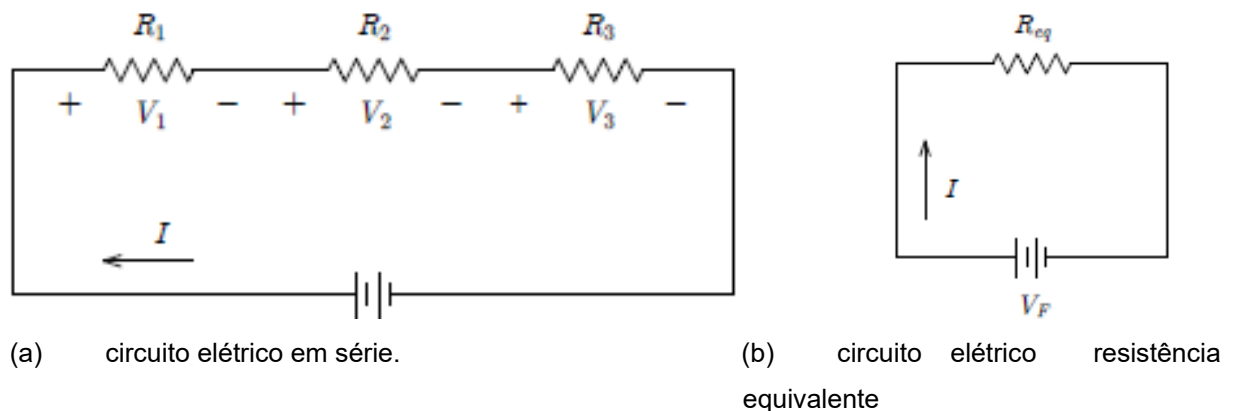
¹⁰ Entende-se por topologia dos circuitos as propriedades relacionadas à disposição dos elementos no circuito e à configuração geométrica do circuito. Tais propriedades incluem os nós, os ramos e os laços.

7. Circuitos Elétricos e Associação de Resistores

a. Associação de resistores em Série

Quando dois ou mais resistores estão conectados de ponta a ponta, ou seja, um atrás do outro em uma matriz, isto é conhecido como associação de resistores em série. Conforme Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁸, um circuito em série é aquele em que os resistores estão conectados um atrás do outro e a mesma corrente flui através dos resistores (Figura 17).

Figura 17. Circuito elétrico associação em série



Fonte: Sadiku, Alexander e Musa (2014)⁸

Para N resistores em série correspondente a Figura 17, o cálculo da resistência equivalente é:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Como a mesma corrente I flui através de cada resistor também é possível calcular a tensão sobre cada resistor usando a (lei de Ohm), assim como a potência absorvida por eles, individualmente.

$$V_1 = R_1 \times I; \rightarrow P_1 = I \times R_1 = I^2 \times R_1$$

$$V_2 = R_2 \times I \rightarrow P_2 = I \times R_2 = I^2 \times R_2$$

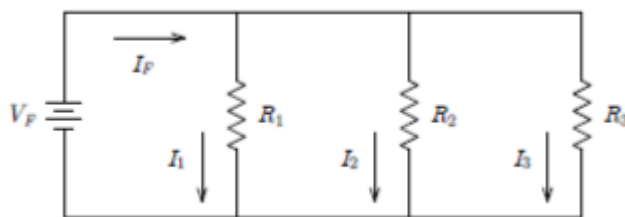
Donde a potência total dissipada no circuito é igual a soma das potências dissipada em cada resistor Boylestad (2012)¹¹.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = I^2 \times R_{eq}$$

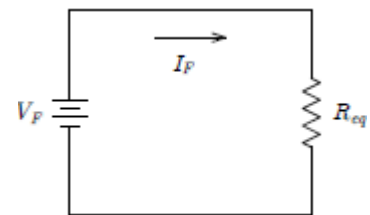
b. Associação de resistores em paralelo

Em uma associação de resistores em paralelo, a tensão em todos os resistores é a mesma, pois, na verdade, é a corrente que se divide entre eles. Em outras palavras, dois resistores estão em paralelo quando estão conectados aos mesmos terminais ou nós (Figura 18).

Figura 18. Circuito elétrico associação paralelo



(a) circuitos elétrico resistores em paralelo.



(b) circuitos elétrico resistência paralela equivalente.

