

**ENSINO DA ELETRICIDADE NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: UMA  
PROPOSTA COM ADOÇÃO DE EXPERIMENTAÇÃO VIRTUAL**

**NATÁLIA CORRÊA LECQUES RUIZ**

Duque de Caxias  
Dezembro/2023

# **ENSINO DA ELETRICIDADE NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: UMA PROPOSTA COM ADOÇÃO DE EXPERIMENTAÇÃO VIRTUAL**

**NATÁLIA CORRÊA LECQUES RUIZ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre.

Área de Concentração: Ensino de Ciências na Educação Básica  
Linha de Pesquisa: Inovações Tecnológicas

Orientador  
*Dr. Daniel de Oliveira*

Prof. Adjunto  
Programa de Pós-Graduação em  
Ensino das Ciências  
Universidade do Grande Rio

Duque de Caxias  
Dezembro/2023

**CATALOGAÇÃO NA FONTE**  
**UNIGRANRIO – NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS**

R934e Ruiz, Natália Corrêa Lecques.

Ensino da eletricidade na educação profissional: uma proposta com adoção de experimentação virtual / Natália Corrêa Lecques Ruiz. – Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 2023.

100 f.

Orientador: Dr. Daniel de Oliveira

Dissertação (mestrado) – UNIGRANRIO, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Rio de Janeiro, 2023.

1. Alinhamento construtivo. 2. Eletricidade. 3. Experimentação. 4. Sala de aula invertida. I. Oliveira, Daniel de. II. Título. III. UNIGRANRIO.


CDD: 370

**NATÁLIA CORRÊA LECQUES RUIZ**

**ENSINO DA ELETRICIDADE NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: UMA PROPOSTA  
COM ADOÇÃO DE EXPERIMENTAÇÃO VIRTUAL**


Dissertação submetida a Banca Examinadora como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre

Aprovada em 08 de dezembro de 2023, por:

Documento assinado digitalmente  
 DANIEL DE OLIVEIRA  
Data: 04/03/2024 13:32:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Daniel de Oliveira (Orientador)  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências - PPGEC  
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)

Documento assinado digitalmente  
 ELINE DAS FLORES VICTER  
Data: 06/03/2024 11:26:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Profª Drª Eline das Flores Victer  
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências -- PPGEC  
Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO)

Documento assinado digitalmente  
 ALEXANDRE LOPES DE OLIVEIRA  
Data: 01/03/2024 15:57:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPG PROPEC  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente  
 SONIA REGINA MENDES DOS SANTOS  
Data: 28/02/2024 20:57:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profª Sônia Regina Mendes dos Santos  
Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE)  
Universidade Estácio de Sá (UNESA)

Duque de Caxias  
Novembro /2023

Dedico esse trabalho ao meu marido e  
companheiro Marcelo, aos meus amados  
filhos Guilherme e João Gabriel e a minha  
querida mãe, Marlene.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

Madre Tereza de Calcutá

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da UNIGRANRIO, pelos ensinamentos e contribuições dadas durante o curso de mestrado. Também agradeço aos professores da minha banca de qualificação pelas orientações e ensinamentos, em especial ao meu orientador professor Daniel.

A meus pais, Marlene e Olavo, por todo incentivo, carinho e dedicação.

Ao meu marido e filhos, que renunciaram a minha convivência durante as horas que dediquei à realização dos trabalhos propostos durante este curso de mestrado. Sem eles, eu não teria conseguido.

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram na área acadêmica. Aos amigos da UNIGRANRIO e FAETEC, e àqueles que confiaram e acreditaram em mim. Muito obrigado

## APRESENTAÇÃO

Sou bacharel em Engenharia Eletrônica, e iniciei minha jornada profissional em uma empresa de telecomunicações. Em 1999, concluí a Pós-graduação Lato sensu em Telecomunicações, e após alguns anos fui aprovada em um concurso público para professor do ensino técnico, e desde então venho atuando como professora do curso de telecomunicações na Rede Pública Estadual do Rio de Janeiro, realizando Pós-graduação Lato sensu em Docência do Ensino Fundamental e Médio em 2008. Em 2019, comecei a atuar no ensino superior, inicialmente no curso de Engenharia Elétrica, e posteriormente em outros cursos de Engenharia. Durante a minha carreira docente no Curso Técnico de Telecomunicações da Fundação de Apoio à Escola Técnica (Faetec), tenho lecionado disciplinas de Laboratório de Eletricidade, Laboratório de Eletrônica Analógica e Digital, Laboratório de Telecomunicações e Comunicações em Espaço Livre.

Ao me envolver na educação profissional de nível médio, ministrando aulas na área de Telecomunicações e disciplinas correlatas, despertei um forte interesse em pesquisar os processos implícitos ao ambiente educacional. Em particular, procuro compreender como os alunos aprendem e aplicam o conhecimento adquirido. Esse aspecto é especialmente relevante para os estudantes de cursos técnicos, voltados a telecomunicações e áreas afins, pois eles precisam adquirir conhecimentos abrangentes e funcionais durante sua formação, para que sejam capazes de transferir suas aprendizagens e enfrentar situações cada vez mais complexas e desafiadoras que são exigidas pelas profissões que, por hora, escolhem seguir.

Lecionando para as três séries do ensino técnico com disciplinas de laboratório, observei que as turmas iniciais possuem algumas características que suscitam em mim mais atenção: o interesse pelas aulas práticas, as dificuldades dos alunos de transpor o esquema do circuito elétrico objeto de estudo para uma montagem real, bem como suas dificuldades com o uso da placa de prototipagem (*Protoboard*) e a utilização do instrumento de medidas (multímetro).

Ao ingressar no Mestrado, percebi uma escassez de pesquisas voltadas para o aprendizado dos alunos que estão cursando a educação profissional de nível técnico comparado às outras modalidades de ensino. Essa falta de estudos revela a necessidade de realizar mais pesquisas com esses alunos, com o objetivo de esclarecer e diagnosticar as dificuldades enfrentadas por eles no processo de



aprendizagem de vários assuntos, inclusive de circuitos elétricos. Além disso, é importante formular estratégias de ação para reduzir essas dificuldades e, por fim, implementar e avaliar essas estratégias na prática. Diante do exposto, decidi pesquisar no Mestrado o ensino de circuitos elétricos em ambiente de laboratório com alunos do curso técnico, no qual sou docente.

## RESUMO

A compreensão e aplicação dos princípios elétricos são pilares essenciais na formação educacional e técnica, permeando tanto o currículo do ensino médio quanto os cursos técnicos. A eletricidade é um tópico fundamental na educação científica e tecnológica, e é comum que seja abordada no currículo de física ou ciências no ensino médio. Simultaneamente, ela desempenha um papel chave em um conjunto diversificado de cursos técnicos, incluindo eletrônica, eletrotécnica, telecomunicações e áreas relacionadas, que constituem os alicerces de inúmeras indústrias e setores tecnológicos. A importância do tema faz com que em muitos cursos técnicos seja elencada uma disciplina específica para abordá-la de forma mais profunda, assim como sua experimentação em laboratórios preparados para esse propósito. Nossa pesquisa, de acordo com essa constatação, fornece uma proposta distinta de ensino-aprendizagem, caracterizada por um foco que visa capacitar os estudantes a desenvolverem aptidões intrínsecas a profissionais de telecomunicações, aplicáveis a situações cotidianas. Elaboramos esta proposta seguindo os fundamentos do Alinhamento Construtivo, um arcabouço orientador para o desenvolvimento coerente de atividades de ensino, aprendizado e avaliação. Além disso, adotamos um modelo de ensino híbrido, conhecido como sala de aula invertida. Nessa abordagem, o acesso prévio aos conteúdos é viabilizado por meio de recursos como videoaulas, links e tutoriais. Os alunos, então, aplicam esses conhecimentos praticamente, empregando a plataforma *Tinkercad* para montagens de circuitos de experimentação virtual. O tempo em sala de aula é otimizado com interações diretas com o professor, onde desafios práticos são explorados e resolvidos coletivamente. Para avaliarmos nossa proposta, conduzimos um estudo de caso envolvendo estudantes do primeiro ano do ensino médio integrado ao curso técnico de telecomunicações na rede estadual do Rio de Janeiro. Este estudo avaliou o progresso dos alunos no desenvolvimento de quatro habilidades cruciais: a correlação entre esquemas elétricos e montagens físicas de circuitos, o cálculo de valores esperados para medidas elétricas, a identificação e execução de procedimentos de medição em componentes de circuitos e a habilidade de discernir e interpretar discrepâncias entre os valores calculados e medidos de grandezas elétricas. Os resultados deste estudo evidenciaram progresso dos estudantes sobre as quatro habilidades. Como produto desta pesquisa, organizamos uma Sequência Didática Digital, disponibilizada em um site construído para esse propósito, contendo todo o material de ensino-aprendizagem e dinâmicas utilizadas para auxiliar na aplicação da proposta por outros professores.

Palavras-chave: Eletricidade; Experimentação; Sala de aula invertida; Alinhamento Construtivo.

## **ABSTRACT**

The understanding and application of electrical principles are essential foundations in both educational and technical training, permeating the high school curriculum as well as technical courses. Electricity is a fundamental topic in scientific and technological education and is commonly addressed in high school physics or science curricula. Simultaneously, it plays a key role in a diverse range of technical courses, including electronics, electrical engineering, telecommunications, and related fields, forming the foundations of numerous industries and technological sectors. The importance of the subject often leads to the inclusion of a specific discipline in many technical courses to delve deeper into it, along with practical experimentation in laboratories prepared for this purpose. Our research, based on this observation, proposes a distinct teaching and learning approach characterized by a focus on empowering students to develop skills intrinsic to telecommunications professionals, applicable to everyday situations. We developed this proposal following the principles of Constructive Alignment, a guiding framework for the coherent development of teaching, learning, and assessment activities. Additionally, we adopted a hybrid teaching model known as the flipped classroom. In this approach, access to course materials is facilitated through resources such as video lectures, links, and tutorials. Students then apply this knowledge practically, using the Tinkercad platform for virtual circuit assembly experiments. Classroom time is optimized with direct interactions with the teacher, where practical challenges are explored and collectively solved. To assess our proposal, we conducted a case study involving first-year students in the integrated high school telecommunications course in the state network of Rio de Janeiro. This study evaluated students' progress in developing four crucial skills: the correlation between electrical schematics and physical circuit assemblies, calculation of expected values for electrical measurements, identification, and execution of measurement procedures on circuit components, and the ability to discern and interpret discrepancies between calculated and measured values of electrical quantities. The results of this study showed improvement in students' proficiency in all four skills. As a product of this research, we have organized a Digital Didactic Sequence, available on a website created for this purpose, containing all teaching and learning materials and activities used to assist other teachers in implementing the proposal.

Keywords: Electricity; Experimentation; Flipped classroom; Constructive Alignment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Taxonomia de Solo .....	34
Figura 2 – Alinhamento Construtivo .....	35
Figura 3 - Simulação com PhET.....	40
Figura 4 - Exemplo de montagem de um circuito no Tinkercad.....	42
Figura 5 - Exemplo de circuito no EveryCircuit.....	43
Figura 6 - Exemplo de circuito no Multisim Live .....	44
Figura 7 – Instrumentos de coleta de dados / momentos .....	54
Figura 8 - Desempenho inicial e final da habilidade 1 .....	65
Figura 9 - Desempenho evolutivo da habilidade 1.....	66
Figura 10 - Desempenho inicial e final da habilidade 2 .....	67
Figura 11 - Desempenho evolutivo da habilidade 2.....	68
Figura 12 - Desempenho inicial e final da habilidade 3 .....	69
Figura 13 - Desempenho evolutivo na habilidade 3.....	71
Figura 14 - Desempenho inicial e final da habilidade 4 .....	72
Figura 15 - Desempenho evolutivo da habilidade 4.....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de verbos – Taxonomia SOLO.....	34
Quadro 2 – Composição de uma rubrica.....	46
Quadro 3 – Rubricas Avaliativas .....	53
Quadro 4 – Cronograma de Atividades .....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT	<i>Assessment Task</i>
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNCT	Catálogo Nacional de Cursos Técnicos
CNE	Conselho Nacional de Educação
FAETEC	Fundação de Apoio à Escola Técnica
ILO	<i>Intended Learning Outcome</i>
PHET	<i>Physics Education Technology</i>
RA	Roteiro de Aprendizagem
RPA	Resultados Pretendidos da Aprendizagem
SDD	Sequência Didática Digital
SOLO	<i>Structure of the Observed Learning Outcome</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TLA	<i>Teaching Learning Activities</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>29</b>
2.1 FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL EM TELECOMUNICAÇÕES .....	29
2.2 ELETRICIDADE E A IMPORTÂNCIA NA FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES .....	30
2.3 ALINHAMENTO CONSTRUTIVO.....	32
2.4 SALA DE AULA INVERTIDA.....	36
2.5 SIMULADORES NAS MONTAGENS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	37
2.5.1 PhET .....	40
2.5.2 Tinkercad .....	41
2.5.3 EveryCircuit.....	42
2.5.4 MultiSim <i>Live</i> .....	43
2.6 AVALIAÇÃO POR RUBRICAS.....	45
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>47</b>
3.1 PLANEJAMENTO .....	48
3.1.1 Questões da Pesquisa .....	48
3.1.2 Sujeitos da Pesquisa .....	49
3.1.3 Recursos.....	50
3.1.4 Planejamento da Aplicação .....	51
3.1.5 Unidades de Análise .....	52
3.1.6 Coleta de Dados .....	53
3.2 EXECUÇÃO.....	55
3.2.1 Momento 1 .....	55
3.2.2 Momento 2 .....	56
3.2.3 Momento 3 .....	57
3.2.4 Momento 4 .....	57
3.2.5 Momento 5 .....	58
3.2.6 Momento 6 .....	59
3.2.7 Momento 7 .....	60
3.2.8 Momento 8 .....	61
3.3 DESVIOS.....	61

3.4 AVALIAÇÃO DA VALIDADE .....	62
3.4.1 Validade Interna .....	62
3.4.2 Validade Externa .....	62
3.4.3 Validade de Conclusão .....	63
3.4.4 Validade de Construção .....	63
<b>4 RESSULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A PESQUISA .....</b>	<b>68</b>
4.1 HABILIDADE PARA ASSOCIAR O ESQUEMA ELÉTRICO DE CIRCUITOS COM A RESPECTIVA MONTAGEM FÍSICA COM COMPONENTES REAIS .....	64
4.2 HABILIDADE PARA CALCULAR OS VALORES ESPERADOS DAS MEDIDAS DE TENSÕES, CORRENTES E RESISTÊNCIAS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS .....	66
4.3 HABILIDADE PARA IDENTIFICAR E REALIZAR OS PROCEDIMENTOS DE MEDIDAS EM CIRCUITOS ELÉTRICOS .....	69
4.4 HABILIDADE PARA IDENTIFICAR E INTERPRETAR AS DISCREPÂNCIAS ENTRE OS VALORES CALCULADOS E OS VALORES MEDIDOS DAS TENSÕES, CORRENTES E RESISTÊNCIAS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS .....	71
4.5 LIMITAÇÕES VERIFICADAS NA APLICAÇÃO DA PROPOSTA .....	74
<b>5 PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>76</b>
5.1 ORIENTAÇÕES GERAIS AOS PROFESSORES .....	77
5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	82
<b>6 VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>70</b>
6.1 METODOLOGIA DA VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	70
6.2 INSTRUMENTOS DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	86
6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	87
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>95</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Em 2017, foi promulgada a Lei Federal nº 13.415/2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação, dispondo sobre a ampliação da carga horária do Ensino Médio e de outras alterações do currículo. O Novo Ensino Médio passou a ser organizado com até 1.800 horas destinadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e, no mínimo, 1.200 horas destinadas aos Itinerários Formativos (Brasil, 2017). Um dos Itinerários Formativos previstos no Novo Ensino Médio é o da formação técnica e profissional.

Ao abordar esse itinerário, é necessário verificar o referencial que subsidia o planejamento dos cursos técnicos e suas correspondentes qualificações profissionais, que é o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT). Esse documento, aprovado pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), por meio da Resolução CNE/CEB nº 2, de 15 de dezembro de 2020, disciplina a oferta de cursos de educação profissional técnica de nível médio para orientar e informar as instituições de ensino, os estudantes, as empresas e a sociedade em geral.

Seu conteúdo é atualizado periodicamente pelo Ministério da Educação para contemplar novas demandas socioeducacionais (Brasil, 2020). No CNCT, podem ser encontrados 215 cursos técnicos, distribuídos em 13 eixos tecnológicos: Ambiente e Saúde, Controle e Processos Industriais, Desenvolvimento Educacional e Social, Gestão e Negócios, Informação e Comunicação, Infraestrutura, Militar, Produção Alimentícia, Produção Cultural e *Design*, Produção Industrial, Recursos Naturais, Segurança e Turismo, Hospitalidade e Lazer. Dentro do Itinerário Formativo, Formação Técnica e Profissional no Ensino Médio, encontra-se o curso técnico de telecomunicações, que pertence ao eixo tecnológico Informação e Comunicação do CNCT, onde pretende-se que o aluno adquira conhecimentos e saberes relacionados aos processos técnicos de telecomunicação cabeada ou de transmissão/tráfego de dados móveis. No Brasil, 138 instituições de ensino público e privado oferecem o curso técnico de telecomunicações (Brasil, 2020).

Os cursos de nível técnico, tecnológico e de qualificação pertencentes aos eixos Controle e Processos Industriais, Militar e Informação e Comunicação do CNCT, são geralmente compostos por disciplinas, nas quais os conceitos físicos e matemáticos estão muito presentes no dia a dia do aluno. Em geral, as disciplinas desses cursos são organizadas de forma que os conteúdos vão se complementando

ao longo do tempo. Por isso, no início são abordadas matérias básicas, como Eletricidade, com ênfase nas correntes e tensões elétricas, dispositivos eletroeletrônicos e circuitos, conceitos que tem sua compreensão facilitada ao serem abordados em atividades práticas. As montagens de circuitos com componentes eletrônicos em ambiente de laboratório, auxiliam a consolidação dos conceitos teóricos de eletrodinâmica e iniciam o desenvolvimento de habilidades exigidas de um técnico de telecomunicações para resolução de problemas práticos.

Entre os componentes eletrônicos mais comuns, estão as resistências elétricas, cuja principal função é limitar o fluxo de corrente elétrica. No entanto, a montagem de circuitos utilizando resistências elétricas e outros componentes nem sempre é de fácil compreensão e execução para estudantes do primeiro ano do ensino médio técnico em telecomunicações. Nesse contexto, eles necessitam desenvolver as seguintes habilidades:

1. Associar o esquema elétrico de circuitos com a respectiva montagem física a partir de componentes reais;
2. Calcular os valores esperados das medidas de tensões, correntes e resistências de circuitos elétricos;
3. Identificar e realizar os procedimentos de medidas em componentes de circuitos elétricos;
4. Identificar e interpretar as discrepâncias entre os valores calculados e os valores medidos das tensões, correntes e resistências.

Nessa perspectiva, a tecnologia vem se tornando uma aliada, adquirindo mais destaque no processo de ensino. Segundo Araújo e Veit (2004), com os avanços da tecnologia, o professor tem acesso a uma grande quantidade de recursos, tais como simulações computacionais, vídeos, animações, entre outros, que podem contribuir para tornar a aula mais interativa e dinâmica, facilitando o entendimento dos assuntos abordados, e proporcionando ao aluno maior envolvimento no processo de ensino e aprendizagem. Os simuladores computacionais se apresentam como uma alternativa viável, e já vem sendo utilizados como elementos motivadores do aprendizado de Eletricidade, na medida que proporcionam experiências mais visuais e significativas para o aluno. Santos e Tavares (2003) afirmam que:

As animações interativas, construídas a partir da modelagem de situações físicas de interesse pedagógico, tem se mostrado adequadas para introduzir para o estudante conteúdos nos quais ele não está familiarizado. Pode-se

criar uma representação real ou ideacional de um fenômeno físico, apresentar aos estudantes as características do fenômeno para a observação, além de serem sensíveis aos critérios individuais, onde o aprendiz pode agir na modificação das condições iniciais e observar as respostas, relacionar grandezas e outros atributos pertinentes ao fenômeno físico (Santos; Tavares, 2003, p. 134).

De acordo com Macêdo, Dickman e Andrade (2012), as simulações podem ser utilizadas ao finalizar um tema, para identificar possíveis falhas na aprendizagem e saná-las, ou ainda, antes de introduzir determinado conceito, como forma de obter-se um diagnóstico prévio dos pré-conceitos dos estudantes sobre o tema a ser estudado.

Considerando esses aspectos, destacamos que o problema que suscitou essa pesquisa diz respeito às dificuldades de aprendizado dos alunos observadas na montagem de circuitos série e paralelo de resistores nas aulas de laboratório de Eletricidade do Curso Técnico de Telecomunicações. **Diante dessa situação, essa pesquisa aborda a seguinte pergunta norteadora: Em que aspectos uma proposta de ensino-aprendizagem, com adoção de uma ferramenta de experimentação on-line, contribui para a aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico em telecomunicações?**

Tendo como foco essa pergunta, a pesquisa desenvolvida teve como **objetivo principal elaborar e aplicar uma proposta de ensino-aprendizagem, com adoção de uma ferramenta de experimentação on-line, para auxiliar na aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico em telecomunicações.**

A proposta de ensino-aprendizagem concentrou-se na montagem de circuitos série e paralelo de resistores em uma ferramenta de experimentação on-line de circuitos eletrônicos, o *Tinkercad*. Optou-se por essa ferramenta em virtude do seu fácil entendimento, e por ser gratuita e de utilização pelo navegador de internet.

A proposta foi realizada na modalidade de ensino sala de aula invertida, articulando espaço e tempos *on-line* assíncronos e presenciais, conduzidos por meio de Roteiros de Aprendizagem (RAs).

Para atingir ao objetivo geral deste estudo foi necessário elaborar e executar os seguintes objetivos específicos: concepção de um arcabouço teórico-metodológico, que subsidiou a elaboração da proposta de ensino-aprendizagem de circuitos elétricos, com adoção da ferramenta on-line de experimentação para alunos do ensino técnico de telecomunicações; planejamento da investigação, do tipo estudo de caso, para avaliação da proposta ensino-aprendizagem e elaboração de um material

didático pedagógico para auxílio de outros professores que desejarem utilizar a proposta de ensino-aprendizagem.

