



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ**  
**CAMPUS OEIRAS**  
**CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

**LUCAS DE SOUSA MOURA**

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA *PROTOBOARD*, SEUS COMPONENTES E  
*SOFTWARE TINKERCAD* PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE**

**OEIRAS-PI**

**2025**

LUCAS DE SOUSA MOURA

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA *PROTOBOARD*, SEUS COMPONENTES E *SOFTWARE*  
*TINKERCAD* PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)  
apresentado como exigência parcial para obtenção do  
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,  
Campus Oeiras.

Orientador(a): Prof. Me. Charles da Costa Cunha.  
Coorientador(a): Prof. Me. Mateus Soares da Silva.

Oeiras-PI

2025

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**

---

Moura, Lucas de Sousa

M927a      Análise da utilização da protoboard, seus componentes e software tinkercad para o ensino de eletricidade / Lucas de Sousa Moura. - 2025.  
105 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Oeiras, 2025.

Orientador : Prof Me. Charles da Costa Cunha.

Coorientador : Prof Me. Mateus Soares da Silva.

1. Ensino de Física. 2. Eletricidade. 3. Protoboard. 4. Tinkercad. I.Título.

CDD - 530

---

**Elaborado por Denizete Lima de Mesquita CRB 3/1079**

LUCAS DE SOUSA MOURA

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA PROTOBOARD, SEUS COMPONENTES E  
SOFTWARE TINKERCAD PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)  
apresentado como exigência parcial para obtenção do  
diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,  
Campus Oeiras.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Charles da Costa Cunha (Orientador)  
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - Campus Oeiras

---

Prof. Me. Mateus Soares da Silva (Coorientador)  
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - Campus Oeiras

---

Profa. Ma. Juliana Oliveira de Malta  
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - Campus Oeiras

---

Severino de Assis Pacheco Junior  
Instituto Federal do Piauí (IFPI) - Campus Oeiras

Dedico este trabalho a Deus, à minha mãe e à minha avó, pelo apoio incondicional; aos amigos que fiz ao longo da caminhada, pela parceria e constante incentivo; aos professores, pela dedicação, pelos ensinamentos compartilhados e pela inspiração; e ao IFPI, pelo acolhimento e pelo compromisso com minha formação ao longo da trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Sem fé e perseverança, este trabalho não teria sido possível.

À minha mãe, Gerleny Modéstia de Sousa, e à minha avó, Maria Modéstia de Sousa, pelo apoio financeiro no início da minha jornada acadêmica, pelas palavras de incentivo e por acreditarem em mim em todos os momentos. Essa conquista também é de vocês.

Aos meus orientadores, Prof. Me. Charles da Costa Cunha e Prof. Me. Mateus Soares da Silva, sou grato pela orientação, paciência e dedicação em cada etapa deste trabalho. Seus conselhos foram fundamentais para minha formação.

Aos amigos que conheci ao longo desta trajetória, em especial aos meus companheiros de turma Adão Pereira, Jarcilene Rodrigues, Maria Ystefani e Maria Gabriela, que caminharam comigo nessa jornada. Agradeço pelos momentos de apoio, pelas conversas, pelas trocas de experiências e pelos incentivos nos períodos mais desafiadores.

Aos estudantes do Instituto Federal do Piauí, Campus Oeiras da 3ª série que participaram da pesquisa, bem como ao professor Mateus, por disponibilizar suas aulas para a aplicação do projeto, registro minha gratidão pela colaboração e disponibilidade de todos, sem os quais esta investigação não teria sido possível.

A todos os professores do Curso de Licenciatura em Física, pelo comprometimento, pelos conhecimentos compartilhados e pelo exemplo de dedicação à educação pública de qualidade.

Não poderia deixar de agradecer, com carinho e respeito, às tias do refeitório institucional, que sempre contribuíram com meu almoço. Com dedicação e cuidado, preparavam as refeições e me acolhiam com palavras gentis. Saibam que sua presença tornou meus dias mais leves e fez diferença em minha rotina acadêmica.

Ao Instituto Federal do Piauí – IFPI – Campus Oeiras, e a todos os seus colaboradores, meu profundo agradecimento por terem sido parte essencial do meu percurso de aprendizado, crescimento e transformação. Foi um ambiente acolhedor e inspirador, que levarei para sempre em minha memória.

O único homem que está isento de erros é aquele  
que não arrisca acertar.