Fonte: Boylestad (2012)¹⁰

De acordo com a Figura 18, é possível observar que a tensão V_F é a mesma em todos os resistores associados e que a corrente I_F é a soma total das correntes que passa em cada resistor.

$$I_F = I_1 + I_2 + I_3$$

A partir da utilização da Lei de Ohm em cada resistor da associação da Figura 18, tem-se que as seguintes equações.

$$I_1 = \frac{V_F}{R_1}; \rightarrow I_2 = \frac{V_F}{R_2}; \rightarrow I_3 = \frac{V_F}{R_3}$$

¹¹ BOYLESTAD, Robert L. **Análise de circuitos**. São Paulo: Pearson, 2012.

sendo assim o cálculo a corrente correspondente na Figura 18 é:

$$I_F = \frac{V_F}{R_1} + \frac{V_F}{R_2} + \frac{V_F}{R_3} \rightarrow I_F = \frac{V_F}{R_{eq}}$$

e a resistência equivalente na Figura 18 corresponde a seguinte equação:

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

Assim como a potência total dissipada no circuito é igual à soma das potências dissipadas em cada resistor.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = \frac{V_F^2}{R_{eq}}$$

alguns casos especiais são de extrema importância mencioná-los tais como: a) o cálculo da associação de dois resistores associados em paralelo, b) quando todos os resistores associados em paralelo têm o mesmo valor da resistência.

a)
$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

b)
$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

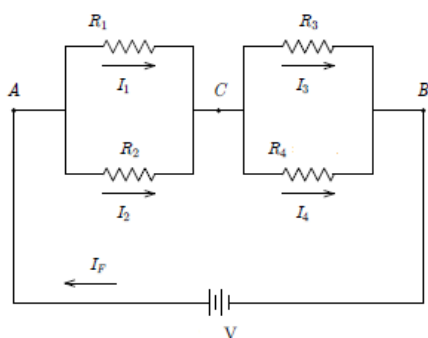
onde, R é o valor de uma resistência elétrica de um resistor, e n é o valor numérico de resistores associados.

c. Associação de resistores mista ou série-paralelo

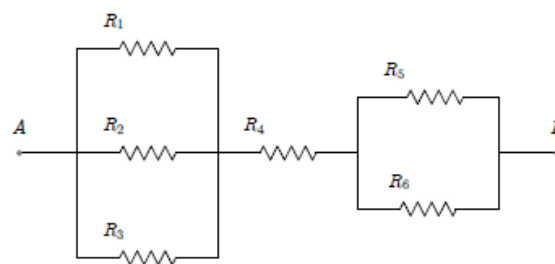
Em uma associação mista, ou série-paralelo, existem resistores conectados tanto em série quanto em paralelo. Nesse tipo de associação, não existe uma fórmula única para o cálculo direto da resistência equivalente. Em vez disso, utiliza-se um método de resolução baseado na simplificação progressiva do circuito. Esse método consiste em, inicialmente, resolver as associações em série e/ou em paralelo que forem

possíveis, obtendo-se um circuito equivalente mais simples, porém eletricamente equivalente ao original (Figura 19).

Figura 19. Circuito elétrico associação mista ou série-paralelo

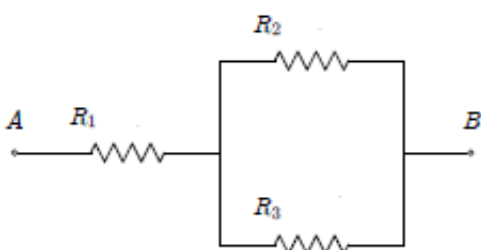


(a) Circuito elétrico mista ou série-paralelo.

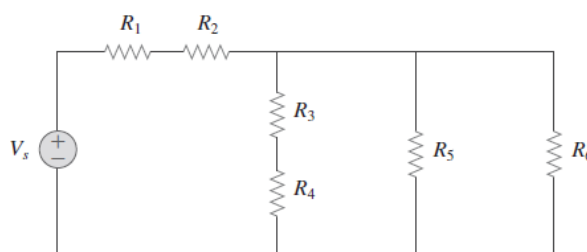


(b) Circuito elétrico mista ou série-paralelo.

Figura 20. Circuito elétrico associação mista ou série-paralelo



(c) Circuito elétrico mista ou série-paralelo.



(d) Circuito elétrico mista ou série-paralelo.

Fonte: Nilsson e Riedel (2015)¹²

¹² NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos elétricos**. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2015. ISBN 978-85-430-0478-5. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=hrpFvgAACAAJ>. Acesso em: 22 maio 2025.

APÊNDICE C – TERMO DE CONSETIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO – TCLE

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “**Circuitos Elétricos e Metodologias Ativas: Uma Proposta de UEPS para o Ensino Médio**”, desenvolvida por **Marco Aurélio Farias da Silva**, sob orientação da **Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação – PPGCITED, do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Pelotas Visconde da Graça.