Na elaboração e construção dos objetivos específicos, foi necessário observar o currículo da disciplina de Laboratório de Eletricidade, presente no Anexo 1, onde observamos as seguintes competências a serem desenvolvidas: Reconhecer os componentes dos circuitos elétricos, suas características e especificações; compreender os circuitos elétricos; determinar o melhor processo para avaliação do funcionamento dos circuitos e reconhecer os componentes e parâmetros dos circuitos elétricos. Essas competências devem ser alcançadas através do desenvolvimento das habilidades de classificar e identificar as informações levantadas em campo, através da análise de circuitos; coletar dados através de medições em circuitos; examinar e definir os critérios que indicam os reparos em circuitos defeituosos; identificar e definir os procedimentos de medidas em componentes elétricos; elaborar textos técnicos, planilhas e relatórios baseados nas medidas elétricas efetuadas e medir os componentes e parâmetros dos circuitos elétricos. É importante destacar que esse currículo foi elaborado com base Resolução CNE/CEB nº 6, de 20 de setembro de 2012, em especial o Artigo 15, que garante a autonomia das instituições educacionais na elaboração de seus currículos.

Para aplicação e avaliação da proposta de ensino-aprendizagem elaborada foi realizada uma investigação do tipo estudo de caso com 25 alunos do ensino técnico de telecomunicações, no período entre junho e julho de 2023, que buscou responder ao questionamento dessa pesquisa.

Como produto educacional, essa pesquisa elaborou uma Sequência Didática sobre circuitos com associação série e paralelo de resistores, com o objetivo auxiliar o professor na aplicação de atividades envolvendo a ferramenta *Tinkercad*, em momento prévio à aula, em conjunto com experimentos realizados nas aulas de Laboratório de Eletricidade para turmas de primeiro ano do ensino médio técnico em telecomunicações.

Este trabalho seguirá em capítulos: no capítulo 1 fazemos uma descrição geral do trabalho, abordando o problema, o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa. No capítulo 2, apresentamos a fundamentação teórica, na qual este trabalho foi baseado. No capítulo 3, descrevemos a metodologia da pesquisa. No capítulo 4, apresentamos os resultados da pesquisa. No capítulo 5, descrevemos o produto

educacional. No capítulo 6, apresentamos a validação do produto educacional e, por fim, as considerações finais no capítulo 7.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta dissertação é baseada em um conjunto de conceitos relevantes para a compreensão e aprofundamento do tema proposto. Na primeira seção, abordamos a formação técnica e profissional em telecomunicações. Em seguida, na segunda seção, destacamos a importância da eletricidade no contexto da formação do técnico em telecomunicações. Posteriormente, apresentamos os aspectos pedagógicos relacionados à aprendizagem da eletricidade.

Em continuidade, discutimos o conceito de Alinhamento Construtivo, que fundamentou a proposta de ensino-aprendizagem, juntamente com a aplicação do modelo de sala de aula invertida. Por fim, abordamos os simuladores virtuais e o uso do *Tinkercad* e, como forma de embasar a avaliação de atividades contida nessa proposta de ensino-aprendizagem, a avaliação por rubricas.

### 2.1 FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL EM TELECOMUNICAÇÕES

A Educação Profissional e Tecnológica no Brasil compreende diferentes modalidades de cursos e programas, como qualificação profissional, formação inicial e continuada, educação profissional técnica de nível médio, cursos de especialização profissional técnica, e programas de graduação e pós-graduação. De acordo com a Resolução CNE/CP nº 1, de 5 de janeiro de 2021 (Brasil, 2021), a Educação Profissional e Tecnológica pode ser desenvolvida em articulação com as etapas e modalidades da Educação Básica, bem como da Educação Superior, ou por meio de diferentes estratégias de formação continuada, seja em instituições credenciadas para sua oferta, ou no ambiente de trabalho.

A formação profissional técnica de nível médio pode ser realizada nas formas integrada, concomitante ou subsequente ao Ensino Médio. A forma integrada é oferecida apenas para aqueles que já concluíram o Ensino Fundamental, com matrícula única na mesma instituição, permitindo que o estudante obtenha, tanto a habilitação profissional técnica, e conclua a última etapa da Educação Básica simultaneamente. A forma concomitante é oferecida para os estudantes que estão ingressando ou já cursando o Ensino Médio, com matrículas distintas para cada curso,

podendo a formação técnica ser realizada na mesma instituição de ensino ou em uma instituição diferente. Já a forma subsequente é destinada apenas para aqueles que já concluíram o Ensino Médio.

O presente trabalho foi desenvolvido com alunos da primeira etapa do curso técnico de telecomunicações, na forma integrada ao Ensino Médio.

Telecomunicação é o processo de transmitir, emitir ou receber, por fio, radioeletricidade, meios ópticos ou qualquer outro processo eletromagnético, símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza (Brasil, 1997). O Serviço de Telecomunicações, por sua vez, refere-se ao conjunto de atividades que possibilita a oferta de telecomunicações.

Um técnico em telecomunicações desempenha um papel essencial na instalação, configuração, manutenção e reparo de sistemas de telecomunicações. Esses sistemas englobam uma variedade de infraestruturas, como redes de telefonia, redes de dados, redes de televisão por cabo, sistemas de transmissão de rádio, sistemas de comunicação via satélite e outros dispositivos de comunicação.

O curso técnico em telecomunicações é oferecido na forma integrada ao Ensino Médio pela Fundação de Apoio à Escola Técnica (Faetec) na rede estadual de educação do Estado do Rio de Janeiro. Os currículos e ementas do curso foram desenvolvidos pela Diretoria de Desenvolvimento da Educação Básica e Técnica da rede, em conformidade com a legislação vigente, e podem ser visualizados no Anexo 1.

Nesse sentido, nossa proposta de ensino-aprendizagem envolve a disciplina de Eletricidade e sua experimentação na formação técnica em nível médio em telecomunicações, conforme será apresentado na próxima seção.

## 2.2 ELETRICIDADE E A IMPORTÂNCIA NA FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES

A eletricidade é de extrema importância em diversas atividades do nosso cotidiano (Bastos, 2018). Por exemplo, ao acender uma lâmpada, ligar um computador, assistir a um jogo de futebol na TV, falar ao celular e em muitos outros exemplos. Além de ser essencial para o nosso bem-estar e entretenimento, a eletricidade também é crucial para o desenvolvimento da sociedade em que vivemos.

Telecomunicações, segundo Medeiros (2016), é o ramo da engenharia que trata do projeto, implantação e manutenção de todo o sistema de comunicações, que tem como foco atender à necessidade da comunicação à longa distância. Ainda de acordo com Medeiros (2016), entende-se por sistema de comunicações o conjunto de equipamentos e materiais, elétricos e eletrônicos, necessários para compor um esquema físico com o objetivo de estabelecer *links* de comunicações entre pelo menos dois pontos distantes. A função básica dos *links* de comunicações é a transmissão da informação desejada entre um emissor e um receptor. Medeiros (2016) ainda afirma que, essas informações precisam estar em forma de sinais elétricos para que haja a comunicação. O estudo da eletricidade é fundamentado no conceito de sinais elétricos, que são variações de tensões elétricas ao longo do tempo.

No contexto dos cursos técnico de telecomunicações, a disciplina que trata a eletricidade, desempenha um papel fundamental. Ela proporciona a base teórica e prática necessária para compreender os princípios e o funcionamento dos sistemas de comunicações. O domínio dos conceitos elétricos é essencial para os profissionais dessa área, uma vez que as telecomunicações dependem diretamente do fluxo controlado de elétrons para transmitir, receber e processar informações.

Essa disciplina também possui diversas aplicações práticas. A transmissão e recepção de sinais de comunicação exigem o uso de circuitos elétricos, como amplificadores, moduladores, demoduladores e filtros. Além disso, o conhecimento sobre eletricidade é fundamental para o dimensionamento adequado e a instalação de cabos, conectores e dispositivos de proteção em redes de telecomunicações.

Portanto, a disciplina de Eletricidade e sua experimentação no curso técnico de Telecomunicações possui uma grande importância ao fornecer os fundamentos necessários para compreender e trabalhar de forma efetiva com os sistemas de comunicação. Além disso, garantem a correta implementação e funcionamento das redes de telecomunicações.

No curso técnico de telecomunicações da Faetec, o tema Eletricidade é dividido em seis tempos de aula semanais, sendo quatro como aulas teóricas na disciplina Eletricidade e dois como aulas práticas na disciplina Laboratório de Eletricidade, conforme indicado no Anexo 1. O objetivo é que, ao final do primeiro ano do ensino médio, os alunos adquiram conhecimento sobre as principais leis da eletricidade, compreendam as grandezas e propriedades dos componentes elétricos, como



resistores, capacitores e indutores, e saibam realizar medições utilizando equipamentos específicos para tensão, corrente e resistência.

Além disso, espera-se que os alunos sejam capazes de interpretar essas medições, compreender o princípio de funcionamento de acumuladores elétricos, como pilhas e baterias, e saibam como associar os componentes estudados em circuitos série, paralelo e misto. Eles também devem ser capazes de interpretar o funcionamento desses circuitos aplicando as Leis e Teoremas de Kirchhoff, Maxwell, Superposição, Thévenin e Norton.

Em resumo, o curso visa fornecer aos alunos do curso técnico de telecomunicações um amplo conhecimento sobre os fundamentos da eletricidade, desde as leis básicas até a aplicação desses conceitos em circuitos elétricos complexos. A combinação de aulas teóricas e práticas em laboratório permite aos alunos adquirirem tanto o conhecimento teórico quanto a habilidade prática necessária para trabalhar com eficiência nessa área.

Essas características motivaram a escolha do assunto "Eletricidade" para ser utilizado em nossa proposta de ensino-aprendizagem. No entanto, devido à extensão do tema, optamos por fazer um recorte temático no conteúdo previsto na ementa da disciplina de Laboratório de Eletricidade. O foco da nossa proposta de ensino-aprendizagem está nas montagens de circuitos em série de resistores e circuitos em paralelo de resistores em corrente contínua. O planejamento dessas atividades foi orientado pelo Alinhamento Construtivo, o qual será apresentado na seção seguinte.

### 2.3 ALINHAMENTO CONSTRUTIVO

O Alinhamento Construtivo é uma abordagem de planejamento do ensino que visa garantir que as ações de ensino e as atividades de avaliação estejam cuidadosamente alinhadas, com o objetivo de promover uma aprendizagem efetiva e engajada dos estudantes. Essa metodologia tem suas raízes no Construtivismo e na Teoria do *Curriculum*, onde o Construtivismo é considerado a base para pensar sobre o ensino, enfatizando a construção do conhecimento a partir das atividades realizadas pelos estudantes (Biggs; Tang, 2011). Já a Teoria do *Curriculum*, enfatiza que deve haver uma relação direta entre o que se deseja com o resultado da aprendizagem, as atividades de ensino e a avaliação.

No contexto do Alinhamento Construtivo, o professor planeja o ensino tendo como foco não apenas o que será ensinado, mas também os resultados que ele pretende com essa aprendizagem. Isso implica em pensar nos objetivos de aprendizagem que os alunos devem alcançar, e em como as atividades de ensino e avaliação podem apoiar esse processo. O Alinhamento Construtivo procura estabelecer uma relação coerente entre esses elementos, de forma que as atividades de ensino estimulem os alunos a construírem ativamente seu conhecimento, enquanto as avaliações permitem verificar se esses resultados estão sendo alcançados.

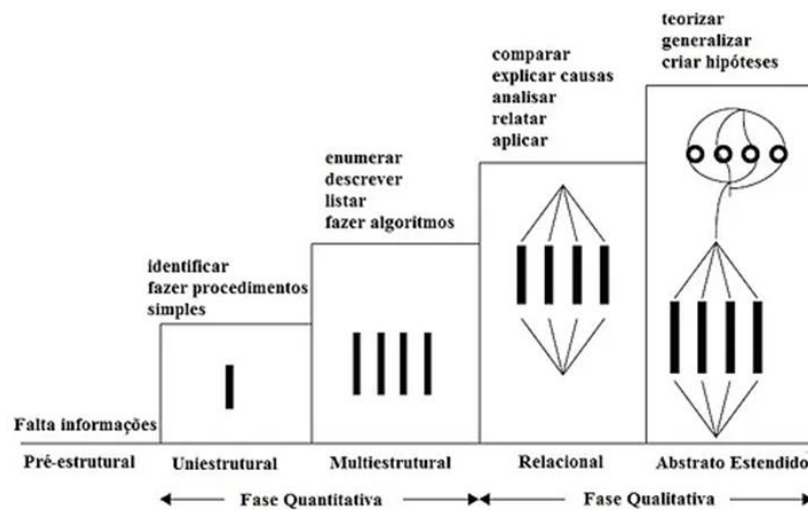
Além disso, o Alinhamento Construtivo enfatiza o engajamento ativo dos estudantes no processo de aprendizagem. Eles não são vistos como receptores passivos de informações, mas como participantes ativos na construção do conhecimento.

Nesse sentido, Biggs e Tang (2011) propõem que o Alinhamento Construtivo seja organizado em 3 conceitos principais: Resultados Pretendidos de Aprendizagem (*Intended Learning Outcome* - ILO), desenvolvimento das Atividades de Ensino e Aprendizagem (*Teaching Learning Activities* – TLA) e as Tarefas de Avaliação (*Assessment Task* - AT).

No primeiro conceito, ILO, o foco está em definir os resultados que os alunos devem alcançar de forma ativa após o processo de ensino. É essencial que a descrição do ILO comece com verbos que indiquem claramente o que os alunos devem fazer para alcançar esses resultados. Por exemplo, verbos como "entender" ou "compreender", comumente usados para declarar objetivos, são considerados inadequados, pois não transmite o nível de ação exigido dos alunos (Biggs; Tang, 2011 *apud* Mendonça, 2015).

Para auxiliar na definição dos resultados pretendidos da aprendizagem, Biggs e Tang (2011) sugerem a adoção da Taxonomia SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*), ilustrada na Figura 1.

Figura 1 - Taxonomia de Solo



Fonte: Biggs; Tang, 2011 *apud* Mendonça, 2015.

A Taxonomia SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) consiste em uma hierarquia de cinco níveis distintos, nos quais cada nível serve como base para o desenvolvimento futuro da aprendizagem. De um ponto de vista prático, a resposta que um indivíduo produz, durante a realização de certa tarefa, apresenta uma certa qualidade, sendo possível atribuir-lhe uma categoria, analisando apenas o seu desempenho (Ceia; Filipe; Santos, 2011). Biggs e Tang (2011) apresentam em sua obra, um conjunto de verbos para cada nível da Taxonomia SOLO, que podem auxiliar na elaboração de objetivos, tendo em vista a formação de um aprendizado crescente, que pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista de verbos – Taxonomia SOLO

Nível	Objetivos
<b>Abstrato Estendido</b>	Teorizar, criar hipóteses, generalizar, compor, provar a partir de princípios, transferir teoria (para um novo domínio)
<b>Relacional</b>	Aplicar, integrar, analisar, explicar, prever, concluir, argumentar, caracterizar, comparar, diferenciar, examinar, parafrasear, resolver um problema, resolver um "case" (para o mesmo domínio)
<b>Multiestrutural</b>	Classificar, descrever, listar, ilustrar, selecionar, calcular, sequenciar, separar
<b>Uniestrutural</b>	Memorizar, identificar, reconhecer, contar, definir, corresponder (combinar), nomear, citar, ordenar, copiar

Fonte: Biggs; Tang, 2011.

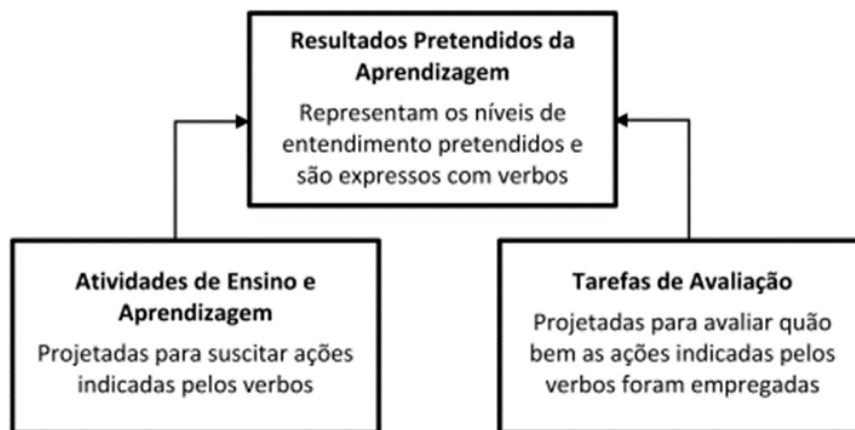
O segundo conceito, TLA, envolve o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem que são alinhadas aos verbos presentes nos ILOs. Essas atividades

devem ser projetadas de forma a proporcionar oportunidades para os alunos praticarem as habilidades necessárias e atingirem os resultados pretendidos. O objetivo é engajar os alunos de maneira ativa e facilitar sua construção de conhecimento.

O terceiro conceito, AT, refere-se às tarefas de avaliação que são projetadas para verificar se os alunos alcançaram os resultados pretendidos estabelecidos nos ILOs. As tarefas de avaliação devem estar alinhadas aos verbos dos ILOs, permitindo que os alunos demonstrem seu desempenho e recebam feedback sobre seu aprendizado.

Em resumo, podemos dizer que o Alinhamento Construtivo ocorre quando as Atividades de Ensino e Aprendizagem e as Tarefas de Avaliação estão alinhadas aos Resultados Pretendidos da Aprendizagem, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Alinhamento Construtivo



Fonte: Biggs, 1999 *apud* Mendonça, 2015.

Para auxiliar os estudantes a adquirirem maior autonomia no estudo e otimizar o tempo em sala de aula para a montagem e experimentação de circuitos, adotamos o modelo de ensino híbrido de sala de aula invertida, conforme será apresentado na próxima seção.

## 2.4 SALA DE AULA INVERTIDA

As metodologias ativas se referem às estratégias utilizadas pelo professor para proporcionar mais autonomia ao aluno na sua aprendizagem, através de investigação, solução de problemas, pesquisas, etc. Os princípios fundamentais das metodologias ativas são: aluno (centro do ensino e da aprendizagem); professor (mediador, facilitador, ativador); autonomia; reflexão; problematização da realidade; trabalho em equipe; inovação (Diesel; Baldez; Martins, 2017, p. 273).

Essas metodologias surgiram na década de 1980, como uma resposta à multiplicidade de fatores que afetam o processo de aprendizagem e à necessidade dos alunos de desenvolver habilidades diversas. Essas metodologias buscavam promover um papel mais ativo, proativo, comunicativo e investigativo por parte dos alunos. Em contraste, elas se opõem a métodos e técnicas que enfatizam a transmissão passiva de conhecimento. Ao invés disso, defendem uma maior apropriação e compartilhamento de responsabilidades no processo de ensino-aprendizagem, nas interações interpessoais e no desenvolvimento da capacidade de autoaprendizagem. O papel do professor também foi repensado, passando de mero transmissor de conhecimento a um mediador que cria ambientes de aprendizagem ricos em atividades diversificadas. De acordo com Mota e Rosa (2018):

As metodologias ativas, com início na década de 1980, procuraram dar resposta à multiplicidade de fatores que interferem no processo de aprendizagem e à necessidade dos alunos desenvolverem habilidades diversificadas. De certa maneira, essas metodologias opõem-se a métodos e técnicas que enfatizam a transmissão do conhecimento. Elas defendem uma maior apropriação e divisão das responsabilidades no processo de ensino-aprendizagem, no relacionamento interpessoal e no desenvolvimento de capacidade para a autoaprendizagem. O papel do professor foi também repensado; passou de transmissor do conhecimento para monitor, com o dever de criar ambientes de aprendizagem repleto de atividades diversificadas (Motta; Rosa, 2018, p. 260).

São exemplos de metodologias ativas de aprendizagem: a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em projetos e a instrução por pares. Os conceitos-chave da Sala de Aula Invertida envolvem: 1) o aluno deve estudar os conteúdos em casa (pré-aula); 2) em sala de aula devem ser realizadas atividades interativas, empregando-se diferentes metodologias ativas de aprendizagem (Bergmann, 2018; Dias, 2017).

No momento anterior a aula, no pré-aula, o aluno recebe as informações básicas da aula, antes do encontro presencial, através de videoaulas e/ou material para estudar, e o tempo das atividades em sala é totalmente reestruturado. Durante a aula presencial, os alunos deverão relatar o que aprenderam e esclarecer as dúvidas com o professor (Bergmann, 2018).

Moran (2015) ressalta que a sala de aula invertida é um modelo que visa concentrar a informação básica no ambiente virtual, e reservar a sala de aula para atividades criativas e supervisionadas. O aluno busca informações na Internet, assiste vídeos e lê textos relacionados ao tema proposto pelo professor. Em seguida, realiza uma avaliação para diagnosticar o aprendizado. Na sala de aula, o professor orienta os alunos que ainda não adquiriram o conhecimento básico e oferece problemas mais complexos para os que já dominam, promovendo a aplicação dos conhecimentos e sua relação com a realidade.

Ao adotar o modelo de sala de aula invertida, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver autonomia e responsabilidade em relação à sua própria aprendizagem. Isso ocorre porque eles passam a ser responsáveis por explorar o conteúdo antes das aulas e se envolver ativamente nas atividades práticas realizadas em sala. Nesse contexto, o professor assume o papel de auxiliar e orientador dos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais profunda. O professor passa a desempenhar um papel ativo na orientação dos alunos, ajudando-os na resolução de problemas, esclarecimento de dúvidas e fornecendo suporte necessário para que os estudantes possam obter um melhor aproveitamento do conteúdo.

Nesse sentido, nossa proposta de ensino-aprendizagem utiliza a sala de aula invertida para abordar a construção de circuitos série e paralelo com resistores, sendo utilizado no momento pré-aula uma ferramenta de simulação de circuitos.

A fim de contextualizar o simulador de circuitos escolhido, na próxima seção abordamos alguns simuladores existentes, destacando seus pontos positivos e negativos.

## 2.5 SIMULADORES NAS MONTAGENS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Simuladores de circuitos elétricos desempenham um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem da experimentação da Eletricidade, oferecendo vantagens importantes. Cerconi e Martins (2014) afirmam que, no contexto

educacional, as simulações computacionais são concebidas para serem estimulantes e interativas, para conectar conteúdos em estudo com o mundo real, para fornecer múltiplas representações, permitindo experimentações e verificações. Além disso, permitem uma experimentação ágil de diferentes configurações de circuitos e facilitam a prototipagem rápida, propiciando que os alunos testem projetos antes de implementá-los fisicamente. Dessa forma, os simuladores se apresentam como instrumentos valiosos no processo educacional, complementando e enriquecendo a experiência de aprendizagem na área de Eletricidade.

Porém, os simuladores podem não fornecer a mesma experiência tátil e realista que os laboratórios reais, o que pode limitar a compreensão prática de certos conceitos. A dependência exclusiva de simuladores também pode negligenciar a familiarização com equipamentos reais. Medeiros e Medeiros (2002) destacam que, geralmente, um sistema físico real é altamente complexo, e as simulações que o descrevem são baseadas em modelos que, inevitavelmente, incorporam simplificações, nem sempre evidenciadas nas animações. Os autores também ressaltam que há uma diferença significativa entre experimentar um fenômeno por meio de um experimento real e por meio de uma simulação computacional. Essas observações não desmerecem o uso das simulações como ferramentas educacionais; elas apenas enfatizam que o professor deve adotar uma postura reflexiva e consciente em relação ao grau de atuação e às limitações envolvidas ao utilizá-las.

Nesse sentido, Coutinho (2013) afirma que, a utilização de simulações nas disciplinas de Eletricidade e Eletrônica apresentou vantagens significativas durante experimentos realizados com alunos do curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do Instituto Federal do Espírito Santo, campus São Mateus. Essas vantagens incluíram o aumento do interesse dos alunos e uma melhoria considerável no nível de conhecimento.

Madani et al. (2021) pesquisaram a percepção de alunos de Engenharia Elétrica com relação ao uso de dois simuladores livres para circuitos elétricos: Phet e *Tinkercad*. Os resultados mostram que os simuladores Phet e *Tinkercad* contribuem para a aprendizagem de circuitos elétricos. O *Tinkercad* proporciona uma aprendizagem mais próxima da realidade em comparação com o Phet. Os autores concluíram que o simulador Phet é adequado para uma primeira abordagem dos conceitos de circuitos elétricos, pois é fácil de usar e auxilia na compreensão de

conceitos mais gerais. No entanto, para uma abordagem mais detalhada, o *Tinkercad* é mais adequado, pois oferece uma experiência mais próxima da prática real.

Andrade *et al* (2018) realizaram uma experiência envolvendo o ensino de circuitos elétricos simples, na disciplina de física, para uma turma de ensino médio com atividades desenvolvidas a partir do simulador de circuitos elétricos *EveryCircuit*. Os resultados da aplicação indicaram que as atividades promoveram de forma significativa a participação e envolvimento dos alunos com o objeto de estudo, mostrando também evidências de que os alunos se apropriaram dos conceitos relacionados ao tema de circuitos elétricos simples.

Na educação profissional técnica onde a eletricidade desempenha a função de servir como base de construção de conhecimentos, durante as aulas em laboratório, os estudantes têm a chance de colocar em prática os conceitos teóricos por meio da montagem de circuitos utilizando componentes eletrônicos em placas de prototipagem, conhecidas como protoboards. Essa abordagem permite que os alunos experimentem diferentes configurações na montagem desses componentes e observem os efeitos resultantes. Ao realizar essas experiências práticas, eles podem entender melhor como os conceitos teóricos se aplicam na prática, além de desenvolver habilidades essenciais no campo da Eletricidade.

A montagem de circuitos em laboratório é uma prática essencial já vivenciada nos cursos da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, porém alguns alunos encontram dificuldades na execução dessa atividade. A transposição dos diagramas elétricos com os símbolos dos componentes para a prática efetiva de montagem com os componentes físicos, é uma das dificuldades encontradas. O relacionamento entre os conceitos teóricos e situações reais que são estudados no experimento também constituem uma dificuldade no aprendizado dos estudantes. Sendo assim, o uso de simuladores de circuitos eletrônicos pode aproximar os alunos do conteúdo estudado, aumentando a compreensão dos conceitos e aumentando o interesse, à medida que promove a participação e envolvimento dos alunos com o objeto de estudo.

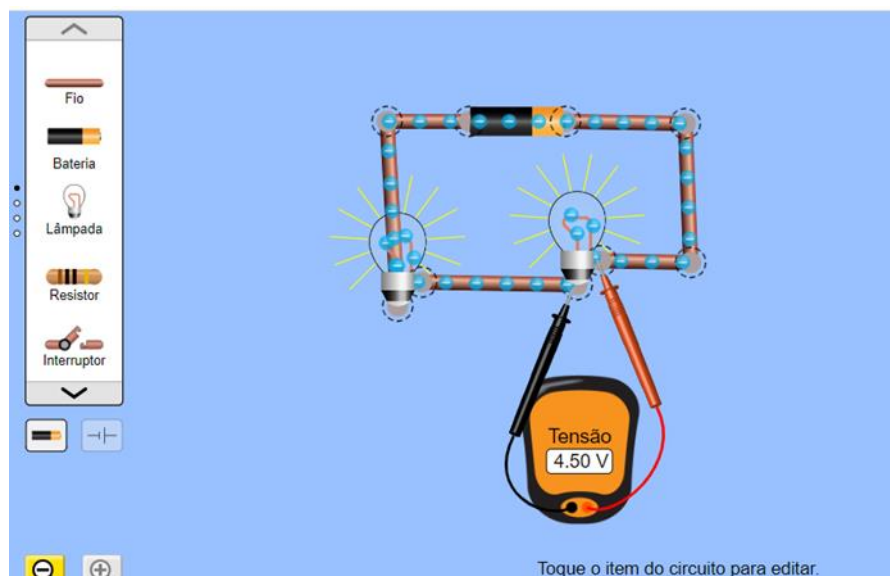
Existem inúmeros simuladores de circuitos eletrônicos disponíveis que podem ser utilizados para fins educacionais. Alguns possuem versões pagas, outros versões gratuitas. Também existem aqueles que podem ser utilizados pelo navegador da Internet e outros necessitam de instalação em HD de computadores. A seguir, listamos alguns desses simuladores e suas principais características:



### 2.5.1 PhET

O projeto PhET *Interactive Simulations (Physics Education Technology)* é uma iniciativa da Universidade do Colorado, que dispõe de um pacote de simulações auxiliares ao processo de Ensino de Matemática e Ciências (Física, Química, Ciências da Terra e Biologia). O PhET é disponibilizado na Internet através do sítio <https://phet.colorado.edu/> e pode ser livremente utilizado. Através das simulações interativas, o usuário pode investigar conexões entre fenômenos reais e a ciência básica através da formulação e teste de suas próprias hipóteses. Na matéria de Física, podemos encontrar simulações sobre movimento, som e ondas, trabalho, energia e potência, calor & termometria, fenômenos quânticos, luz e radiação e, finalmente, eletricidade, ímãs e circuitos. O PhET é um simulador amplamente utilizado, e um exemplo de simulação de eletricidade, ímãs e circuitos pode ser visualizado na Figura 3, onde pode-se perceber que ele também conta com alguns instrumentos de medidas elétricas.

Figura 3 - Simulação com PhET



Fonte: Autora, 2022.

As simulações disponíveis na plataforma buscam a interatividade do aluno permitindo-o determinar parâmetros e movimentar elementos dentro da simulação, criando condições diferentes e variando os resultados obtidos. Segundo Silva, Tavares e Silva (2018):

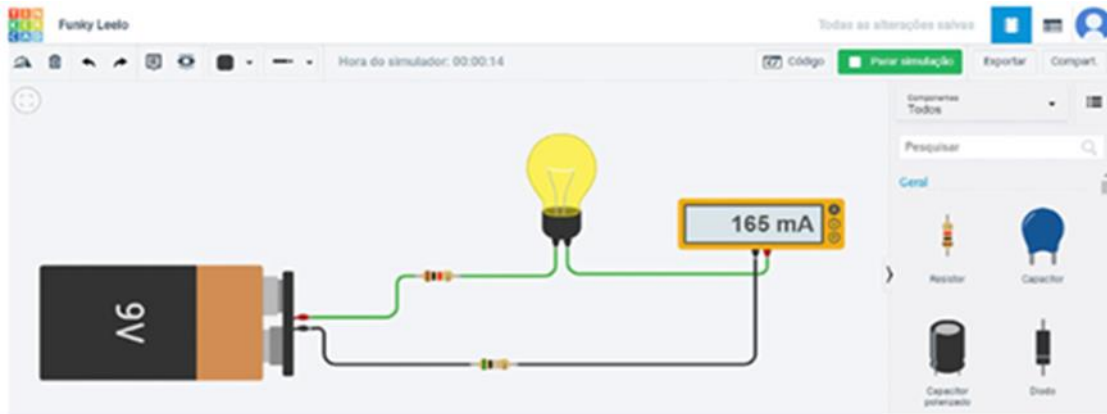
Os recursos interativos entre o usuário e o programa proporcionam ao estudante uma maior facilidade na compreensão do assunto em questão, na medida em que é possível manipular as variáveis envolvidas no fenômeno físico como massa, gravidade, velocidade, força entre outras. Essa interatividade faz do PhET um excelente recurso e que pode ser utilizado com sucesso no ensino de física (Silva, Tavares, Silva, 2018, p. 6).

### 2.5.2 *Tinkercad*

É uma ferramenta de desenvolvimento e simulador de projeto de circuito desenvolvido pela *AutoDesk*, permitindo que se projete o circuito, veja-o na *protoboard*, use o *Arduino*, simule o circuito e, eventualmente, programe o projeto, também. Entre as suas diversas aplicações, o *Tinkercad* pode ser utilizado como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) para projetos de ensino de circuitos eletrônicos, e pode ser acessado pelo endereço <https://www.tinkercad.com/>, onde pode ser realizada a inscrição. De acordo com o desenvolvedor *Autodesk*, “o *Tinkercad* é um aplicativo *Web* gratuito e fácil de usar que fornece a projetistas e engenheiros a próxima geração de habilidades fundamentais para inovação: projeto 3D, eletrônica e codificação” (AutoDesk, 2021, on-line).

Ele tem uma biblioteca de armazenamento de componentes eletrônicos, que pode ser acessada de forma simples, possibilitando a criação de experimentos virtuais que utilizam os mesmos componentes físicos de um laboratório de eletricidade real. Esse *software* possui diversos tipos de componentes eletrônicos, como resistores, capacitores, *leds*, baterias, lâmpadas, bem como instrumentos de medidas de grandezas elétricas. Tudo isso permite ao docente uma gama de possibilidades de aplicação em toda a disciplina de eletricidade. Leite Júnior *et al.* (2019, p. 159) mencionam que: “A plataforma possui uma biblioteca de armazenamento de componentes eletrônicos, onde, com um simples toque, o usuário consegue arrastar alguns componentes para montar um circuito e simular a sua execução.” A Figura 4 apresenta a interface do *Tinkercad* e a montagem de um circuito simples.

Figura 4 - Exemplo de montagem de um circuito no *Tinkercad*



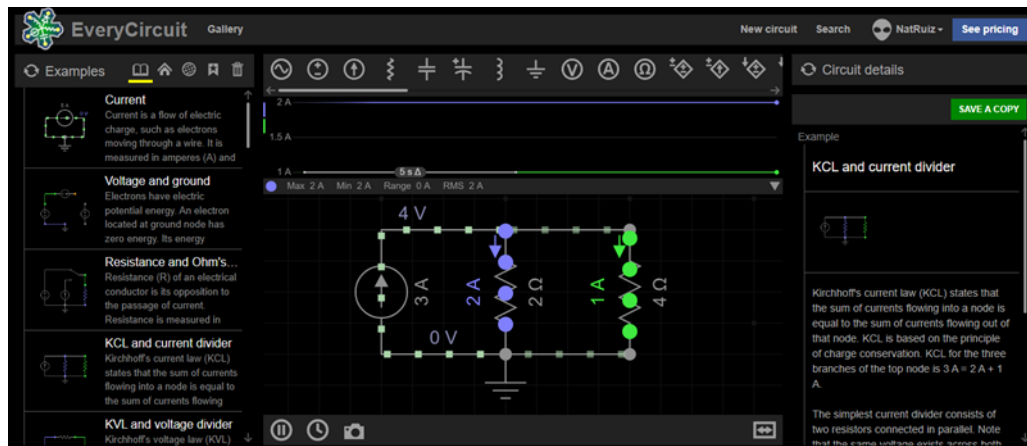
Fonte: Autora, 2022.

Outro aspecto que torna esse simulador uma ferramenta de interesse para atividades de experimentação remota é a facilidade de ser acessado pelos alunos, uma vez que basta dispor de Internet e realizar um cadastro simples, mas que permite também acesso através de uma conta *Google*. Também, é importante destacar que esse simulador apresenta os componentes da sua biblioteca compatíveis com a realidade, tanto no funcionamento como na aparência.

### 2.5.3 *EveryCircuit*

O *EveryCircuit* é um *software* simulador de circuitos elétricos, desenvolvido principalmente com o intuito educacional. Contém uma gama de componentes eletrônicos para montagem e simulação desses circuitos, e é oferecido por uma plataforma on-line que permite sua utilização sem a necessidade de instalação em um computador, podendo ser acessado pelo endereço <https://everycircuit.com/>. Também está disponível em dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* por meio de aplicativos disponíveis nas lojas virtuais, como *Google Play* e *Apple Store*. O programa apresenta uma versão gratuita de demonstração com funcionalidades limitadas, bem como uma versão paga que concede acesso a todas as funcionalidades. Na Figura 5 observa-se um exemplo de configuração de uma associação em paralelo de resistores. Na imagem observamos os valores da tensão e da corrente elétrica em cada parte de circuito, o sentido da corrente, assim como a configuração de montagem do circuito utilizando o símbolo elétrico do resistor, da fonte de corrente e de terra.

Figura 5 - Exemplo de circuito no EveryCircuit



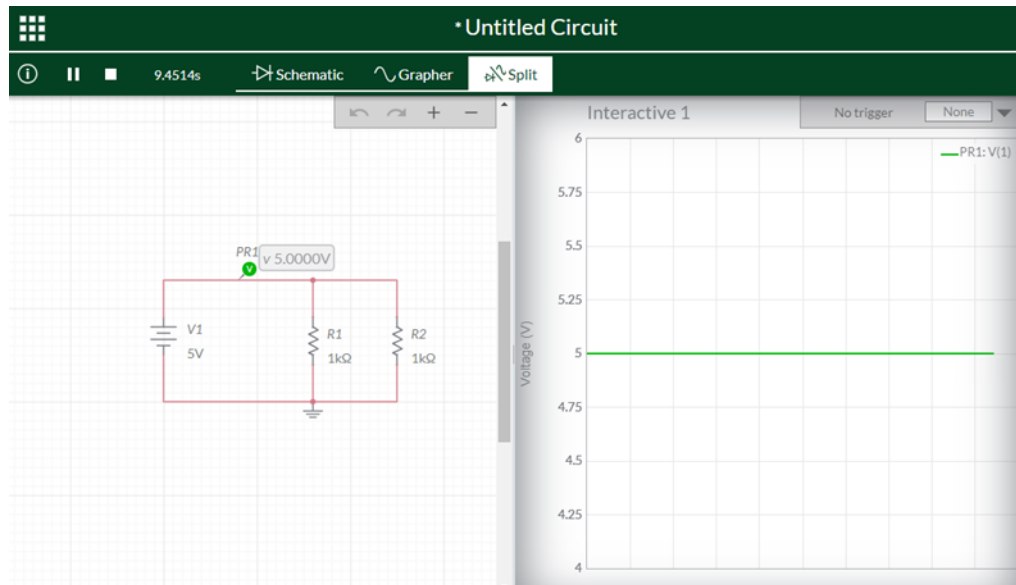
Fonte: Autora, 2023.

#### 2.5.4 MultiSim Live

Desenvolvido pela *National Instruments*, o *Multisim Live* é um recurso *on-line* do *Multisim* para *desktop*. Ele é um simulador de montagem de circuitos eletrônicos gratuito e que permite sua utilização sem a necessidade de instalação em um computador. Para isso, basta acessar o endereço <https://www.multisim.com/> e realizar um cadastro simples. Nesse simulador estão contidas todas as ferramentas necessárias para a montagem de circuitos com resistores, capacitores, diodos, transistores, portas lógicas digitais entre outros.

O *Multisim* se apresenta como uma ferramenta comportamental de circuitos elétricos, combinando recursos intuitivos e facilidade de utilização com o padrão industrial de simulação *SPICE* (Simulação com Ênfase em Circuitos Integrados) em um único ambiente integrado, abstraindo as complexidades e dificuldades de simulação tradicional. (MULTISIM, 2010).

Na Figura 6 observa-se um exemplo de configuração de uma associação em paralelo de resistores. Na imagem observamos o valor da tensão em um ponto do circuito, assim como a configuração de montagem utilizando o símbolo elétrico do resistor, da fonte de tensão e de terra.

Figura 6 - Exemplo de circuito no *Multisim Live*

Fonte: Autora, 2023.

Nossa proposta de ensino-aprendizagem visa aprimorar o entendimento de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico em telecomunicações, utilizando uma ferramenta de experimentação on-line como auxílio. Durante o desenvolvimento desse projeto, identificamos que uma das dificuldades enfrentadas pelos estudantes é a transposição dos diagramas elétricos, com os símbolos dos componentes, para a prática real de montagem com os componentes físicos.

Para superar esse obstáculo, optamos por adotar o *Tinkercad* como nossa ferramenta de experimentação. Essa escolha foi baseada em diversos fatores, como a gratuidade do *software*, a sua interface intuitiva e a representação próxima aos componentes reais.

Um dos principais benefícios do *Tinkercad* é a familiarização dos alunos com os componentes reais em ambiente virtual, e que serão utilizados nas aulas presenciais. Ao já terem tido contato prévio com a ferramenta de experimentação, os estudantes se sentirão mais confiantes e preparados para o momento prático das aulas, otimizando o tempo e maximizando a compreensão dos conceitos.

Dessa forma, ao utilizar o *Tinkercad* em nossa proposta de ensino-aprendizagem, pretende-se proporcionar aos alunos uma forma mais interativa de aprender sobre circuitos elétricos, facilitando o processo de aprendizagem, e preparando-os para um melhor desempenho nas atividades práticas em sala de aula.

## 2.6 AVALIAÇÃO POR RUBRICAS

A avaliação de atividades e desempenho de estudantes é uma parte importante no processo educacional. Por meio dela, os educadores podem medir o progresso dos alunos, identificar suas habilidades e áreas de melhoria, além de fornecer feedback construtivo para o aprimoramento contínuo.

As atividades avaliativas podem variar, desde provas e trabalhos escritos até projetos práticos e apresentações. É fundamental que as avaliações sejam justas, claras e alinhadas aos objetivos de aprendizagem estabelecidos no currículo.

Uma das abordagens eficazes para a avaliação é o uso de rubricas, que fornecem critérios claros para medir o desempenho dos alunos de forma objetiva e consistente. Segundo Brookhart (2013, p. 4), “uma rubrica é um conjunto coerente de critérios sobre o trabalho a ser realizado pelos estudantes que inclui descrições de níveis de desempenho (performance)”. Dessa forma, as rubricas ajudam a reduzir a subjetividade nas avaliações e garantem que os alunos sejam avaliados com base em critérios predefinidos, facilitando a comunicação do feedback de maneira mais construtiva.

Brookhart (2013) enfatiza que as rubricas não funcionam bem em trabalhos que envolvam respostas do tipo certo ou errado, questões de múltipla escolha ou questões que envolvam uma única resposta correta. Mendonça e Coelho (2018) destacam que as rubricas funcionam bem quando a avaliação incide sobre um objeto que requer a produção por parte do estudante, proporcionando uma reflexão mais nítida de seu desempenho. Nessa perspectiva, adotamos o uso de rubricas em nossa avaliação, pois pretendemos compreender a capacidade de montagem de circuitos eletrônicos e suas respectivas medidas elétricas por parte dos estudantes.

De acordo com Mendonça e Coelho (2018), para construir uma rubrica devemos, em primeiro lugar, determinar quais são os aspectos essenciais (critérios) que desejamos avaliar no trabalho dos alunos. Esses critérios devem estar alinhados com os objetivos de aprendizagem e as habilidades que desejamos desenvolver nos alunos. Também devemos determinar os diferentes níveis de desempenho que os alunos podem alcançar em cada critério. Esses níveis devem ser descritos de forma clara e objetiva, indicando o que é esperado em cada nível. Para cada nível de desempenho, em cada critério, é necessária uma descrição que explique o que os alunos precisam fazer para alcançar esse nível. Essas descrições devem ser

específicas, e devem fornecer exemplos concretos do que é esperado em cada nível. Essa organização da rubrica pode ser visualizada no Quadro 2.

Quadro 2 – Composição de uma rubrica

	Nível de desempenho 1	Nível de desempenho 2	Nível de desempenho 3
Critério 1	descrição	descrição	descrição
Critério 2	descrição	descrição	descrição
Critério 3	descrição	descrição	descrição
Critério 4	descrição	descrição	descrição

Fonte: Adaptado de Stevens e Levi, 2005 *apud* Mendonça; Coelho, 2018

As rubricas podem ser de dois tipos, holísticas ou analíticas/descritivas. “Uma rubrica holística é geralmente elaborada para fornecer uma classificação geral do trabalho de um aluno, e é frequentemente associada com critérios que, tomados em conjunto, resultam em uma única nota para esse trabalho” (Bender, 2014, p. 133).

Continuando, segundo Bender (2014, p. 133), “[...] uma rubrica analítica proporciona múltiplos indicadores que permitem a análise de várias partes de uma tarefa como todo”. Portanto, adotamos nessa proposta de ensino-aprendizagem rubricas analíticas, pois pretendemos ter uma avaliação mais específica e detalhada.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo descrevemos as etapas e execução de um estudo de caso, realizado para avaliar nossa proposta de ensino-aprendizagem. O estudo de caso foi desenvolvido na Escola Técnica Estadual República, pertencente à rede Faetec, no período de 01 de junho de 2023 a 13 de julho de 2023, com 25 (vinte e cinco) estudantes do ensino médio técnico de telecomunicações. O projeto desta pesquisa teve a aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa em 20 de junho de 2022, sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 58776622.5.0000.5283 (Anexo 3).

O estudo de caso é uma abordagem de pesquisa que emprega, frequentemente, dados qualitativos obtidos de eventos reais, visando a explicação, exploração ou descrição de fenômenos atuais dentro de seu contexto específico. Essa metodologia se destaca por sua natureza minuciosa e abrangente, concentrando-se em poucos, ou até mesmo em um único objeto de estudo, a fim de fornecer um entendimento profundo e detalhado (Eisenhardt, 1989; Yin, 2009).