O objetivo desta pesquisa é **desenvolver, implementar e avaliar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para favorecer a aprendizagem de circuitos elétricos no Ensino Médio, por meio do uso de metodologias ativas e tecnologias digitais.**

Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária e que você poderá desistir a qualquer momento, sem necessidade de justificativa e sem prejuízo de qualquer natureza. Você poderá, ainda, solicitar informações sobre a pesquisa e acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo.

As informações coletadas serão tratadas de forma confidencial. Os dados serão transcritos, analisados de forma agrupada, e não incluirão sua identificação nominal. Os resultados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, garantindo-se o sigilo e a privacidade das informações.

Sua participação não implica riscos físicos, morais, materiais ou psicológicos. Caso seja identificado qualquer desconforto emocional durante sua participação, recomendamos que informe à equipe da pesquisa, para que sejam adotadas as medidas adequadas.

Esclarecemos que você não terá despesas nem receberá qualquer pagamento por participar deste estudo.

Caso tenha dúvidas sobre a pesquisa ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com o pesquisador **Marco Aurélio Farias da Silva** pelo e-mail **marcosilva@ifsul.edu.br**, ou com o Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação pelo e-mail **vg-ppgcited@ifsul.edu.br**.

Autorização para uso de imagem exclusivamente para fins acadêmicos da pesquisa:

-
- () Autorizo o uso da imagem.
() Não autorizo o uso da imagem.

Declaro que li, compreendi e fui devidamente esclarecido(a) quanto aos objetivos, procedimentos e implicações da presente pesquisa. Recebi uma via deste termo e concordo, de forma livre e esclarecida, em participar do estudo.

Pelotas, 27 de julho de 2025.

Nome do(a) participante:

Data de nascimento: ____/____/____

Pesquisador(a) responsável:

APÊNDICE D – TERMO DE CONSETIMENTO E LIVRE ESCLARECIDO – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado(a) responsável,

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada: **“Circuitos Elétricos e Metodologias Ativas: Uma Proposta de UEPS para o Ensino Médio”**, conduzida pelo pesquisador **Marco Aurélio Farias da Silva**, sob orientação da **Profa. Dra. Maria Isabel Giusti Moreira**, vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação do IFSul.

O objetivo da pesquisa é **desenvolver, aplicar e avaliar uma proposta de ensino (UEPS) que utilize metodologias ativas e tecnologias digitais para favorecer a aprendizagem de circuitos elétricos por estudantes do Ensino Médio, tornando os conteúdos mais compreensíveis, próximos da realidade dos alunos e estimulando seu interesse pela disciplina de Física**. As atividades ocorrerão no espaço escolar, durante aproximadamente **sete encontros**, no componente curricular **Física**, e poderão envolver: gravações em áudio e vídeo dos encontros, aplicação de questionários e/ou entrevistas, coleta de materiais produzidos pelos(as) estudantes, **rodas de conversa, uso de simuladores virtuais e emuladores, resolução de situações-problema e atividades em grupo**.

A participação é voluntária e seu(sua) filho(a) poderá desistir a qualquer momento, sem prejuízo algum. Durante toda a pesquisa, você poderá solicitar, ainda, esclarecimentos e ter acesso às informações coletadas.

As informações obtidas serão analisadas de forma anônima, sem identificação nominal dos participantes e serão utilizadas, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, com garantia de confidencialidade e sigilo.

A participação de seu(sua) filho(a) não implica em riscos físicos, morais, materiais ou psicológicos. No entanto, caso ele(a) demonstre qualquer sinal de desconforto ou sofrimento, pedimos que nos comunique imediatamente. Garantimos que, se necessário, o(a) participante será orientado(a) a procurar o serviço de apoio psicológico disponível na instituição ou na rede de saúde.

Não haverá custos ou compensações financeiras para participação nesta pesquisa. Esclarecemos, finalmente, que você não terá despesas nem receberá qualquer pagamento por participar deste estudo, ressaltando a importância dos benefícios da pesquisa que você estará permitindo ao seu (sua) filho (filha) fazer parte, bem como as contribuições que ela pode trazer tanto para a comunidade acadêmica, como para o público em geral.

Se houver dúvidas sobre o estudo ou seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador **Marco Aurélio Farias da Silva** pelo e-mail **marcosilva@ifsul.edu.br**, ou com o Programa de Pós-Graduação pelo e-mail **vgppgcited@ifsul.edu.br**.

Caso esteja de acordo com a participação de seu(sua) filho(a) e com as informações apresentadas, pedimos que preencha os dados abaixo e assine este Termo. Informamos que este documento será igualmente assinado pelos(as) pesquisadores(as) responsáveis.

Autorização para uso de imagem exclusivamente para fins acadêmicos da pesquisa:

() Autorizo o uso da imagem.

() Não autorizo o uso da imagem.

Pelotas, 27 de julho de 2025.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____