O estudo de caso não busca a generalização de seus resultados, mas sim a compreensão e interpretação mais profunda dos fatos e fenômenos específicos. Embora não possam ser generalizados, os resultados obtidos devem possibilitar a disseminação do conhecimento, por meio de possíveis generalizações ou proposições teóricas que podem surgir do estudo. (YIN, 2001).

Bruney, Herman e Schoutheete (in DUARTE e BARROS, 2006, p. 216) definem estudo de caso como “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.” Para eles, o estudo de caso reúne, tanto quanto possível, informações numerosas e detalhadas para apreender a totalidade de uma situação. A escolha do estudo de caso nesta pesquisa foi justificada pelas características do método, que permitem a coleta de dados qualitativos em um contexto específico. No caso, os dados foram coletados nas aulas de laboratório de eletricidade do curso técnico de telecomunicações, onde os pesquisadores buscam compreender se a aprendizagem de circuitos elétricos é favorecida com a aplicação de uma proposta de ensino aprendizagem, que adota uma ferramenta de experimentação *online*. Os investigadores não têm a intenção de generalizar os resultados encontrados; ao contrário, esta pesquisa visa contribuir para o currículo da disciplina de Laboratório de



Eletricidade na Instituição de Ensino onde foi conduzida. No entanto, as conclusões adquiridos constituem conhecimento relevante sobre o tema em análise.

O processo de pesquisa de estudo de caso, de acordo com Yin (2010), envolve várias etapas: planejamento do estudo de caso, coleta de dados, análise de dados e relatório. Nas seções seguintes, detalharemos o planejamento do estudo de caso, as etapas de execução e a coleta de dados, os desvios encontrados e avaliação da validade, respondendo as questões de pesquisa e a discussão dos aspectos relevantes do estudo.

### 3.1 PLANEJAMENTO

Nesta seção apresentamos a descrição das questões de pesquisa, os participantes do estudo de caso, os recursos utilizados, as unidades de análise e os procedimentos para coleta de evidências.

#### 3.1.1 Questões da Pesquisa

O objetivo principal dessa pesquisa é elaborar e aplicar uma proposta de ensino aprendizagem, com adoção de uma ferramenta de experimentação *online*, para auxiliar na aprendizagem de circuitos elétricos. Para isso, uma questão fundamental motivou essa pesquisa: Em que aspectos uma proposta de ensino-aprendizagem, com adoção de uma ferramenta de experimentação *online*, contribui para a aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico de telecomunicações? Para alcançar o objetivo principal da pesquisa, é necessário desdobrar a questão fundamental motivadora em cinco questões secundárias:

- 1) Em que sentido o planejamento da proposta melhora as habilidades dos estudantes para associarem o esquema elétrico de circuitos com a respectiva montagem física com componentes reais?
- 2) Em que sentido a proposta de ensino-aprendizagem melhora as habilidades dos estudantes para calcular os valores de medidas em circuitos elétricos?

- 3) Em que sentido a proposta de ensino-aprendizagem melhora as habilidades dos estudantes para identificar e definir os procedimentos de medidas em componentes elétricos?
- 4) Em que sentido a proposta de ensino-aprendizagem melhora as habilidades dos estudantes para identificar desvios nos valores das medidas em circuitos elétricos?
- 5) Quais são as limitações observadas na implementação da proposta de ensino-aprendizagem?

### 3.1.2 Participantes da Pesquisa

Foram convidados para participar da pesquisa 32 (trinta e dois) alunos de uma turma do primeiro ano do EM integrado do técnico em Telecomunicações da Escola Técnica Estadual República, localizada no bairro de Quintino na cidade do Rio de Janeiro. Porém, somente 25 alunos constituem os participantes da pesquisa. Esses estudantes têm contato com a teoria da eletricidade em uma disciplina específica teórica, chamada Eletricidade, sendo a disciplina de Laboratório de Eletricidade responsável pela parte prática do conteúdo. O currículo do Curso Técnico de Telecomunicações da rede de ensino onde ocorreu a aplicação desse estudo de caso encontra-se no Anexo 2. A ementa da disciplina Laboratório de Eletricidade encontra-se no Anexo 1.

Os participantes da pesquisa foram convidados a colaborar a partir do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que consta no Anexo 3 deste trabalho. Após o aceite, que foi obtido a partir da assinatura dos responsáveis e alunos no TCLE, concordando com a participação na pesquisa, foi estabelecido o quantitativo real de participantes como 25 alunos.

Ainda, na caracterização do grupo dos participantes pesquisados, utilizamos um questionário Socioeconômico-Educacional, disponível no Apêndice A, visando a coleta dos dados de identificação destes estudantes. Dos estudantes participantes, 52% afirmam dedicar 4 horas ou mais durante a semana para estudos fora da sala de aula. Outros 16% dedicam 3 horas para essa finalidade, enquanto 32% relatam estudar apenas antes de provas.

Em relação à utilização de computadores, 96% disseram possuir acesso para fins de lazer ou trabalhos escolares, enquanto os outros 4% afirmaram não possuir acesso.

Quando questionados sobre a situação de utilização do computador ao qual tinham acesso, os resultados foram os seguintes: dos 96% de alunos que disseram possuir acesso, 33,3% responderam que usavam com exclusividade, 54,16% afirmaram que o acesso era compartilhado, e 12,5% disseram que, apesar de o computador não pertencer a eles, podiam utilizá-lo quando quisessem. 96% afirmaram que possuíam acesso à Internet, tanto pelo computador quanto pelo celular, sendo apenas 4% que apontaram o acesso à Internet apenas pelo celular.

Além disso, quando questionados sobre suas maiores dificuldades ao receberem atividades de um professor em um laboratório, os estudantes relataram: interpretação do que deve ser feito na atividade, identificação das ligações da placa de prototipagem, identificação de componentes e realização das montagens solicitadas.

### 3.1.3 Recursos

Para a condução do estudo de caso, foram previstos os seguintes recursos:

- Laboratório de Eletricidade contendo resistores de diversos valores, multímetros, placas de prototipagem e fontes de tensão de bancada, para as aulas presenciais onde os alunos montaram os circuitos propostos pelo professor;
- Laboratório de Redes de Computadores contendo 15 computadores com acesso à Internet e *data show*, para a apresentação da proposta de ensino-aprendizagem aos alunos, cadastro na plataforma de experimentação *online Tinkercad* ;
- 4 RAs, sendo 2 para a pré-aula de laboratório e 2 para a aula de laboratório, onde os alunos encontraram o passo -a- passo das atividades a serem realizadas;
- Videoaulas de terceiros, para reforço dos conceitos teóricos necessários;

### 3.1.4 Planejamento da Aplicação

O planejamento da implementação deste estudo de caso prevê sua aplicação em oito momentos distintos, conforme descrito abaixo:

- Momento 1 (1 hora-aula): Atividade presencial no Laboratório de Eletricidade com apresentação da proposta do estudo aos alunos, explicação da metodologia que seria utilizada, o que seria esperado dos alunos durante os próximos momentos e entrega do TCLE para envio ao responsável;
- Momento 2 (2 horas-aula): Atividade presencial no Laboratório de Redes de Computadores com a demonstração da ferramenta de experimentação *on-line* escolhida para auxiliar as atividades remotas, bem como as instruções de cadastro nessa plataforma. Apresentação do Ambiente Virtual de Aprendizagem que suportou as atividades propostas e solicitação do preenchimento do Questionário Sócio-Econômico-Educacional;
- Momento 3 (2 horas-aula): Aplicação da Avaliação Diagnóstica;
- Momento 4 (2 horas): Atividade remota referente ao Roteiro de Aprendizagem (RA) Pré-aula 01 – Circuito Série de Resistores com Corrente Contínua;
- Momento 5 (2 horas-aula): Atividade presencial referente ao RA Presencial 01 – Montagem e Medidas de Circuito Série de Resistores com Corrente Contínua e aplicação de questionário avaliativo do experimento;
- Momento 6 (2 horas): Atividade remota referente ao RA Pré-aula 02 – Circuito Paralelo de Resistores com Corrente Contínua;
- Momento 7 (2 horas-aula): Atividade presencial referente ao RA Presencial 02 – Montagem e Medidas de Circuito Paralelo de Resistores com Corrente Contínua e aplicação de questionário avaliativo do experimento;
- Momento 8 (2 horas-aula): Aplicação de questionário avaliativo.

### 3.1.5 Unidades de Análise

Em nosso estudo de caso avaliamos o desempenho individual e em pares dos estudantes, ao trabalharem as habilidades para identificar a montagem de circuitos eletrônicos; calcular valores esperados das medidas de tensões, correntes e resistências; identificar e definir os procedimentos de medidas em componentes eletrônicos; identificar e interpretar as discrepâncias entre os valores calculados e medidos de tensões, correntes e resistências. Também consideramos, de forma qualitativa, as percepções e dificuldades dos estudantes ao realizarem a proposta de ensino.

As unidades de análise estipuladas foram verificadas nos instrumentos de coleta de dados: Avaliação Diagnóstica, RAs Presenciais e Avaliação de Desempenho. A resolução desses instrumentos de coleta de dados nos forneceu feedback sobre a aprendizagem dos estudantes, e nos ajudaram a entender seu desenvolvimento. Esse procedimento foi importante para que pudéssemos analisar o desempenho de cada estudante em cada habilidade trabalhada. Com base nas respostas, podemos fornecer feedback para que os estudantes pudessem corrigir seus erros e melhorar seu desempenho antes dos próximos RAs Presenciais ou da Avaliações de Desempenho. Dessa forma, os estudantes ficam cientes dos critérios de avaliação e do formato da Avaliações de Desempenho antecipadamente.

Devido às características da nossa proposta de ensino-aprendizagem, utilizamos rubricas analíticas para obter os resultados sobre os critérios definidos para cada uma das habilidades. Com esses resultados, foi possível construir um diagnóstico sobre cada instrumento didático avaliado.

Nas rubricas que definimos, os níveis de desempenho são dispostos de forma gradativa, da seguinte forma: Ótimo, Bom, Regular e Insuficiente. Para atingir bons resultados em cada habilidade, o estudante deve atingir os conceitos Ótimo e Bom. A rubrica analítica desenvolvida está apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Rubricas Avaliativas

Conceitos	Habilidades			
	Associar o esquema elétrico de circuitos com a respectiva montagem física a partir de componentes reais	Calcular valores de resistência equivalentes, tensões e correntes	Identificar e realizar os procedimentos de medidas em circuitos elétricos	Identificar e interpretar as diferenças entre os valores
Ótimo	Capaz de identificar e descrever com precisão os componentes de circuitos elétricos complexos, montar circuitos mais elaborados e solucionar problemas em montagens	Realiza cálculos corretos de medidas em circuitos elétricos e demonstra habilidades de análise matemática aplicada à circuitos	Capaz de identificar corretamente os principais instrumentos e escalas do multímetro, realizar corretamente medidas de resistência, tensão e corrente, e interpretar os resultados	Capaz de identificar e interpretar com precisão as discrepâncias
Bom	Capaz de identificar corretamente os componentes básicos de um circuito elétrico e montar circuitos simples com precisão e segurança	Realiza cálculos simples de medidas em circuitos elétricos e demonstra compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos	Capaz de identificar corretamente os principais instrumentos e escalas do multímetro e realizar medidas de tensão, corrente e resistência corretamente	Identifica corretamente as discrepâncias entre os valores calculados e medidos, compreende a importância da análise crítica dos resultados, e é capaz de explicar de forma adequada algumas das razões para as diferenças encontradas
Regular	Capaz de identificar alguns componentes básicos de um circuito elétrico montar circuitos simples com ajuda	Realiza cálculos simples de medidas em circuitos elétricos com ajuda, e ainda comete alguns erros de cálculos	Capaz de identificar alguns instrumentos e escalas do multímetro, mas não sabe realizar medidas	Consegue identificar algumas discrepâncias entre os valores calculados e medidos, compreende a importância da comparação, mas tem dificuldade em explicar as diferenças encontradas
Insuficiente	Não é capaz de identificar corretamente os componentes básicos de circuito elétrico e não consegue montar um circuito simples	Não consegue realizar cálculos relacionados a medidas em circuitos elétricos e comete erros básicos em cálculos	Não sabe identificar as escalas do multímetro e não sabe realizar medidas	Não consegue identificar discrepâncias entre os valores calculados e medidos, não compreende a importância da comparação entre esses valores e não consegue possíveis para as diferenças encontradas

Fonte: Quadro elaborado pela Autora, 2023

### 3.1.6 Coleta de Dados

Os instrumentos utilizados para coletar os dados avaliaram o desempenho individual de cada aluno durante a implementação da proposta de ensino-

aprendizagem nos Momentos 2, 3, 5, 7 e 8. No entanto, após os Momentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, todos os alunos receberam *feedbacks* referentes aos seus respectivos desempenhos. Cabe ressaltar que, os instrumentos de coletas de dados foram construídos inspirados no conceito de Rubrica, que é um conjunto coerente de critérios sobre o trabalho a ser realizado pelos estudantes, que inclui descrições de níveis de desempenho por habilidade a ser trabalhada. Utilizamos, também, instrumentos não dependentes de rubricas, utilizados para auxílio em análises comportamentais. Abaixo, listamos os instrumentos e seus respectivos momentos de aplicação:

- Questionário Socioeconômico-Educacional: Planejado para caracterização dos sujeitos observados na pesquisa. Este questionário está disponível no Apêndice B;
- Avaliação Diagnóstica: Foi planejada para ser aplicada antes do primeiro RA Pré-Aula 1, com a função de verificar o nível em que os estudantes se encontravam em função de seus conhecimentos prévios;
- Momento 5 e 7 - Presencial: Questionários de Experimentos e Melhorias aplicados após a realização da aula presencial em laboratório, na qual os estudantes executaram os RAs 5 e 7 em pares, porém responderam individualmente ao instrumento de coleta de dados. Após concluir cada RA, os estudantes também faziam observações, sugestões ou críticas sobre o instrumento utilizado;
- Momento 8 - Avaliação de Desempenho;
- Observações realizadas durante a execução do estudo de caso.

A Figura 7 apresenta a relação dos cinco instrumentos de coleta de dados pelos momentos de aplicação planejados.

Figura 7 – Instrumentos de coleta de dados / momentos



## 3.2 EXECUÇÃO

Nesta seção, descrevemos a execução do estudo de caso. Apresentamos o cronograma de execução dos momentos planejados e a descrição dos acontecimentos nos respectivos períodos.

A proposta de ensino-aprendizagem foi aplicada como parte do conteúdo programático da disciplina Laboratório de Eletricidade, pertencente a grade curricular do Curso Técnico de Telecomunicações da FAETEC. Dessa forma, as atividades foram conduzidas como atividades da própria disciplina, cujo desempenho compôs a avaliação trimestral.

A execução do planejamento da proposta de ensino-aprendizagem demandou 11 horas/aula para os momentos presenciais 1, 2, 3, 5, 7 e 8, assim como 4 h para os momentos pré-aula 4 e 6, realizados remotamente pelos estudantes. No Quadro 4, resumimos as datas dos momentos e atividades que foram realizadas.

Quadro 4 – Cronograma de Atividades

Momentos	Períodos	Atividades
1	01/06/2023	Apresentação da proposta de ensino-aprendizagem, explicação da metodologia que seria utilizada, o que seria esperado dos alunos durante os próximos momentos, entrega TCLE.
2	15/06/2023	Demonstração da ferramenta de experimentação. Preenchimento do Questionário Socio-Econômico-Educacional.
3	22/06/23	Aplicação da Avaliação Diagnóstica e postagem do RA Pré-aula 01.
4	23/06/23 a 28/07/23	RA Pré-aula 01
5	29/06/2023	RA Aula Presencial 01 e postagem do RA Pré-aula 02.
6	30/06/23 a 05/07/2023	RA Pré-aula 02
7	06/07/2023	RA Aula Presencial 02
8	13/07/2023	Aplicação da Avaliação de Desempenho

Fonte: Quadro elaborado pela Autora, 2023

Os momentos são descritos a seguir, assim como detalhes de suas ocorrências.

### 3.2.1 Momento 1

No dia 01 de junho de 2023, realizamos a apresentação da proposta de ensino-aprendizagem aos alunos participantes, com o objetivo de esclarecer detalhadamente



as atividades que seriam desenvolvidas. Durante a apresentação, buscamos fornecer informações abrangentes para que os alunos compreendessem claramente os planos e o propósito do projeto em que estariam envolvidos.

Dentre os principais tópicos abordados, destacamos o modelo de sala de aula invertida, os RAs para Estudos Presenciais e Estudos Pré-aulas, assim como as tarefas inclusas nesses roteiros. Também explicamos, detalhadamente, o sistema de avaliações baseado em rubricas e os critérios de avaliação de desempenho.

Outro aspecto relevante abordado foi o suporte a eventuais dúvidas e o canal utilizado (*e-mail*). Além disso, enfatizamos a importância dos *feedbacks* frequentes do professor, visando o constante aprimoramento do aprendizado.

Destacamos a imprescindibilidade da execução de todas as tarefas e o respeito aos prazos estabelecidos, enfatizando a relevância de se manterem em dia com as atividades para um melhor aproveitamento da proposta.

Por fim, durante a apresentação, entregamos o TCLE para que os responsáveis pudessem ler, entender e preencher devidamente, garantindo a ciência e autorização necessárias para a participação dos alunos no projeto.

### 3.2.2 Momento 2

No dia 15 de junho, realizamos um encontro com os alunos no Laboratório de Redes de Computadores, onde eles foram organizados em duplas devido à quantidade de computadores disponíveis. O objetivo desse encontro era dar continuidade ao planejamento do Momento 2 da pesquisa, e apresentar aos estudantes uma série de informações essenciais para o desenvolvimento das atividades.

Primeiramente, introduzimos a todos a ferramenta de experimentação *on-line* chamada *Tinkercad*. Essa plataforma possibilita aos alunos realizarem experimentos virtuais, e por isso, fornecemos instruções detalhadas sobre como criar suas contas e começar a utilizar a ferramenta.

Além disso, enviamos para o *e-mail* dos estudantes o tutorial para cadastro e acesso ao *Tinkercad*, caso ainda restassem dúvidas sobre o acesso à ferramenta.

Em seguida, explicamos o propósito e a importância do Questionário Socioeconômico-Educacional, apresentado no Apêndice B, enfatizando que ele fazia

parte da pesquisa em que eles estavam participando. Todos os presentes concordaram em preencher o questionário de forma individual.

Esse encontro foi uma oportunidade valiosa para que os alunos se familiarizassem com a ferramenta e recursos essenciais para o desenvolvimento das atividades do projeto. Além disso, a coleta de dados por meio do Questionário Sócio-Econômico-Educacional permitiu obter informações fundamentais para a pesquisa em andamento. Todos os aspectos planejados foram abordados de forma clara e os alunos participaram ativamente do processo, demonstrando interesse e colaboração.

### 3.2.3 Momento 3

No dia 22 de junho, aplicamos individualmente a Avaliação Diagnóstica, presente no Apêndice C. Essa avaliação foi aplicada em uma sala de aula da escola. É importante destacar que, a disciplina experimental deve ser cursada em paralelo com a disciplina teórica chamada Eletricidade, e nesse sentido, os estudantes devem ter previamente adquirido familiaridade com o conteúdo apresentado.

Ao final da avaliação, os estudantes foram informados que o primeiro RA Pré-aula seria enviado para o *e-mail* da conta de estudantes de cada um. Também foi enfatizado a importância da resolução das atividades remotas e informado que eles receberiam o feedback da Avaliação Diagnóstica por *e-mail*.

### 3.2.4 Momento 4

Durante a semana de 23 de junho a 28 de junho, os estudantes resolveram individualmente o RA Pré-Aula 01, que abordava questões relacionadas a circuitos série de resistores com corrente contínua. Essa atividade foi enviada para o *e-mail* dos estudantes, e foi realizada remotamente por eles.

O material apresentado abrangeu explicações detalhadas sobre os componentes básicos de um circuito elétrico em corrente contínua, incluindo o cálculo das variáveis envolvidas e a montagem de circuitos em série. Além disso, ofereceu uma visão geral da ferramenta on-line de experimentação, o *Tinkercad*, proporcionando aos alunos a oportunidade de revisar a ferramenta vista no Momento 2.

A atividade envolveu exercícios teóricos, que tinham como objetivo consolidar os conceitos abordados no material apresentado, bem como um exercício prático que propôs aos estudantes montar circuitos no *Tinkercad*, aplicando os conhecimentos adquiridos de forma concreta.

Como forma de feedback do professor, foi enviado no dia 28 de junho um *e-mail* aos estudantes com a solução dos exercícios propostos e uma sugestão de montagem dos circuitos pedidos.

Alguns alunos informaram que tiveram dificuldades com o uso da ferramenta de experimentação *online*, *Tinkercad*, no celular. Sendo orientados a realizarem a atividade em um computador ou *tablet*, que possuem uma tela maior e assim permite a montagem das experimentações. Apenas um aluno não tinha acesso a computador, então a atividade remota foi realizada no laboratório de redes de computadores da escola, em uma hora vaga no horário do estudante.

### 3.2.5 Momento 5

Para a atividade presencial, o ambiente físico do laboratório de eletricidade foi preparado para receber os participantes, sendo organizado com os recursos necessários para a montagem e medidas de circuito série de resistores com corrente contínua. Os materiais, como resistores, fonte de alimentação, multímetros e protoboards, foram dispostos de forma acessível em cada bancada do ambiente. Devido a quantidade de espaço e materiais disponíveis, os alunos foram divididos em sete trios e duas duplas de trabalho.

No início da aula do dia 29 de junho, perguntamos aos alunos sobre a percepção da atividade prévia remota realizada por eles. Segundo os relatos, todos conseguiram acessar facilmente o material de estudo e responder às atividades propostas através do respectivo formulário. No entanto, ao abordarmos a montagem dos circuitos sugeridos, alguns alunos mencionaram ter enfrentado dificuldades na organização dos componentes na placa de prototipagem, especialmente nos circuitos das configurações 3 e 4, que envolviam 3 resistores. Além disso, eles relataram que preferiam realizar a atividade em seus aparelhos celulares, mas depararam-se com limitações no uso da ferramenta de experimentação on-line nesse contexto, sendo obrigados a realizá-la no computador.

Durante a discussão sobre a atividade remota, trouxemos à tona questionamentos, que abordavam: o que os alunos haviam observado em relação à utilização do LED nos circuitos montados, quais limitações desse componente foram notadas por eles e forma de operação dos circuitos.

Após o momento inicial da aula, entregamos o RA Presencial 01. Em primeiro lugar, os alunos tiveram que resolver um problema onde a solução era uma composição de valores de resistores encontrados sobre a bancada do laboratório.

Assim, eles deveriam ler o código de cores dos resistores, identificar os valores e realizar as somas, pois se tratava de associação em série de resistências. Todos atingiram o resultado esperado, sem problemas. Sendo assim, realizaram a montagem na placa de prototipagem, e não foram observadas dificuldades na realização do procedimento.

Após identificarem os valores dos resistores em série, os estudantes calcularam a resistência equivalente do circuito, a corrente total e a tensão sobre cada resistor. Na sequência, realizaram medidas com um multímetro.

A primeira medida foi a resistência equivalente. Era esperado que os alunos não conectassem a fonte de tensão ao circuito para essa medida, mas apenas dois estudantes fizeram isso corretamente. A segunda medida foi a tensão, que foi realizada corretamente por todos.

A terceira medida solicitada foi a corrente do circuito. Nesse ponto, uma dupla de estudantes e um trio apresentaram dificuldades no procedimento de realização da medida, pois lembravam que o circuito deveria ser “aberto” e que o multímetro deveria ser inserido no circuito em série, porém não identificaram em quais pontos as ponteiros deveriam ser inseridas. Após o auxílio do professor, esses alunos conseguiram realizar a medida da corrente corretamente.

### 3.2.6 Momento 6

Durante a semana de 30 de junho a 5 de julho, os estudantes resolveram individualmente o RA Pré-Aula 02, que abordava questões relacionadas a circuitos paralelo de resistores com corrente contínua. Essa atividade foi enviada por *e-mail* aos alunos, e realizada remotamente pelos estudantes.

O material apresentado abrangeu um texto sobre associação em paralelo de resistores com a apresentação dos cálculos envolvidos, e a indicação de um vídeo sobre o assunto.

A atividade também envolveu exercícios teóricos, que tinham como objetivo consolidar os conceitos abordados no material apresentado, bem como um exercício prático que propôs aos estudantes montar um circuito no *Tinkercad*, aplicando os conhecimentos adquiridos de forma concreta.

Como forma de *feedback* do professor, foi enviado no dia 5 de julho um *e-mail* aos estudantes com a solução dos exercícios propostos e uma sugestão de montagem do circuito pedido.

Novamente, alguns alunos informaram que tiveram dificuldades com o uso da ferramenta de experimentação *on-line Tinkercad* no celular. O professor orientou os alunos a realizarem a atividade em um computador ou tablet, que possuem uma tela maior e permitem a montagem das experimentações com mais facilidade. Um aluno não possuía acesso a computador, então a atividade remota foi realizada no laboratório de redes de computadores da escola, em uma hora vaga no horário do estudante.

### 3.2.7 Momento 7

O laboratório de eletricidade foi preparado para a atividade presencial, com os recursos necessários para a montagem e medidas de circuito paralelo de resistores com corrente contínua. Os materiais foram dispostos de forma acessível em cada bancada, de acordo com a quantidade de espaço e materiais disponíveis. Os alunos foram divididos em sete trios e duas duplas de trabalho.

No início da aula do dia 6 de junho, perguntamos aos alunos sobre a percepção da atividade prévia remota realizada por eles. Segundo os relatos, todos conseguiram acessar facilmente o material de estudo e responder às atividades propostas. Os estudantes também relataram que tiveram acesso às respostas dos exercícios enviadas posteriormente. Todos os estudantes afirmaram que realizaram todas as atividades propostas sem dificuldades.

Durante a discussão sobre a atividade remota, trouxemos à tona questionamentos, que abordavam situações cotidianas como exemplo das ligações

em paralelo, como a ligação dos eletrodomésticos das residências na tomada e os perigos das ligações com o chamado “benjamin”<sup>1</sup>.

Após o início da aula, fornecemos o RA Presencial 02. Os estudantes completaram as duas montagens sugeridas sem encontrar qualquer dificuldade. Da mesma forma, não tiveram problemas ao realizar os cálculos e medir os resultados.

Depois de todos os alunos terminarem o RA Presencial 02, efetuamos uma conversa sobre os principais pontos das associações em série e paralelo como forma de revisar tais aspectos, pois no encontro seguinte foi realizado a avaliação de desempenho.

### 3.2.8 Momento 8

No dia 13 de julho, foi realizada a Avaliação de Desempenho individual dos estudantes, com o objetivo de verificar a evolução no desenvolvimento das habilidades desejadas.

O laboratório de eletricidade foi preparado com os materiais dispostos de forma acessível em cada bancada, levando em consideração a quantidade de espaço existente. Foram preparadas 10 bancadas e os estudantes tiveram trinta minutos para realizar as atividades propostas. Portanto, nos primeiros 30 minutos, o primeiro grupo de 10 alunos realizou a avaliação, nos 30 minutos seguintes o próximo grupo de 10 alunos fez o mesmo, e, finalmente, nos últimos 30 minutos da aula, o grupo restante de 5 alunos completou a avaliação.

### 3.3 DESVIOS

Durante a realização do estudo de caso, enfrentamos a ocorrência de dois imprevistos que precisaram ser superados para dar continuidade à intervenção pedagógica. Ausência de alunos nos encontros presenciais e falta da entrega do TCLE por alguns estudantes.

Tivemos a ausência de 3 alunos no encontro presencial de 13 de junho de 2023, e a falta de entrega o TCLE de 4 alunos. Assim, consideramos como total de participantes da pesquisa 25 estudantes.

---

<sup>1</sup> Plugue múltiplo, peça que permite a conexão de dois ou mais aparelhos elétricos numa só tomada. Disponível em: <https://www.aulete.com.br/Benjamim>.

### 3.4 AVALIAÇÃO DA VALIDADE

No estudo de caso proposto, consideramos quatro tipos de validações como critérios de julgamento sobre a qualidade do projeto de pesquisa. Essas validações são: validade interna, externa, de conclusão e de construção.

#### 3.4.1 Validade Interna

De acordo com Yin (2010), a validade interna em estudos de caso é importante para estabelecer uma relação causal entre as condições que levam a outras condições, diferenciando-as de relações espúrias. Isso significa que é necessário garantir que as conclusões do estudo sejam baseadas em evidências sólidas, e que os métodos utilizados sejam adequados para responder às perguntas de pesquisa.

Com o objetivo de garantir a validade interna para nossa proposta de ensino-aprendizagem, cujo objetivo é observar se houve melhorias nas habilidades dos alunos no Laboratório de Eletricidade, alguns cuidados foram tomados:

- Procuramos instruir os conteúdos de circuitos série de resistores e circuitos paralelos de resistores de forma que todos os alunos tivessem as mesmas oportunidades de aprendizagem, com detalhamentos suficientes para a resolução das atividades propostas;
- Garantimos que todos os alunos tivessem acesso igualitário as orientações e recursos no decorrer da execução do estudo.

#### 3.4.2 Validade Externa

Conforme Yin (2010), a validade externa refere-se à generalização dos resultados de um estudo de caso para outras situações ou contextos além dos casos específicos investigados.

Neste estudo de caso, nossa intenção é avaliar a proposta de ensino-aprendizagem em um contexto real de sala de aula, sem buscar generalizações dos dados. Porém, acreditamos que outros professores podem se apoiar na nossa prática e executar estudos futuros, consolidando dados mais gerais.

### 3.4.3 Validade de Conclusão

Tem por objetivo o relacionamento estatístico, com uma dada relevância. Como neste estudo não consideremos um grupo de controle, não é possível estabelecer relacionamentos estatísticos. Assim, a pesquisa se utilizou dos dados qualitativos para fornecer uma avaliação da proposta de ensino-aprendizagem em um ambiente real de sala de aula.

### 3.4.4 Validade de Construção

Considerou-se que mudanças envolvendo os sujeitos da pesquisa podem impactar na replicação dos estudos. Para prever possíveis desvios, foram adotadas as seguintes medidas:

- Utilização de várias fontes de evidências durante a coleta de dados;
- Utilização de rubricas que estabelecem os mesmos critérios para avaliação do desempenho dos estudantes;
- Avaliação sobre os conhecimentos prévios dos estudantes quanto à eletricidade.

No próximo capítulo, apresentamos os resultados e discussões oriundos da aplicação desta proposta de ensino-aprendizagem.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE A PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos as respostas para nossas questões de pesquisa. As seções 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 são destinadas à análise das habilidades que trabalhamos durante a implementação da proposta de ensino-aprendizagem, com respostas e discussões baseadas nas ações e resultados dos estudantes, quando das aplicações dos instrumentos de ensino-aprendizagem, que são as seguintes: Avaliação Diagnóstica, Questionários de Experimentos e Avaliação de Desempenho.

Os resultados e discussões referentes às habilidades avaliadas nestas quatro primeiras seções se deram pela aplicação de rubricas, cujos desempenhos foram divididos em quatro níveis: Ótimo, Bom, Regular e Insuficiente. Para que um desempenho fosse avaliado como satisfatório, seria necessário estar classificado como Ótimo ou Bom.

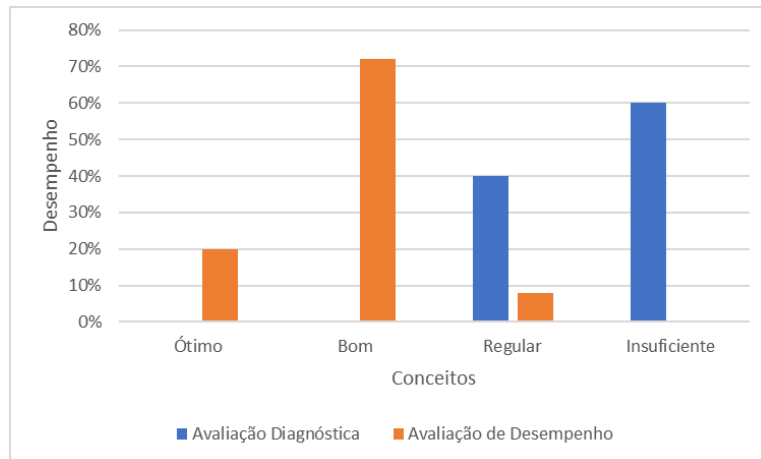
A seção 4.5 tem como foco responder à quinta indagação de pesquisa, que explora as restrições identificadas ao longo do desenvolvimento e implementação da abordagem educacional proposta. Esta análise foi fundamentada em uma perspectiva abrangente da sua execução.

### 4.1 HABILIDADE PARA ASSOCIAR O ESQUEMA ELÉTRICO DE CIRCUITOS COM A RESPECTIVA MONTAGEM FÍSICA COM COMPONENTES REAIS

Para respondermos à questão de pesquisa “Em que sentido o planejamento da proposta melhora as habilidades dos estudantes para associarem o esquema elétrico de circuitos com a respectiva montagem física com componentes reais?”, apresentaremos a análise sobre os resultados obtidos pelos estudantes na realização da Avaliação Diagnóstica, dos Questionários de Experimentos nos Momentos 5 e 7, como também a Avaliação de Desempenho.

Através da aplicação das Rubricas Avaliativas, ao analisarmos a evolução dos resultados obtidos pelos alunos, tanto na Avaliação Diagnóstica quanto na Avaliação de Desempenho, é possível constatar uma progressão na compreensão dos alunos em relação à associação dos esquemas elétricos com as respectivas montagens físicas com componentes reais. Essa evolução é apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Desempenho inicial e final da habilidade 1



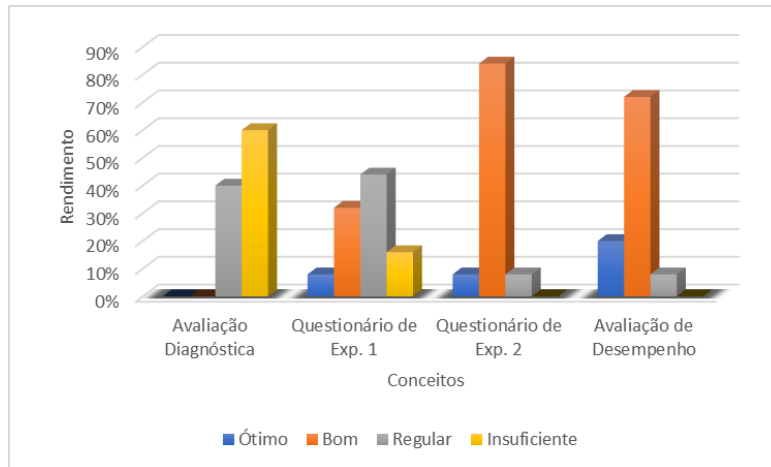
Fonte: A Autora, 2023

No nosso primeiro instrumento de análise, a Avaliação Diagnóstica, os resultados observados demonstraram que 60% dos estudantes apresentavam desempenho Insuficiente na habilidade pesquisada e 40% desempenho Regular, conforme observado na Figura. Assim, considerando a Rubrica de Avaliação estabelecida neste trabalho, 60 % dos estudantes não foram capazes de identificar corretamente os componentes básicos de um circuito elétrico, e nem conseguiram montar um circuito simples. Os outros 40%, identificaram alguns componentes básicos de um circuito elétrico e montaram circuitos simples com ajuda, o que caracterizou um desempenho não adequado.

Com a aplicação do Questionário de Experimentos no Momento 5, onde foi executado o RA Presencial 1, notamos uma melhora em relação a Avaliação Diagnóstica, pois 40% dos estudantes atingiram desempenho satisfatório (ótimo ou bom).

No Questionário de Experimentos no Momento 7, executado na execução do RA Presencial 2, esta evolução também foi percebida, pois o desempenho satisfatório subiu para 92%, sendo 84% de conceito bom e 8% de conceito ótimo. E, por fim, ao observarmos a Avaliação de Desempenho, verificamos que esse percentual de desempenho satisfatório se manteve. Porém, sendo 72% de conceito bom e 20% de conceito ótimo, conforme observado na Figura 9.

Figura 9 - Desempenho evolutivo da habilidade 1



Fonte: A Autora, 2023

Ao longo das tarefas nos RAs Presenciais, conforme exercitavam a habilidade 1, os estudantes recebiam os *feedbacks* individuais, onde destacávamos a necessidade de melhorias nas montagens de circuitos realizadas. Em relação aos RAs Pré-aula, os estudantes possuíam acesso as respostas dos exercícios propostos, além do *e-mail* do professor como canal de contato para dúvidas. A forma de ligação na placa de prototipagem se constituiu de maior fonte de dificuldades no desenvolvimento da habilidade.

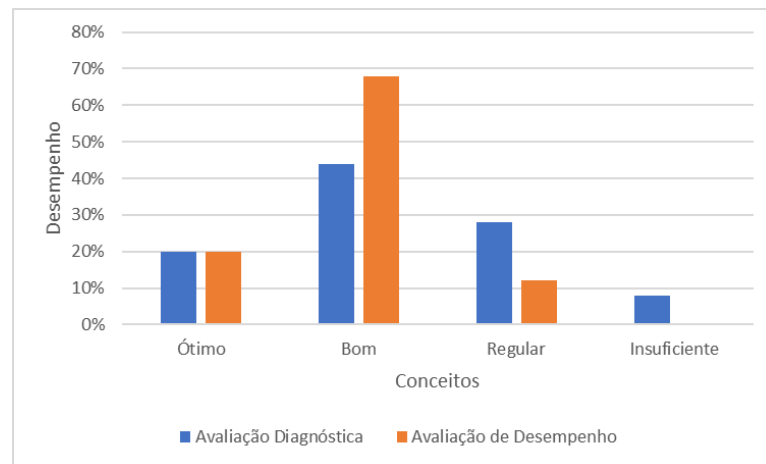
#### 4.2 HABILIDADE PARA CALCULAR OS VALORES ESPERADOS DAS MEDIDAS DE TENSÕES, CORRENTES E RESISTÊNCIAS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

A seguir, apresentamos a análise dos resultados obtidos através dos instrumentos de coleta de dados que visaram examinar o impacto da proposta de ensino-aprendizagem nas habilidades dos estudantes, para efetuar cálculos de medidas em circuitos elétricos. Para este fim, foram coletadas e avaliadas informações advindas das quatro ferramentas de avaliação: a Avaliação Diagnóstica, os Questionários de Experimentos realizados nos Momentos 5 e 7, e a Avaliação de Desempenho. Os resultados alcançados oferecem perspectivas acerca da eficácia da proposta na melhoria das habilidades dos estudantes neste contexto.

Através da aplicação das Rubricas Avaliativas, ao analisarmos a evolução dos resultados obtidos pelos alunos, tanto na Avaliação Diagnóstica quanto na Avaliação de Desempenho, é possível constatar uma progressão na compreensão dos alunos

em relação aos cálculos dos valores esperados das medidas de tensões, correntes e resistências de circuitos elétricos. Essa evolução é apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Desempenho inicial e final da habilidade 2

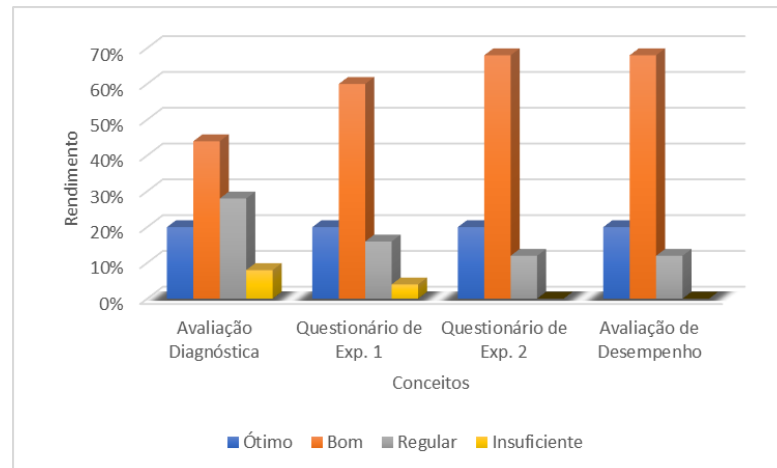


Fonte: A Autora, 2023

Os resultados da Avaliação Diagnóstica revelam um panorama inicial das habilidades dos estudantes antes da intervenção da proposta. Observamos que 20% dos estudantes apresentaram um desempenho ótimo, indicando um domínio da habilidade. Além disso, 44% tiveram um desempenho bom, indicando uma compreensão satisfatória, enquanto 28% tiveram um desempenho regular, e 8% tiveram um desempenho insuficiente. Esses resultados iniciais fornecem uma base para avaliar o progresso dos estudantes após a implementação da proposta.

Os resultados dos questionários de experimentos nos Momentos 5 e 7 fornecem informações sobre a evolução das habilidades dos estudantes ao longo do período de intervenção da proposta. No Momento 5, observamos uma melhoria significativa nas habilidades dos estudantes. O número de estudantes com desempenho ótimo permaneceu constante em 20%, indicando que um grupo de estudantes manteve um alto nível de desempenho. No entanto, o grupo com desempenho bom aumentou para 60%, sugerindo um progresso em relação à Avaliação Diagnóstica. Além disso, 16% dos estudantes ainda mantiveram um desempenho regular, enquanto apenas 4% apresentaram desempenho insuficiente, indicando uma diminuição nesse grupo, conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Desempenho evolutivo da habilidade 2



Fonte: A Autora, 2023

No Momento 7, os resultados continuaram a mostrar uma tendência positiva. O número de estudantes com desempenho ótimo permaneceu inalterado em 20%, enquanto o grupo com desempenho bom aumentou para 68%. Além disso, houve uma redução no grupo com desempenho regular, que caiu para 12%. Importante destacar que nenhum estudante apresentou desempenho insuficiente, demonstrando um progresso na compreensão das habilidades em circuitos elétricos.

Sendo assim, ao final da aplicação da proposta, 88% dos estudantes atingiram desenvolvimento satisfatório. A porcentagem de estudantes com desempenho não satisfatório, ou seja, aqueles que atingiram conceito insuficiente ou regular, permaneceu em 12%. Esse fato demonstra que um pequeno grupo ainda enfrenta desafios; no entanto, a proporção de estudantes com desempenho insuficiente diminuiu para 0%, o que reflete a eficácia da proposta em aprimorar o aprendizado e a compreensão dos estudantes.

No desenvolvimento dessa habilidade, foram observadas dificuldades relacionadas aos cálculos que envolviam múltiplos e submúltiplos utilizados no Sistema Internacional de Unidades, assim como no cálculo de porcentagem por parte dos alunos que não atingiram desempenho satisfatório.

Os resultados indicam que o planejamento da proposta teve um impacto positivo nas habilidades dos estudantes para calcular os valores de medidas em circuitos elétricos. Houve um progresso, desde a Avaliação Diagnóstica até a Avaliação de Desempenho Final, com um aumento no número de estudantes que alcançaram desempenho bom e ótimo, e uma redução significativa na proporção de estudantes com desempenho não satisfatório. Isso sugere que o planejamento da

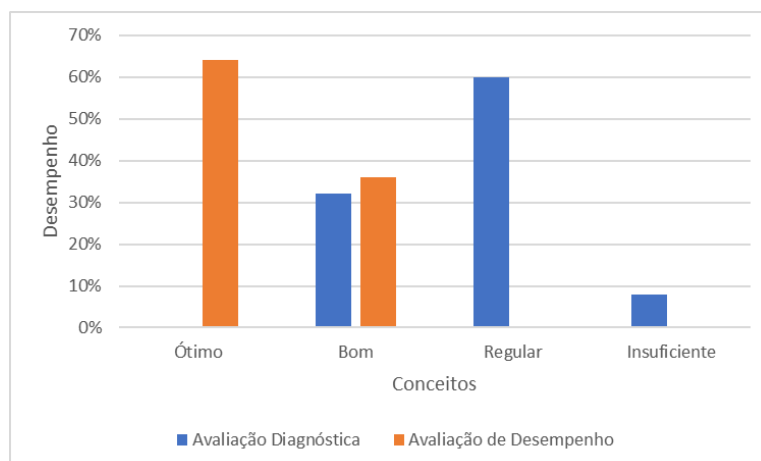
proposta desempenha um papel importante na melhoria das habilidades dos estudantes nesse contexto educacional específico. No entanto, é importante ressaltar que, apesar dos avanços, ainda existe um grupo de estudantes com desempenho regular, indicando a necessidade contínua de aprimorar abordagens de ensino e suporte para atender a diversas necessidades de aprendizado.

#### 4.3 HABILIDADE PARA IDENTIFICAR E REALIZAR OS PROCEDIMENTOS DE MEDIDAS EM CIRCUITOS ELÉTRICOS

Para respondermos à questão de pesquisa, “Em que sentido a o planejamento da proposta melhora as habilidades dos estudantes para identificarem e realizarem os procedimentos de medidas em circuitos elétricos?”, apresentaremos a análise sobre os resultados obtidos pelos estudantes na realização da Avaliação Diagnóstica, dos Questionários de Experimentos nos Momentos 5 e 7, como também da Avaliação de Desempenho. A análise desses resultados proporciona uma compreensão aprofundada da eficácia do planejamento da proposta em relação ao desenvolvimento da habilidade dos estudantes nesse contexto.

Com a aplicação das Rubricas Avaliativas, ao examinarmos a progressão dos resultados alcançados pelos alunos, tanto na Avaliação Diagnóstica quanto na Avaliação de Desempenho, é evidente uma melhoria na compreensão dos alunos em relação à identificação e realização dos procedimentos de medidas em circuitos elétricos. Essa progressão é ilustrada na Figura 12.

Figura 12 - Desempenho inicial e final da habilidade 3



Fonte: A Autora, 2023

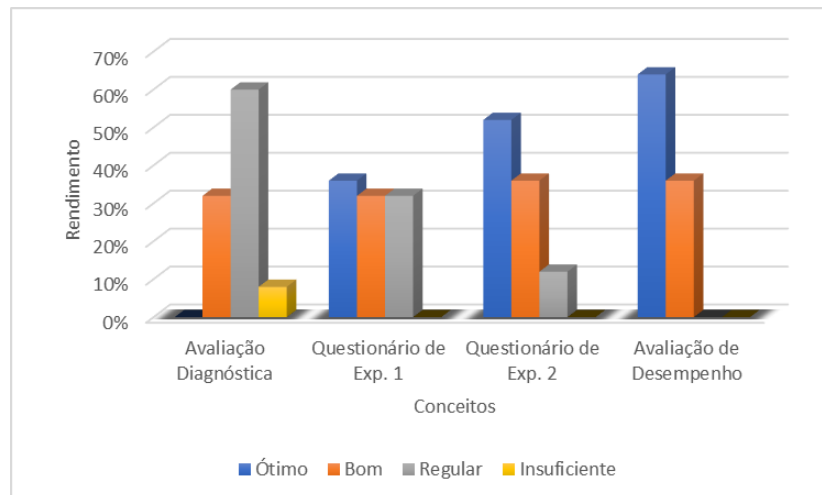
Após a aplicação da Avaliação Diagnóstica, observou-se que nenhum estudante obteve um desempenho ótimo, indicando uma necessidade de aprimoramento nas habilidades de identificação e execução de procedimentos de medidas em circuitos elétricos. No entanto, 32% dos estudantes apresentaram um desempenho bom, sinalizando uma compreensão razoável. Além disso, 60% dos estudantes obtiveram um desempenho regular, sugerindo uma competência básica, enquanto 8% tiveram um desempenho insuficiente, apontando para desafios mais significativos no desenvolvimento da habilidade.

Os resultados dos Questionários de Experimentos nos Momentos 5 e 7 revelam a evolução das habilidades dos estudantes ao longo da intervenção da proposta. No Momento 5, uma melhoria notável nas habilidades dos estudantes foi observada. A porcentagem de estudantes com desempenho ótimo aumentou para 36%, indicando um progresso significativo na identificação e execução dos procedimentos de medidas em circuitos elétricos. Além disso, 32% dos estudantes mantiveram um desempenho bom, evidenciando uma compreensão sólida. No entanto, ainda 32% tiveram um desempenho regular, o que sugere uma necessidade contínua de aprimoramento. O aspecto positivo verificado após a aplicação do Momento 5, é que nenhum estudante teve desempenho insuficiente, sabendo identificar corretamente as escalas do multímetro.

No Momento 7, os resultados continuaram a mostrar avanços. A proporção de estudantes com desempenho ótimo aumentou para 52%, indicando uma compreensão mais profunda dos procedimentos de medidas. Além disso, 36% dos estudantes alcançaram um desempenho bom, reforçando a eficácia da proposta na promoção de habilidades. Porém, 12% ainda tiveram um desempenho regular, sugerindo que alguns estudantes ainda podem se beneficiar de mais suporte.

A Avaliação de Desempenho Final apresentou um quadro positivo das habilidades dos estudantes, após a intervenção da proposta. A proporção de estudantes com desempenho ótimo aumentou consideravelmente para 64%, indicando um progresso substancial na identificação e execução de procedimentos de medidas em circuitos elétricos. Além disso, 36% dos estudantes mantiveram um desempenho bom, mostrando uma compreensão consistente. É importante notar que nenhum estudante obteve desempenho regular ou insuficiente, o que ressalta os benefícios da proposta no aprimoramento das habilidades dos estudantes. Esse panorama é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Desempenho evolutivo na habilidade 3



Fonte: A Autora, 2023

Os resultados desta pesquisa destacam o impacto positivo do planejamento da proposta no desenvolvimento das habilidades dos estudantes para identificar e realizar procedimentos de medidas em circuitos elétricos. Houve um progresso importante, desde a Avaliação Diagnóstica até a Avaliação de Desempenho Final, sugerindo que a proposta desempenha um papel relevante na promoção de habilidades nesse contexto educacional específico.

Ao longo das tarefas nos RAs Presenciais, conforme exercitavam a habilidade 3, os estudantes recebiam os *feedbacks* individuais, onde destacávamos a necessidade de melhorias na identificação das escalas do multímetro, bem como dos procedimentos que deveriam ser efetuados na realização das medidas. Em relação aos RAs Pré-aula, os estudantes possuíam acesso as respostas dos exercícios propostos, além do *e-mail* do professor como canal de contato para dúvidas. A medida de corrente nos circuitos propostos constituiu-se na maior fonte de dificuldades no desenvolvimento da habilidade.

#### 4.4 HABILIDADE PARA IDENTIFICAR E INTERPRETAR AS DISCREPÂNCIAS ENTRE OS VALORES CALCULADOS E OS VALORES MEDIDOS DAS TENSÕES, CORRENTES E RESISTÊNCIAS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

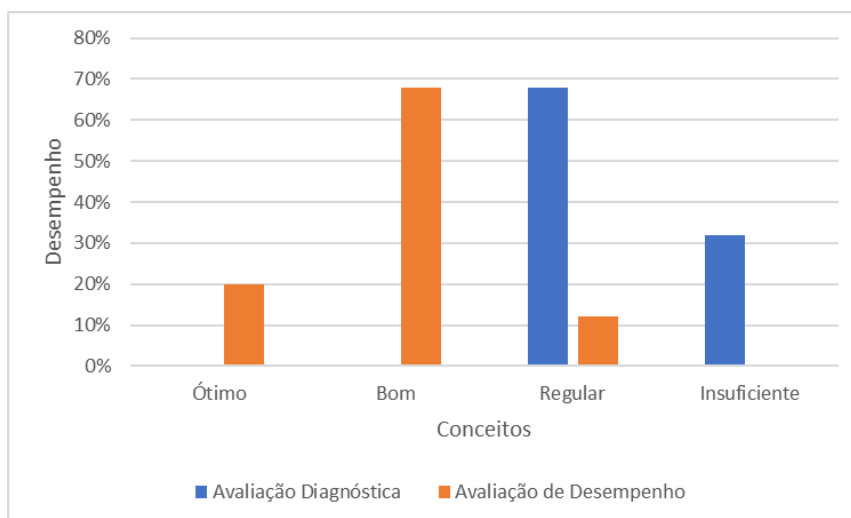
Para responder à questão de pesquisa, “ Em que sentido o planejamento da proposta melhora as habilidades dos estudantes para identificarem e interpretarem as discrepâncias entre os valores calculados e os valores medidos das tensões, correntes e resistências de circuitos elétricos?”, avaliamos o desempenho dos



estudantes considerando a Avaliação Diagnóstica, os Questionários de Experimentos nos Momentos 5 e 7, como também da Avaliação de Desempenho. A todos esses instrumentos foram aplicadas as Rubricas Avaliativas elaboradas para essa pesquisa, categorizando o desempenho dos estudantes em ótimo, bom, regular e insuficiente na habilidade pesquisada.

Ao analisarmos a evolução dos resultados obtidos pelos alunos, tanto na Avaliação Diagnóstica quanto na Avaliação de Desempenho, é possível constatar uma progressão na compreensão dos alunos em relação à identificação e interpretação das discrepâncias entre os valores calculados e os valores medidos das tensões, correntes e resistências de circuitos elétricos, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Desempenho inicial e final da habilidade 4



Fonte: A Autora, 2023

Na Avaliação Diagnóstica, nenhum estudante atingiu os conceitos ótimo e bom, indicando uma ausência de compreensão precisa na identificação e interpretação das discrepâncias entre os valores calculados e medidos dos valores de resistência, corrente e tensão dos circuitos propostos. Tal fato, também ressalta a complexidade da tarefa e a dificuldade em compreender as razões subjacentes às diferenças encontradas nas medidas. Em contraste, 68% dos estudantes receberam o conceito regular, indicando que somente 17 alunos foram capazes de identificar algumas discrepâncias, embora com dificuldade em explicar as diferenças. Os 32% restantes, o que equivale a 8 alunos, obtiveram o conceito insuficiente, evidenciando a ausência de identificação e compreensão das discrepâncias.

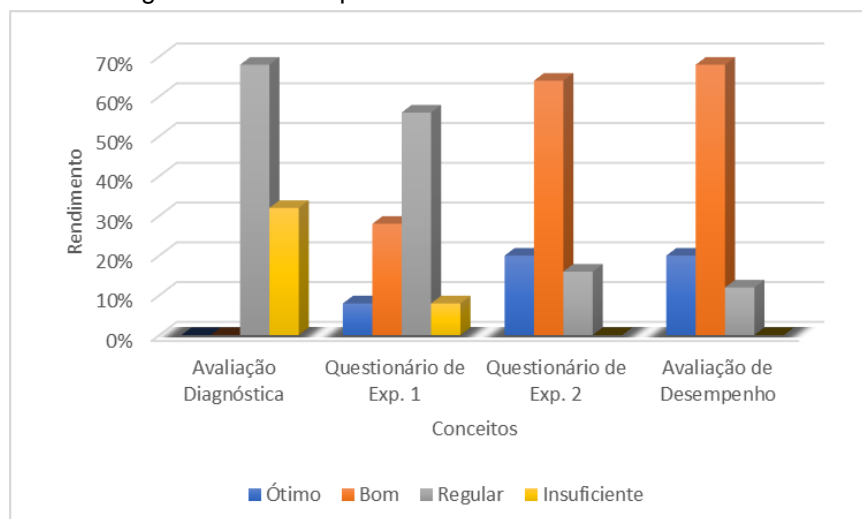
Nos Momentos 5 e 7, houve um progresso nas habilidades dos estudantes. No Momento 5, 8% alcançaram o conceito ótimo, demonstrando uma capacidade crescente de identificar e interpretar as discrepâncias de forma precisa e detalhada. Adicionalmente, 28% receberam o conceito bom, indicando uma compreensão satisfatória das diferenças encontradas. Porém, 56% dos estudantes ainda apresentaram o conceito regular, demonstrando a habilidade de identificação, porém com dificuldades na explicação das discrepâncias. Ressaltamos, que mesmo após o Momento 5, 8% mantiveram o conceito insuficiente.

No Momento 7, verificamos nova evolução dos alunos. A proporção de estudantes que atingiu o conceito ótimo aumentou para 20%, sugerindo uma compreensão aprofundada das discrepâncias e das fontes potenciais de erro. Adicionalmente, 64% receberam o conceito bom, indicando uma compreensão sólida das diferenças. Somente 16% mantiveram o conceito regular, e nenhum estudante foi considerado insuficiente.

Na Avaliação de Desempenho Final, houve progresso notável, com a maioria dos estudantes alcançando níveis mais altos de desempenho.

A proporção de estudantes que atingiu o conceito ótimo e bom combinados aumentou para 88%, indicando uma melhoria significativa na identificação e interpretação das discrepâncias entre os valores calculados e medidos de resistências, correntes e tensões. Além disso, somente 12% receberam o conceito regular, demonstrando aprimoramento no entendimento e na explicação das diferenças. Esse panorama é demonstrado na Figura 15.

Figura 15 - Desempenho evolutivo da habilidade 4



Fonte: A Autora, 2023

Os resultados desta pesquisa evidenciam que o planejamento da proposta foi eficaz na promoção das habilidades dos estudantes para identificar e interpretar as discrepâncias entre os valores calculados e medidos de tensões, correntes e resistências em circuitos elétricos. Houve um progresso notável ao longo das diferentes avaliações, com um aumento considerável nos níveis de desempenho ótimo e bom, e uma redução significativa nos níveis de desempenho insuficiente. Os estudantes também demonstraram uma compreensão crescente das fontes potenciais de erro e das soluções para corrigir as discrepâncias. No entanto, a persistência de um grupo com desempenho regular ressalta a importância de abordagens de ensino adaptativas para garantir que todos os estudantes alcancem um nível mais elevado de compreensão e interpretação das discrepâncias encontradas.

#### 4.5 LIMITAÇÕES VERIFICADAS NA APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Ao investigar as limitações associadas à aplicação da proposta de ensino-aprendizagem, levamos em consideração a abrangência da disciplina de Laboratório de Eletricidade e a ferramenta de experimentação *on-line*.

No que diz respeito à abrangência da disciplina de Laboratório de Eletricidade, é relevante enfatizar que sua ementa está interligada com outra disciplina que os alunos frequentam simultaneamente, a disciplina de Eletricidade, onde os conceitos teóricos são explorados. As descrições detalhadas de ambas as disciplinas podem ser encontradas nos Anexos 3 e 4. Como resultado, uma das limitações deste estudo é a dependência da base de conhecimento fornecida para a execução das atividades propostas. Tentamos contornar o problema disponibilizando uma apostila no ambiente virtual.

Outra limitação observada está relacionada à acessibilidade e infraestrutura tecnológica. Embora a proposta utilize uma ferramenta de experimentação *on-line*, alguns estudantes enfrentaram dificuldades em utilizar adequadamente a plataforma no aparelho celular. Para mitigar o problema, os alunos foram orientados a utilizar um computador para realizar as experimentações em ambiente virtual. Aos estudantes que haviam relatado no Questionário Socioeconômico-Educacional, aplicado no Momento 2, que não possuíam acesso ao computador, foram disponibilizados

horários para que eles pudessem realizar as atividades remotas nos computadores da escola.

## 5 PRODUTO EDUCACIONAL

Esta pesquisa originou o produto educacional “Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: circuito série e paralelo na sala de aula invertida”, construído no âmbito do curso de Mestrado Profissional em Ensino das Ciências da UNIGRANRIO, a partir da dissertação intitulada “Ensino da Eletricidade na Educação Profissional: Uma Proposta com Adoção de Experimentação Virtual”.

Uma Sequência Didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente para que o entendimento do assunto proposto seja obtido pelos alunos (Kobashigawa *et al*, 2008). Zabala (1998) também identifica a sequência didática como uma sequência de atividades estruturadas e articuladas, que possuem objetivos educacionais conhecidos, tanto pelos alunos quanto pelos professores.

Para Leal (2013) a Sequência Didática é uma ação democrática aos discentes e quebra o paradigma de que o professor somente reproduz um conhecimento aos alunos. Ainda segundo a autora dois grandes objetivos são alcançados com o uso da Sequência Didática, quais sejam:

- Possibilitar ao aluno uma reflexão e apreensão acerca do tema proposto.
- Estender o conhecimento sobre o tema à vida cotidiana dos alunos.

Nas aulas práticas sobre eletricidade ministradas em cursos técnicos, frequentemente nos deparamos com estudantes que enfrentam dificuldades na compreensão de conceitos fundamentais. Essas dificuldades podem impedir ou dificultar a construção de conhecimentos sólidos, essenciais para um aproveitamento pleno no desenvolvimento do curso. Tópicos como o esquema de conexão de circuitos, componentes, uso do multímetro e configuração do protoboard são conceitos fundamentais e são abordados somente durante as aulas práticas. Conseqüentemente, esses alunos não praticam esses conceitos fora do ambiente do laboratório e, muitas vezes, quando retornam à próxima aula, é necessário revisar esses tópicos, resultando em um atraso no cronograma previsto.

Como forma de auxiliar a mitigação desse problema, a pesquisa “Ensino da Eletricidade na Educação Profissional: Uma Proposta com Adoção de Experimentação Virtual” aplicou uma proposição de ensino-aprendizagem que seguiu os fundamentos do alinhamento construtivo sugerido por Biggs (1996), em que os objetivos de aprendizagem são alinhados sistematicamente com as estratégias de

ensino e com as atividades de avaliação. Foram inicialmente pensados os Resultados Pretendidos das Aprendizagens de acordo com as habilidades que estudantes necessitam desenvolver. Após essa etapa, elaboramos as Atividades de Ensino e Aprendizagem. Por fim, as Tarefas de Avaliação foram construídas levando em consideração rubricas projetadas. Além disso, essa proposição também adotou um modelo de ensino híbrido, conhecido como sala de aula invertida, onde os alunos tiveram acesso aos conteúdos estudados e empregaram a plataforma *Tinkercad* para montagens de circuitos de experimentação virtual.

Após a aplicação da pesquisa, houve análise dos seus resultados e a construção de uma Sequência Didática para auxílio de professores que desejarem replicar o material elaborado nas suas aulas de laboratório de eletricidade. Essa Sequência Didática construída é o produto educacional dessa pesquisa.

O produto educacional intitulado "Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida" está dividido em duas partes fundamentais. A primeira seção fornece orientações detalhadas para os professores interessados em incorporar o produto em suas práticas pedagógicas. A segunda seção apresenta a sequência didática e suas respectivas atividades. Nos apêndices do produto educacional, há uma sugestão de rubricas avaliativas, bem como roteiros de aprendizagem destinados à implementação eficaz dessa sequência didática.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o produto educacional elaborado.

## 5.1 ORIENTAÇÕES GERAIS AOS PROFESSORES

A estrutura da sequência didática compreende duas partes fundamentais: "Orientações Gerais aos Professores" e a própria "Sequência Didática". A primeira seção do produto educacional tem a função de fornecer aos professores que quiserem utilizar a sequência didática, informações importantes que devem ser observadas antes da aplicação junto aos estudantes. Nessa seção são apresentados os seguintes tópicos relacionados à proposta de ensino-aprendizagem:

- 1 – Organização da sequência didática e descrição do público-alvo;
- 2 – Tempo de aplicação da sequência didática e recursos necessários;
- 3 – Desafios que o professor pode ter na implementação da sequência didática;
- 4 – O que é sala de aula invertida;

- 5 – O que são roteiros de atividade;
- 6 – O que é a avaliação por rubrica;
- 7 – Informações adicionais importantes.

## 5.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A segunda parte do produto educacional, a "Sequência Didática", é composta pela sequência de atividades que devem ser desenvolvidas e o detalhamento delas. As atividades da sequência didática podem ser visualizadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Atividades da sequência didática

Atividade	Título	Objetivo da atividade	Tempo de realização	Local de realização da atividade
1	Divulgação	Apresentar a proposta da sala de aula invertida aos alunos e o simulador online <i>Tinkercad</i>	2 horas-aula	Sala com computadores com acesso à internet
2	Envio de Roteiro de Atividade Pré-aula 1 - Circuito série com corrente contínua	Enviar o primeiro roteiro de atividades que os alunos deverão executar remotamente ou postá-lo em uma plataforma pré-estabelecida.	30 minutos	Ambiente com acesso à internet a escolha do professor
3	Execução do Roteiro de Atividades Presencial 1 - Circuito série com corrente contínua	Orientar a execução do Roteiro de Aprendizagem Presencial e correção dos possíveis desvios encontrados	2 horas-aula	Laboratório de eletricidade ou sala com os materiais: resistores, fonte de tensão, fios, multímetros
4	Envio de Roteiro de Atividade Pré-aula 2 - Circuito paralelo com corrente contínua	Enviar o segundo roteiro de atividades que os alunos deverão executar remotamente ou postá-lo em uma plataforma pré-estabelecida.	30 minutos	Ambiente com acesso à internet a escolha do professor
5	Execução do Roteiro de Atividades Presencial 2 - Circuito paralelo com corrente contínua	Orientar a execução do Roteiro de Aprendizagem Presencial e correção dos possíveis desvios encontrados	2 horas-aula	Laboratório de eletricidade ou sala com os materiais: resistores, fonte de tensão, fios, multímetros

6	Avaliação	Verificar o aprendizado geral dos alunos nos temas estudados e fornecer informações aos alunos sobre seu desempenho, destacando pontos fortes e áreas que necessitam de melhoria.	2 horas-aula	Laboratório de eletricidade ou sala com os materiais: resistores, fonte de tensão, fios, multímetros
---	-----------	---	--------------	--

Fonte: Autores, 2023

### 5.2.1 Atividade 1

A primeira atividade que os professores devem realizar ao optarem por utilizar a sequência didática é a divulgação da proposta de ensino-aprendizagem entre seus alunos. Nessa divulgação, é crucial esclarecer aos estudantes o conceito de sala de aula invertida, apresentar os Roteiros de Aprendizagem e detalhar o processo de avaliação. Adicionalmente, é fundamental apresentar a plataforma *Tinkercad*, realizando o cadastro dos alunos para uma integração efetiva. De igual importância, deve-se estabelecer um canal para dúvidas, podendo ser por *e-mail*, grupo de *WhatsApp* ou outro meio adequado para essa finalidade.

O tempo previsto para realização da atividade é de 2 horas-aula.

O local de execução pode ser sala de aula ou um ambiente com computadores ou tablets com acesso à internet para os alunos.

### 5.2.2 Atividade 2

Nessa atividade, os professores devem enviar ou postar na plataforma designada o primeiro Roteiro de Aprendizagem da Pré-aula 1, referente ao “Circuito Série com Corrente Contínua”. Esse roteiro é destinado à execução autônoma pelos alunos fora das aulas. Os professores são orientados a estimular a realização da atividade, estabelecendo um prazo anterior à aula presencial para sua conclusão. É enfatizada a importância do canal de dúvidas, proporcionando aos alunos a oportunidade de esclarecer questionamentos. A execução ocorre de forma autônoma, em um ambiente conveniente para os alunos, e é recomendado que reservem 2 horas para sua realização em um dia e horário fora das aulas.



### 5.2.3 Atividade 3

Na Atividade 3, durante o início da aula presencial, os professores conduzem uma discussão com os alunos sobre a atividade anterior, esclarecendo dúvidas remanescentes. Em seguida, orientam a execução do Roteiro de Aprendizagem Presencial 1 – “Circuito Série com Corrente Contínua”, corrigindo possíveis desvios identificados. Durante a realização da atividade, os professores monitoram os alunos, oferecendo feedback com base nas rubricas apresentadas. Recomenda-se considerar como desempenho satisfatório aquele obtido pelos alunos que atingirem os conceitos "bom" e "ótimo" em cada habilidade das rubricas indicadas. A execução ocorre em um ambiente de laboratório de eletricidade, equipado com fontes de tensão, multímetros, resistores e protoboard, com um tempo previsto de 2 horas-aula.

### 5.2.4 Atividade 4

Na Atividade 4, os professores devem enviar ou publicar na plataforma designada o segundo Roteiro de Aprendizagem da Pré-aula 2, com título “Circuito Paralelo com Corrente Contínua”. Este roteiro é destinado à execução autônoma pelos alunos fora das aulas. Os professores são instruídos a estimular a realização da atividade, estipulando um prazo para sua conclusão antes da aula presencial. Reforçam a importância do canal de dúvidas para esclarecimento de questionamentos. A execução ocorre autonomamente pelos alunos, em um ambiente conveniente para eles, sendo recomendado um tempo de 2 horas para a realização da atividade em um dia e horário fora das aulas.

### 5.2.5 Atividade 5

Na Atividade 5, durante o início da aula presencial, os professores iniciam um diálogo com os alunos sobre a atividade anterior, esclarecendo dúvidas remanescentes. Em seguida, orientam a execução do Roteiro de Aprendizagem Presencial 2, “Circuito Paralelo com Corrente Contínua”, corrigindo possíveis desvios identificados. Durante a realização da atividade, os professores acompanham os estudantes, oferecendo feedback sobre o desempenho deles por meio das rubricas sugeridas. Esse processo permite que os alunos identifiquem onde ocorreram desvios e compreendam as expectativas estabelecidas. A execução ocorre em um ambiente

de laboratório de eletricidade, equipado com fontes de tensão, multímetros, resistores e protoboard, com um tempo previsto de 2 horas-aula.

#### 5.2.6 Atividade 6

Na Atividade 6, a avaliação na implementação desta proposta é sugerida de forma formativa, ficando a critério do professor a escolha do método. A avaliação proposta assemelha-se a um Roteiro de Aprendizagem, utilizando as mesmas rubricas empregadas nos momentos de atividade presencial. Isso proporciona aos estudantes uma compreensão clara de como serão avaliados e quais são as expectativas para um bom desempenho, eliminando surpresas na avaliação.

A execução dessa atividade ocorre em um ambiente de laboratório de eletricidade, equipado com fontes de tensão, multímetros, resistores e protoboard. O tempo previsto para esse passo é de duas horas-aula.

Além disso, o caderno do produto educacional inclui, como apêndice, a proposta de rubricas avaliativas, assim como roteiros de aprendizagem direcionados aos momentos anteriores às aulas presenciais, identificados como "Roteiros Pré-aula", e roteiros de atividades específicos para as aulas em laboratório, designados como "Roteiros Presenciais".

## 6 VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A validação de um produto educacional é um passo crucial para assegurar sua eficácia e relevância no contexto de ensino. No caso específico deste produto, uma sequência didática voltada para a disciplina de laboratório de eletricidade, a validação foi conduzida em colaboração com professores responsáveis por ministrar essas aulas na Escola Técnica Estadual República – Faetec, nos cursos técnicos de Eletrônica e de Telecomunicações.

### 6.1 METODOLOGIA DA VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A validação do produto educacional, intitulado "Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida", ocorreu em um contexto diretamente relacionado às disciplinas de laboratório de eletricidade na escola da aplicação do produto. Seis professores da disciplina de Laboratório de Eletricidade do curso técnico de Eletrônica e do curso técnico de Telecomunicações, com formação em Engenharia Eletrônica/Telecomunicações e especialização em Docência, foram responsáveis pela validação do material. A apresentação prévia do produto proporcionou aos educadores uma compreensão detalhada da sequência didática, incluindo sua estrutura, objetivos e metodologia proposta. Essa apresentação do material ocorreu em uma reunião pedagógica específica e foi realizada em uma sala com computadores para cada participante da validação.

O processo de validação incluiu um questionário elaborado para coletar *feedback* qualitativo sobre diversos aspectos do produto. Este instrumento foi projetado para avaliar a clareza dos objetivos, a relevância dos conteúdos, a eficácia das atividades propostas e a adequação ao público-alvo.

### 6.2 INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Após a apresentação do produto educacional aos professores, foi aplicado um questionário como instrumento de validação. O questionário de validação é apresentado no Apêndice E.

### 6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO PARA A AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Pergunta 1: Você considera que as instruções fornecidas no caderno “Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida” foram adequadas para que você compreendesse o que é proposto?

Esta pergunta foi elaborada com o propósito de avaliar a clareza das instruções contidas na sequência didática. Com base nas respostas recebidas, observamos que todos os professores participantes consideraram as instruções de aplicação muito adequadas.

Pergunta 2: Você considera que a linguagem utilizada nos Roteiros de Aprendizagem propostos no caderno “Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida” apresenta linguagem acessível e adequada aos alunos de primeiro ano?

A avaliação das respostas dos seis professores à pergunta sobre a adequação da linguagem nos Roteiros de Aprendizagem propostos revelou uma perspectiva coesa em relação à linguagem utilizada. O objetivo da pergunta era discernir se a linguagem empregada nos roteiros era acessível e apropriada para os alunos do primeiro ano dos cursos técnicos da instituição de ensino.

Pergunta 3: Você considera que o tema “Circuito Série e Paralelo” é relevante no aprendizado da disciplina de Laboratório de Eletricidade?

A análise das respostas fornecidas pelos professores visava avaliar a percepção sobre a relevância do tema "Circuito Série e Paralelo" no contexto do aprendizado da disciplina de Laboratório de Eletricidade.

Os resultados apontam para uma compreensão compartilhada sobre a importância pedagógica dos referidos conceitos. Essa avaliação coletiva reforça a importância percebida do tema, indicando que os professores veem o conteúdo como

um componente valioso para a formação dos alunos na disciplina de Laboratório de Eletricidade.

Pergunta 4: Você acredita que esse material pode ser eficaz no que diz respeito a experimentação dos alunos nas aulas de laboratório de eletricidade?

O objetivo desta pergunta era avaliar se os professores acreditavam que o material poderia contribuir positivamente para a experimentação dos alunos durante as aulas de laboratório de eletricidade.

Os resultados indicaram que os professores acreditam que o material proposto possa ser eficaz na promoção da experimentação dos alunos. Suas justificativas destacaram a clareza das instruções, a relevância dos conteúdos abordados e a aplicabilidade prática dos conceitos, sugerindo que o material é percebido como uma ferramenta valiosa para enriquecer a experiência de aprendizado prático dos estudantes.

Pergunta 5: Como você avalia o produto educacional "Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida"?

A análise das respostas obtidas proporcionou uma visão abrangente sobre a opinião dos entrevistados em relação ao material educacional. O objetivo desta questão era permitir que os professores expressassem sua avaliação geral.

Os resultados revelaram uma tendência positiva, com a maioria dos professores avaliando o produto como "muito bom" (67%) e os demais como "bom" (33%).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs a investigar os impactos da aplicação de uma proposta de ensino-aprendizagem que adotou uma ferramenta de experimentação on-line na aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico em telecomunicações. Ao longo da pesquisa, a proposta foi desenvolvida, aplicada e avaliada, com o objetivo de entender em que aspectos ela contribuiu para a melhoria das habilidades dos estudantes.

Os resultados revelam que a proposta teve um impacto positivo nas habilidades dos estudantes em diversos aspectos. Quanto à habilidade de associar o esquema elétrico de circuitos com a montagem física usando componentes reais, houve uma progressão desde a Avaliação Diagnóstica até a Avaliação de Desempenho, com um aumento significativo no número de alunos que conseguiram realizar essa associação de forma satisfatória.

No que diz respeito à habilidade de calcular valores de medidas em circuitos elétricos, os resultados também mostram uma melhoria significativa ao longo do tempo. Os alunos progrediram desde um entendimento inicial insatisfatório até um desempenho predominante considerado satisfatório na Avaliação de Desempenho Final. A análise detalhada dos questionários de experimentos indicou um progresso gradual, demonstrando a eficácia da proposta em aprimorar a capacidade dos alunos de realizar cálculos de medidas.

Em relação à habilidade de identificar e realizar procedimentos de medidas em circuitos elétricos, a pesquisa identificou um progresso importante dos estudantes ao longo da intervenção da proposta. A análise dos resultados das avaliações mostra um aumento consistente no número de alunos que conseguiram realizar esses procedimentos de forma adequada.

Finalmente, quanto à habilidade de identificar e interpretar as discrepâncias entre os valores calculados e os valores medidos das grandezas elétricas, os resultados demonstram que a proposta teve um impacto positivo. Os estudantes mostraram uma compreensão cada vez mais profunda das diferenças entre os valores calculados e medidos, bem como das possíveis fontes de erro.

Portanto, conclui-se que a proposta de ensino-aprendizagem com a adoção da ferramenta de experimentação on-line trouxe contribuições significativas para a

aprendizagem de circuitos elétricos por alunos do ensino médio técnico em telecomunicações. Os resultados indicam que a abordagem adotada na proposta, juntamente com a utilização da ferramenta on-line, desempenhou um papel importante na melhoria das habilidades dos alunos, promovendo uma compreensão mais profunda e uma aplicação mais eficaz dos conceitos relacionados a circuitos elétricos.

No entanto, é importante considerar as limitações observadas durante a aplicação da proposta, como a utilização da ferramenta de experimentação on-line *Tinkercad* apenas em computadores e *tablets*, e continuar buscando maneiras de aprimorar ainda mais as abordagens educacionais para atender às diversas necessidades dos alunos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E. *et al.* O uso de um software de simulações para a aprendizagem de circuitos elétricos simples: uma abordagem a partir do ensino por investigação. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 59-72, 2018.

ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, [S.l.], v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.

BASTOS, Lucas De Jesus. **Física no cotidiano: aplicação do uso da eletricidade no processo de ensino-aprendizagem**. Anais VII ENALIC... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/52160>. Acesso em: 09/010/2022.

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos Educação Diferenciada para o Século XXI**. 4. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, J. **Aprendizagem Invertida para resolver o Problema do Dever de Casa**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BIGGS, J. What the student does: teaching for enhanced learning. **Higher Education Research & Development**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 57-75, 1999.

BIGGS, J.; TANG, C. Applying constructive alignment to outcomes-based teaching and learning. *In*: TRAINING MATERIAL FOR "QUALITY TEACHING FOR LEARNING IN HIGHER EDUCATION", 2020, Kuala Lumpur, Malaysia. **Proceedings** [...]. Kuala Lumpur: Workshop for Master Trainers, Ministry of Higher Education, 2010. p. 23-25.

BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for quality learning at University**. 4th ed. Berkshire, England: Society for Research into Higher Education & Open University Press, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações. **Lei Geral de Telecomunicações – LGT**. Brasília, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9472.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9472.htm). Acesso em: 29 mai. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP nº 1, de 05 de janeiro de 2021**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional e Tecnológica. Brasília, 2021. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=167931-rcp001-21&category\\_slug=janeiro-2021-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=167931-rcp001-21&category_slug=janeiro-2021-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 20 mai. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm). Acesso em 2 ago. 2021.



BRASIL. Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 4 ed. Brasília, 2020. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **BNCC. Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2021.

BROOKHART, S. M. **How to create and use rubrics for formative assessment and grading**. Alexandria, VA: ASCD, 2013.

CEIA, M.; FILIPE, A.; SANTOS, C. Provas de aferição e exames: a qualidade das questões de álgebra. *In: ENCONTRO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 2011, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Educacional, 2011. p. 149-171.

CERCONI, F. DO B. M.; MARTINS, M. A. Recursos Tecnológicos no Ensino de Matemática: Considerações sobre três Modalidades. *In: Simpósio Nacional De Ensino De Ciência E Tecnologia*, 4., 2014, Ponta Grossa, PR. **Anais [...]**. Ponta Grossa, PR: SINECT, 2014.

COUTINHO, C. R. Utilização de Programas de Simulação de Circuitos no Ensino de Eletricidade e Eletrônica. *In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 41., 2013, Gramado, RS. **Anais [...]**. Gramado, RS, 2013.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas no ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S.l.], n. 1, p.268, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404/295>. Acesso em: 25 mai. 2023.

EISENHARDT, K. M. Building theories form case study research. **Academy of Management Review**, New York, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

KOBASHIGAWA, A. H. *et al.* Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *In: SEMINÁRIO NACIONAL ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA*, 4., 2008, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2008. p. 212-217.

LEITE JÚNIOR, C. R. *et al.* Proposta de Inclusão do Programa Meninas Digitais no Movimento Maker Através da Plataforma Digital Autodesk Tinkercad. *In: ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DE MATO GROSSO*. 10., 2019, Cuiabá, MT. **Anais [...]**. Cuiabá, MT: SBC, 2019. p. 157-159.

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

MADANI, F. S. *et al.* Simuladores de circuitos elétricos: combinação para uma maior eficácia no ensino-aprendizagem. *In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. 49., 2021. **Anais [...]**. COBENGE, 2021. p. 1-16. Disponível em:

[https://www.abenge.org.br/sis\\_artigo\\_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3712](https://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3712). Acesso em: 15 mai. 2023.

MEDEIROS, Júlio César Oliveira. **Princípios de Telecomunicações - Teoria e Prática**, 5. ed. São Paulo: Érica, 2016.

MEDEIROS, A; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira no Ensino de Física**, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MENDONÇA, A. P. Alinhamento Construtivo: fundamentos e aplicações. *In*: GONZAGA, A. P. **Formação de professores no Ensino Tecnológico: fundamentos e desafios**. Curitiba: CRV, 2015. p. 109-130.

MENDONÇA, A. P.; COELHO, I. M. W. da S. **Rubricas e suas Contribuições para a Avaliação de Desempenho de Estudantes**. *In*: SOUZA, A. C. R.; COELHO, I. M. W.; CABRAL NETO, J. S. (org.). **Formação de Professores e Estratégias de Ensino: perspectivas teórico-práticas**. Curitiba: Appris, 2018

MORAN, J. M. **Educação híbrida: um conceito chave para a educação, hoje**. *In*: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação**. Porto Alegre: PENSO, 2015. p. 27-45.

MOTA, A. R.; ROSA, C. T. W. da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Espaço Pedagógico**, [S.l.], n.2, p. 262, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161/4811>. Acesso em: 25 mai. 2023.

RIGO, J. R. V.; BULEGON, A. M. Hipertexto inserido no Google Sites como recurso auxiliar nas aulas de Física. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 1–10, 2014.

SANTOS, J. N.; TAVARES, R. Animação interativa como organizador prévio. *In*: SNEF – SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Maragogi, AL. **Anais [...]**. Maragogi, AL: SNEF, 2003.

SILVA, D. M.; TAVARES, C. V. F.; SILVA, A. M. **O uso da tecnologia como meio auxiliar para o ensino da física: uma abordagem geral sobre sua importância e possibilidades**. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2018.

SANTOS, J. S. **Sequência didática digital com a temática derivadas – um experimento no ensino superior**. 2021. 241 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2021. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/384/380>. Acesso em: 14 ago. 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZABALA, A. A avaliação. **A Prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## ANEXOS

### ANEXO 1 - Componente Curricular: Aprofundamento aplicado à Formação Técnica e Profissional - Laboratório de Eletricidade

Curso Técnico em Telecomunicações Integrado ao Ensino Médio  
22/11/2022 09:23



<b>Componente Curricular:</b> Aprofundamento aplicado à Formação Técnica e Profissional - Laboratório de Eletricidade	<b>Carga Horária:</b> 80h/a	67h/r	2t/a
<b>Habilitação recomendada para ministrar o componente curricular:</b> Graduação em Engenharia de Telecomunicações, Eletrônica ou Elétrica, preferencialmente com licenciatura ou complementação pedagógica. Licenciatura em Eletrônica ou Eletricidade.			
<b>Competências a serem desenvolvidas:</b> Reconhecer os componentes dos circuitos elétricos, suas características e especificações. Compreender os circuitos elétricos. Determinar o melhor processo para avaliação do funcionamento dos circuitos. Reconhecer os componentes e parâmetros dos circuitos elétricos.			
<b>Habilidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Classificar e identificar as informações levantadas em campo, através da análise de circuitos.</li> <li>❖ Coletar dados através de medições em circuitos.</li> <li>❖ Examinar e definir os critérios que indicam os reparos em circuitos defeituosos.</li> <li>❖ Identificar e definir os procedimentos de medidas em componentes elétricos.</li> <li>❖ Elaborar textos técnicos, planilhas e relatórios baseados nas medidas elétricas efetuadas.</li> <li>❖ Medir os componentes e parâmetros dos circuitos elétricos.</li> </ul>			

**Conteúdo Programático:**

- Unidades de medidas: Sistemas de medição; Grafia das unidades de medidas; Formação de múltiplos e submúltiplos das unidades de medidas (potência de 10); Regras de arredondamento de números; Unidades representadas por letras gregas (maiúsculas e minúsculas). Prática: Exercícios de conversões de bases.
- Teoria para elaboração de gráfico cartesiano: Conceito de função; Plano cartesiano (eixos da abscissa e da ordenada); Ponto cartesiano (coordenadas); Papel milimetrado (escalas linear e logarítmica). Prática: Exercício de elaboração de gráfico cartesiano
- Teoria dos erros (erro absoluto, erro relativo e erro percentual).
- Eletrodinâmica: Explicação teórica (revisão sucinta) de DDP e corrente. Prática: Multímetro nas funções voltímetro e amperímetro.
- Resistência elétrica: Explicação teórica (revisão sucinta) do capítulo “Resistência elétrica”. Prática: Código de cores de resistores e multímetro na função ohmímetro.
- Associação em série de resistores.
- Associação em paralelo de resistores.
- Associação mista de resistores.
- Uso da matriz de contatos e da fonte de alimentação.
- 1ª Lei de Ohm. Elaboração de gráfico.
- Potência elétrica.
- Circuito em série de resistores.
- Circuito em paralelo de resistores.
- Circuito misto de resistores.
- Resistor variável (potenciômetro).
- Divisor de tensão.
- Máxima transferência de potência.
- Ponte de Wheatstone.
- Leis de Kirchhoff.

- Teorema da Superposição.
- Teorema de Thévenin.
- Teorema de Norton.
- Magnetismo e eletromagnetismo.
- Osciloscópio. Gerador de Funções. Formas de Onda.
- Capacitor em regime D.C.
- Indutor em regime D.C.
- Capacitor em regime A.C.
- Indutor em regime A.C.
- Transformador.

**Referências Bibliográficas:**

CAPUANO, Francisco Gabriel e MARINO, Maria Aparecida Mendes. Laboratório de Eletricidade e Eletrônica – Ed. Érica  
Manual de Operação / Utilização de Kits pedagógicos. Utilização de Softwares Simuladores.

ANEXO 2 - Currículo do Curso Técnico de Telecomunicações

<b>CURSO TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO</b>				
<b>ETAPA</b>	<b>COMPONENTE CURRICULAR</b>	<b>CARGA HORÁRIA</b>		
		<b>SEMANAL</b>		
		<b>Tempos p/ Semana</b>	<b>Hora Aula</b>	<b>Hora Relógio</b>
<b>ETAPA 1</b>	ARTE	2	80	67
	EDUCAÇÃO FÍSICA	2	80	67
	LINGUA PORTUGUESA	2	80	67
	LITERATURA	2	80	67
	ARTE	2	80	67
	MATEMÁTICA	4	160	133
	FÍSICA	2	80	67
	QUÍMICA	2	80	67
	BIOLOGIA	2	80	67
	GEOGRAFIA	2	80	66
	HISTÓRIA	2	80	66
	SOCIOLOGIA	2	80	66
	FILOSOFIA	2	80	66
	PROJETO DE VIDA	2	80	67
	APROFUNDAMENTO APLICADO À FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE	2	80	66
	APROFUNDAMENTO APLICADO À FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: MATEMÁTICA APLICADA	2	80	67
	FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE	2	80	67
	FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: ELETRICIDADE	4	160	133
	FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES	2	80	67
	FORMAÇÃO TÉCNICA E PROFISSIONAL: SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO	2	80	67
<b>C/H - ETAPA</b>		<b>44</b>	<b>1760</b>	<b>1467</b>

## ANEXO 3 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Comitê de Ética em Pesquisa



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Laboratório Virtual com o Uso do Emulador Tinkercad no Ensino da Eletricidade em um Curso Técnico de Telecomunicações". Você foi selecionado por estar matriculado na turma de Laboratório de Eletricidade do curso técnico de telecomunicações e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

O objetivo deste estudo é propor atividades de laboratório de eletricidade com a utilização de uma ferramenta virtual de simulação de circuitos elétricos em um portal da disciplina de laboratório, com o objetivo de aproximar o aluno dos conhecimentos teóricos, visando motivá-lo no processo de aprendizagem e de suprir deficiências impostas por condições do ambiente escolar.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder a um questionário inicial com informações sobre conhecimento de eletricidade e expectativas sobre a disciplina, acessar o portal do laboratório, realizar as atividades propostas e, em seguida, responder a um questionário onde serão coletados dados necessários à conclusão da pesquisa. O acesso ao portal se dará no laboratório do curso técnico no próprio ambiente escolar.

O preenchimento dos questionários poderá expor o participante a riscos mínimos como cansaço e desconforto pelo tempo gasto no preenchimento do questionário. Se isto ocorrer você poderá interromper o preenchimento dos instrumentos e retomá-los posteriormente, se assim o desejar.

Os benefícios relacionados com a sua participação são a possibilidade de melhoria do processo de ensino-aprendizagem da eletricidade a partir da utilização do portal que possibilitará a conceitualização e reforço dos conteúdos abordados.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação. Os alunos participantes não serão identificados por seus nomes, serão utilizadas numerações para com isso manter o sigilo das informações prestadas.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis, Professor Doutor Daniel de Oliveira e a Professora Natália Corrêa Lecques Ruiz no e-mail natalia.lecques@uol.com.br.

Natália Corrêa Lecques Ruiz - Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNIGRANRIO, localizado na Rua Prof. José de Souza Herdy, 1160 - CEP 25071-202 TELEFONE (21).2672-7733 - ENDEREÇO ELETRÔNICO: HYPERLINK "mailto:cep@unigranrio.com.br" [cep@unigranrio.com.br](mailto:cep@unigranrio.com.br)

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

Participante da pesquisa

Pai / Mãe ou Responsável Legal

## APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário sobre a aprendizagem de eletricidade no laboratório do curso de telecomunicações



### QUESTIONÁRIO SOBRE A APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO LABORATÓRIO DO CURSO DE TELECOMUNICAÇÕES

Prezado aluno(a), o questionário abaixo faz parte de uma pesquisa intitulada “Ensino da Eletricidade na Educação Profissional: Uma Proposta com Adoção de uma Ferramenta de Experimentação Virtual”. As respostas dadas abaixo comporão parte da base de dados estatísticos a serem utilizados na pesquisa supracitada. Todas as perguntas a seguir referem-se a matéria do Ensino Médio técnico de telecomunicações intitulada Laboratório de eletricidade. Os questionários preenchidos, bem como seus dados não serão compartilhados com terceiros. Não é necessário se identificar, obrigado pela sua cooperação.

1 - Qual o tempo aproximado que você dedica aos estudos, fora da sala de aula durante a semana?

- ( ) 30 minutos    ( ) 1 hora    ( ) 2 horas    ( ) 3 horas    ( ) 4 horas ou mais  
 ( ) só antes da prova

2 – Você tem acesso a um computador? (marque a opção mais aplicável)

- ( ) Sim, para lazer e trabalhos escolares.  
 ( ) Sim, para outros fins.  
 ( ) Não.

3 – Caso você tenha acesso a um computador, qual a situação dele quanto à utilização? (marque a opção mais aplicável)

- ( ) É meu e somente eu uso a qualquer momento.  
 ( ) É meu, mas tenho de compartilhar o tempo de uso com outras pessoas.



Não é meu, mas posso utilizar quando quiser.

Não é meu e tenho horários ou períodos determinados para utilizar.

Utilizo em Lan House.

Outras situações. Descreva: \_\_\_\_\_

4 – Caso você tenha acesso a um computador, ele tem acesso à Internet?

Sim       Não

5 – Você tem telefone celular com acesso à Internet?

Sim    Não

6 - Quando um professor de Laboratório passa uma atividade, qual sua maior dificuldade?

---

## APÊNDICE B – Avaliação Diagnóstica

### Laboratório de Eletricidade – Curso Técnico de Telecomunicações



#### Avaliação diagnóstica

Nome: \_\_\_\_\_

Querido aluno,

Esta avaliação diagnóstica tem por objetivo identificar os conhecimentos sobre Eletricidade adquiridos por você até esse momento. Com base nos resultados, estudaremos melhores formas para o desenvolvimento das atividades da pesquisa à qual você foi convidado.

Os resultados serão mantidos sob sigilo e serão utilizados somente para análise de dados, sendo preservados totalmente a sua identidade.

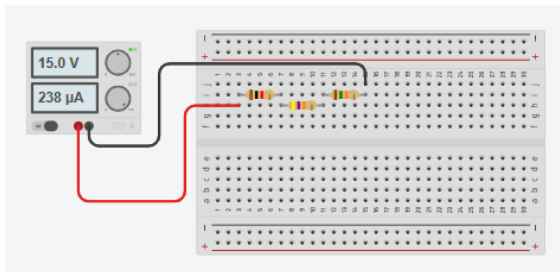
O resultado deste diagnóstico não contará como nota para formar suas notas ao longo da disciplina Laboratório de Eletricidade. Ainda assim, peço que resolva o que for proposto, com dedicação.

Leia com atenção e resolva as tarefas propostas com calma e da forma mais completa possível. Caso seja necessário, utilize o verso da folha para a resolução das questões.

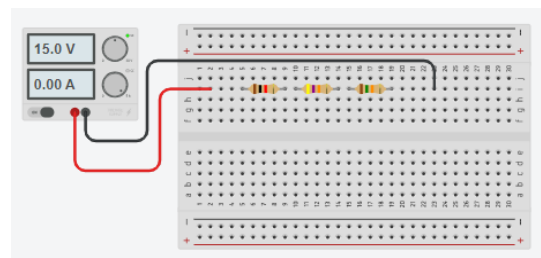
1 – Os alunos do primeiro ano do curso técnico de telecomunicações precisavam comprar resistores de 1 K $\Omega$ , 2,2 K $\Omega$  e 1 M $\Omega$  para realizar um projeto para a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Ao receberem o material comprado em uma loja virtual, tinham que conferir se os resistores entregues eram realmente aqueles que seriam usados no projeto. Para isso, era necessário conhecer o código de cores de resistores. Complete a tabela abaixo com as respectivas cores dos resistores comprados, considerando que todos devem ter tolerância de 5%, ¼ W e são de 4 cores.

Valor resistor	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
1 K $\Omega$				Prata
2,2 K $\Omega$				Prata
1 M $\Omega$				Prata

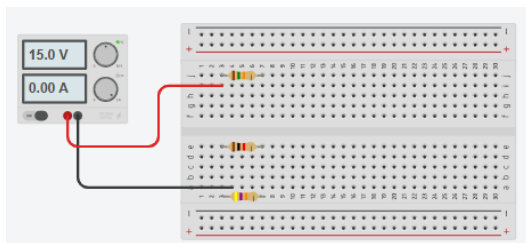
2 - Uma estagiária do laboratório de um centro de pesquisas precisa montar parte de um circuito elétrico em um protoboard para testes. Para isso, ela precisava observar o esquema elétrico do circuito e identificar a parte desejada para efetuar o teste, que era constituída de 3 resistores em série alimentados por uma fonte de tensão de 15 volts. Os valores dos resistores eram: 1 K $\Omega$ , 47 K $\Omega$  e 15 K $\Omega$ . Qual das opções abaixo representa o circuito correto a ser montado?



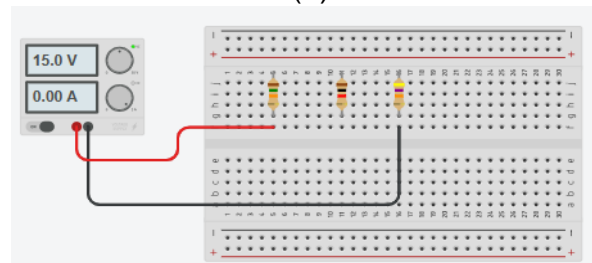
( )



( )



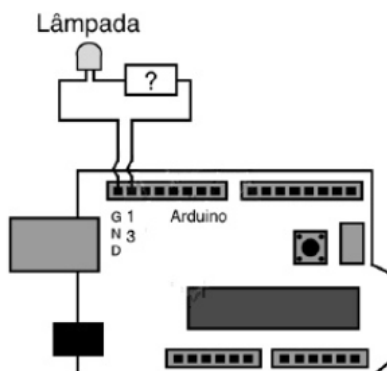
( )



( )

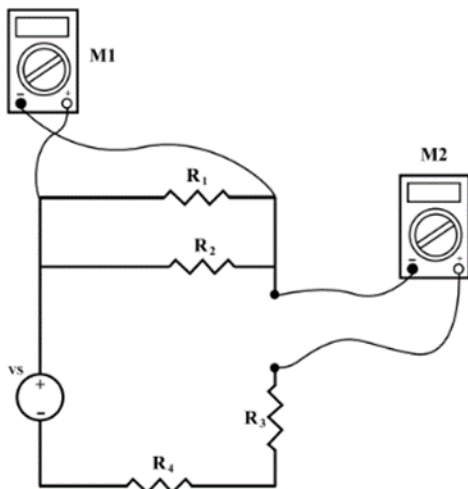
3 - (UPE-PE, 2018) Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto, baseada em hardware e software, fáceis de usar. Você pode informar o que deseja fazer, enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador na placa. (...) Ao longo dos anos, tem sido o cérebro de milhares de projetos desde objetos comuns até instrumentos científicos complexos, que envolvem automação, medição e controle.

Fonte: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>, acessado e adaptado em: 16 de julho de 2017.



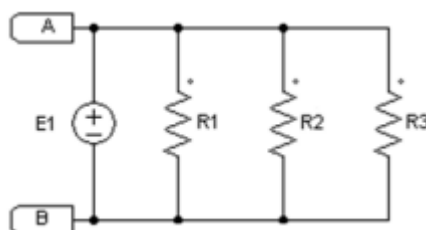
A figura acima representa a montagem de um circuito Arduino, que faz uma pequena lâmpada acender. O circuito consiste em uma fonte de tensão contínua, configurada para fornecer 3,0 V entre as portas 13 e GND do Arduino, uma lâmpada em série com uma configuração de resistores desconhecida. Sabendo que a lâmpada precisa de uma tensão de 2,0 V e de uma corrente de 0,02 A entre seus terminais, qual deverá ser o valor da resistência que fica no lugar do ? utilizada para acender a lâmpada?

4 - Um aluno solicitou a ajuda de um colega para auxiliá-lo na utilização de dois multímetros para medir tensão e corrente em um circuito puramente resistivo. O aluno estava utilizando os multímetros M1 e M2 conforme a abaixo. O que cada multímetro está medindo: Tensão, corrente ou resistência?



M1 está medindo \_\_\_\_\_ e M2 \_\_\_\_\_.

5 – Um técnico em telecomunicações está a bordo de um navio em alto mar e necessita realizar o reparo em um circuito do radar. Ele constatou que deve realizar a troca de uma resistência, pois houve um curto-circuito que danificou a placa onde se encontrava o circuito da figura abaixo.



Onde:

$R_1 = 10\text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 10\text{ K}\Omega$  e  $R_3 = 10\text{ K}\Omega$

Porém, no estoque de materiais do navio não havia resistores de  $10\text{ K}\Omega$  sobressalentes. Nesse estoque, existiam somente resistores de  $1,6\text{ K}\Omega$ ,  $3,3\text{ K}\Omega$  e  $47\text{ K}\Omega$ . Sabendo-se que os resistores queimados são  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , como o técnico pode resolver esse problema de falta de resistores de  $10\text{ K}\Omega$ ? Justifique sua resposta.

6 – A imagem abaixo apresenta um multímetro com destaque para o ohmímetro. Você possui três resistores para medir e precisa escolher a escala apropriada do multímetro para realizar cada uma das medidas.



Resistores disponíveis:

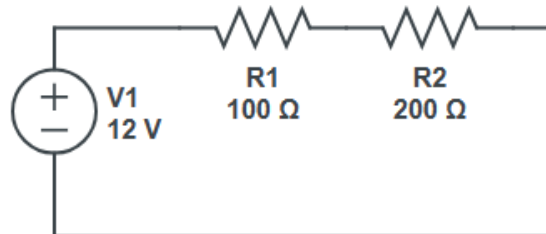
1. Resistor 1 - Valor:  $100\ \Omega \pm 5\%$   $\frac{1}{4}\text{ W}$
2. Resistor 2 - Valor:  $470\ \Omega \pm 5\%$   $\frac{1}{4}\text{ W}$
3. Resistor 3 - Valor:  $2,2\text{ K}\Omega \pm 5\%$   $\frac{1}{4}\text{ W}$

a) Escolha a escala do ohmímetro adequada para medir cada resistor e explique sua escolha.

Resistor 1 \_\_\_\_\_ Resistor 2 \_\_\_\_\_ Resistor 3 \_\_\_\_\_

- b) Você utilizou o multímetro na escala correta e verificou um valor de  $95 \Omega$  para o Resistor 1. Podemos considerar esse valor aceitável? Explique.

7 - Considere o seguinte circuito elétrico:



- Calcule a corrente total ( $I_{total}$ ) que flui no circuito.
- Determine a tensão ( $V_{R1}$ ) no resistor R1.
- Calcule a corrente ( $I_{R2}$ ) que flui através do resistor R2.
- Explique o que aconteceria com a corrente total ( $I_{total}$ ) se o valor da resistência do resistor R2 fosse reduzido pela metade, ou seja, se R2 passasse a ter 100 ohms.
- Desenhe o circuito resultante após a adição de um terceiro resistor em paralelo com R1 e R2. Determine o valor da resistência desse novo resistor, de modo que a corrente total no circuito seja o dobro do valor calculado no item 1.

## APÊNDICE C – Avaliação de desempenho

**Laboratório de Eletricidade – Curso Técnico de Telecomunicações****Avaliação de Desempenho – Turma 1231**

Nome: \_\_\_\_\_

Querido aluno,

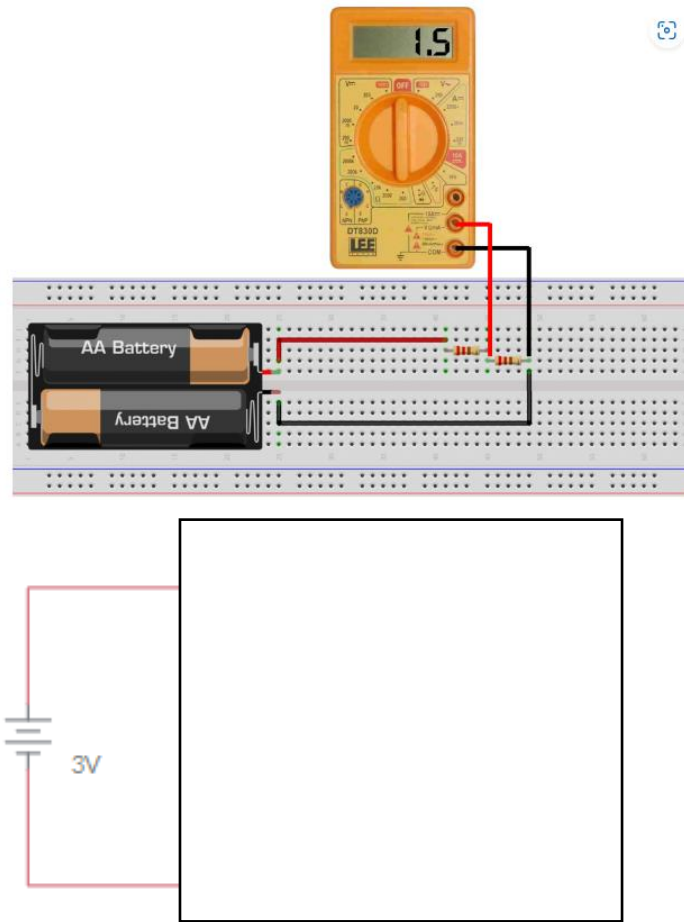
Esta avaliação de desempenho tem por objetivo identificar os conhecimentos sobre o Laboratório Eletricidade adquiridos por você ao longo dos meses de junho e julho de 2023, quando desenvolvemos as atividades da pesquisa à qual você foi convidado.

Os resultados serão mantidos sob sigilo e serão utilizados somente para análise de dados, sendo preservados totalmente a sua identidade.

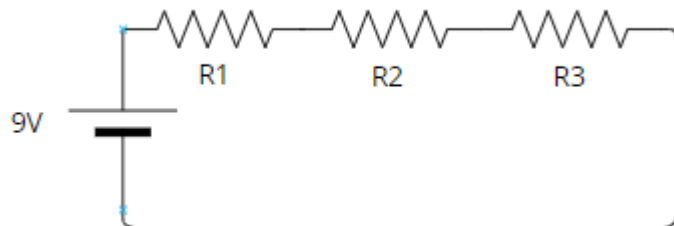
O resultado desta atividade não contará como nota para formar suas notas ao longo da disciplina Laboratório de Eletricidade. Ainda assim, peço que resolva o que for proposto, com dedicação.

Leia com atenção e resolva as tarefas propostas com calma e da forma mais completa possível. Caso seja necessário, utilize o verso da folha para a resolução das questões.

1) A imagem do circuito montado abaixo representa um divisor de tensão resistivo. Divisores de tensão resistivos são uma ferramenta versátil que pode ser usada em uma ampla variedade de aplicações. Eles são relativamente simples de projetar e construir, e são um componente comum em muitos circuitos eletrônicos. Por exemplo, em um rádio, um divisor de tensão é usado para gerar a tensão de alimentação para o circuito de amplificação de áudio. A partir da imagem do circuito abaixo, faça o esquema elétrico referente a esse circuito no espaço indicado.



2) Com os componentes encontrados na bancada, monte o circuito abaixo:



Onde:  $R_1 = 1\text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2\text{ K}\Omega$  e  $R_3 = 3,9\text{ K}\Omega$

4) Calcule o Resistor Equivalente ( $R_{eq}$ ) do circuito, a Corrente Total ( $I_T$ ), a queda de tensão em  $R_1$  ( $V_{R1}$ ),  $R_2$  ( $V_{R2}$ ) e  $R_3$  ( $V_{R3}$ ) e complete a tabela 1.

Valor Calculado	$R_{eq}$ ( $\Omega$ )	$I_T$ (mA)	$V_{R1}$ (V)	$V_{R2}$ (V)	$V_{R3}$ (V)

Tabela1



5) Utilizando o multímetro que está na bancada de testes, meça os valores da Resistor Equivalente ( $R_{eq}$ ) do circuito, a Corrente Total ( $I_T$ ), a queda de tensão em  $R_1$  ( $V_{R1}$ ),  $R_2$  ( $V_{R2}$ ) e  $R_3$  ( $V_{R3}$ ) e complete a tabela 2.

Valor Medido	$R_{eq}$ ( $\Omega$ )	$I_T$ (mA)	$V_{R1}$ (V)	$V_{R2}$ (V)	$V_{R3}$ (V)

Tabela 2

6) Compare os valores encontrados na tabela 2, que representam os valores medidos com o multímetro, com os valores calculados na tabela 1. Responda às questões abaixo:

6.1) O valor medido da Resistência equivalente é o mesmo do valor calculado?

---

6.2) Caso os valores sejam diferentes, qual seria a causa disso acontecer?

---

6.3) O valor medido da corrente total do circuito é igual ao valor esperado?

---

6.4) Caso os valores sejam diferentes, por que isso está acontecendo?

---

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Prezado Professor,

Agradecemos sinceramente pela sua valiosa contribuição na validação do produto educacional "Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida". Sua opinião desempenha um papel fundamental na contínua melhoria e aperfeiçoamento deste produto. Solicitamos que gentilmente compartilhe suas impressões e experiências referentes à sequência didática, com base na vivência durante o encontro pedagógico realizado em 18/12/2023. Suas respostas serão essenciais para a compreensão detalhada da eficácia do material e orientarão futuras melhorias.

- 1) Você considera que as instruções fornecidas no caderno “Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida” foram adequadas para que você compreendesse o que é proposto?  
 Considero muito adequadas  
 Considero adequadas  
 Considero pouco adequadas
  
- 2) Você considera que a linguagem utilizada nos Roteiros de Aprendizagem propostos no caderno “Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida” apresenta linguagem acessível e adequada aos alunos de primeiro ano?  
 Muito acessível  
 Mais ou menos acessível
  
- 3) Você considera que o tema “Circuito Série e Paralelo” é relevante no aprendizado da disciplina de Laboratório de Eletricidade?  
 Muito relevante  
 Pouco relevante

- 4) Você acredita que esse material pode ser eficaz no que diz respeito a experimentação dos alunos nas aulas de laboratório de eletricidade? Justifique.

---

---

---

---

---

---

---

- 5) Como você avalia o produto educacional "Sequência Didática no Ensino de Eletricidade: Circuito série e paralelo na sala de aula invertida"?

- Muito bom  
 bom  
 Regular

## APÊNDICE E – Resumo publicado em Anais do CMD 2022



Caderno de Resumos do  
Congresso Internacional Movimentos Docentes  
e Colóquio FORPIBID RP – 2022

## **PRODUTO EDUCACIONAL EM FÍSICA: UM OLHAR SOB A ELETRICIDADE NO ENSINO TÉCNICO**

**Natália Carrêa Leques Ruiz.<sup>1</sup>, Daniel de Oliveira.<sup>2</sup>**

O Novo Ensino Médio, que começou a ser efetivado no ano de 2022 no Brasil, propõe proporcionar aos estudantes uma série de competências que incluem pensamento crítico, extração e análise de informações de fontes variadas, resolução de problemas, diálogo e apresentação de ideias entre outras. Também tem como premissa o protagonismo do aluno e apresenta opções de itinerários formativos distintos a serem percorridos durante os anos finais da educação básica. Um desses itinerários é a Formação Técnica e Profissional, que tem o objetivo de estreitar laços entre escola e mercado de trabalho. Na educação profissional o ensino de Física, em especial o conteúdo de eletricidade, é fundamental para a compreensão de conceitos, técnicas e métodos requeridos aos profissionais que atuam em algumas áreas, tais como: Elétrica, Eletrônica, Eletroeletrônica, Mecatrônica e afins. Em 1980 a modalidade de Mestrado Profissional foi criada e desde então, produtos educacionais que visam a melhoria da qualidade de ensino e são o diferencial desse modelo de mestrado vêm sendo elaborados e aplicados às turmas de educação básica. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi apresentar os resultados de um mapeamento sistemático (MS) acerca dos produtos educacionais produzidos como resultado das dissertações dos programas de Mestrado Profissional relacionado à temática eletricidade, resultante de busca nos sites do Repositório eduCAPES e Google Acadêmico durante o período compreendido entre 2018 e julho de 2022. Para realizar o MS, foram utilizadas as ideias de mapeamento e revisão de Motta, Basso e Kalinke (2019) e foram utilizados os descritores: “produto educacional”, “ensino técnico”, “ensino médio” e “eletricidade”, foram selecionadas 5 publicações que tinham como foco o ensino e a aprendizagem da eletricidade no ensino médio ou técnico. Por meio deste mapeamento verificamos que dois programas profissionais ofertaram produtos educacionais que versavam sobre a eletricidade, sendo eles: MNPEF e PPGECEM-IPG. Nesses, identificamos 5 produtos direcionados ao Ensino Técnico e Ensino Médio dentro dessa temática, sendo os mesmos aplicados na disciplina de Física. Porém, esses trabalhos não foram realizados em disciplinas de cursos técnicos onde a eletricidade se apresenta como base de construção de conhecimento de aprendizagens mais aprofundadas. Sendo assim, mesmo que os trabalhos analisados tenham sido aplicados em turmas de ensino técnico, eles não constituíram material específico de disciplinas de formação profissional, evidenciando uma carência de estudos nesse sentido.

**Palavras-chave:** Eletricidade, Ensino técnico, Produto educacional.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências PPGECEM - Unigranrio