**Albert Einstein**

## RESUMO

Ferramentas como o *software Tinkercad* e a *protoboard* são amplamente utilizadas na área da robótica. Reconhecendo seu potencial didático, esta pesquisa teve como objetivo analisar a eficácia do uso integrado dessas ferramentas no ensino de conteúdos relacionados à eletricidade, como a Lei de Ohm e a associação de resistores, com foco em turmas da 3ª série do Ensino Médio do Instituto Federal do Piauí – Campus Oeiras. A proposta surgiu da necessidade de superar as limitações do ensino tradicional de Física, que geralmente se baseia em aulas teóricas expositivas e oferece pouca experimentação, dificultando a compreensão e o engajamento dos estudantes especialmente em conteúdos abstratos, como os de eletricidade. A fundamentação teórica apoiou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, de Marco Antônio Moreira, e na concepção de educar pela pesquisa, proposta por Pedro Demo. Foi adotada uma abordagem metodológica mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos para melhor compreender os resultados. As atividades didáticas foram organizadas em três etapas: uma aula teórica expositiva, simulações de circuitos no ambiente virtual *Tinkercad* e, por fim, a montagem física dos circuitos com a *protoboard*. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários aplicados via *Google Forms* um antes e outro após as atividades com base em escalas *Likert* e uma questão aberta, a fim de avaliar a percepção dos estudantes sobre o uso das ferramentas e o próprio processo de aprendizagem. Os resultados indicaram que a integração entre teoria, simulação virtual e prática física contribuiu para um maior engajamento dos alunos e facilitou a compreensão dos conceitos. Além disso, observou-se um interesse maior pelas aulas que envolveram experimentação real, uma vez que a manipulação dos componentes físicos proporcionou uma vivência mais concreta dos conteúdos. Conclui-se, portanto, que o uso combinado da *protoboard* e do *software Tinkercad* configura-se como uma estratégia pedagógica eficaz, acessível e viável para o ensino de eletricidade. Essa abordagem permite contornar a falta de infraestrutura laboratorial em muitas escolas públicas e, ao mesmo tempo, estimula habilidades como resolução de problemas, raciocínio lógico e trabalho colaborativo. O estudo reforça a importância de metodologias ativas que promovam a aprendizagem por meio da prática, tornando o ensino da Física mais dinâmico, contextualizado e significativo para os estudantes.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Eletricidade; *Protoboard*; *Tinkercad*; Aprendizagem significativa.



## ABSTRACT

Tools such as Tinkercad software and breadboards are widely used in robotics. Recognizing their educational potential, this research aimed to analyze the effectiveness of the integrated use of these tools in teaching electricity-related topics, such as Ohm's Law and resistor association, focusing on third-grade high school classes at the Instituto Federal do Piauí – Oeiras Campus. The proposal arose from the need to overcome the limitations of traditional physics teaching, which generally relies on expository theoretical classes and offers little experimental experience, hindering student understanding and engagement, especially in abstract topics such as electricity. The theoretical foundation was based on Marco Antônio Moreira's Theory of Meaningful Learning and Pedro Demo's concept of educating through research. A mixed-methodological approach was adopted, combining qualitative and quantitative methods to better understand the results. The teaching activities were organized into three stages: a lecture, circuit simulations in the Tinkercad virtual environment, and finally, the physical assembly of the circuits using a breadboard. Data collection was conducted through questionnaires administered via Google Forms, one before and one after the activities, based on Likert scales and an open-ended question, to assess students' perceptions of the use of the tools and the learning process itself. The results indicated that the integration of theory, virtual simulation, and physical practice contributed to greater student engagement and facilitated understanding of the concepts. Furthermore, greater interest was observed in the classes that involved real experimentation, since the manipulation of physical components provided a more concrete experience of the content. Therefore, we conclude that the combined use of the breadboard and Tinkercad software constitutes an effective, accessible, and viable pedagogical strategy for teaching electricity. This approach overcomes the lack of laboratory infrastructure in many public schools while also fostering skills such as problem-solving, logical reasoning, and collaborative work. The study reinforces the importance of active methodologies that promote learning through practice, making physics teaching more dynamic, contextualized, and meaningful for students.

**Keywords:** Physics Teaching; Electricity; Breadboard; Tinkercad; Meaningful Learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 – Interfase do Software Tinkercad .....                                                                                                                       | 29  |
| Figura 2 – Placas de Protoboard.....                                                                                                                                   | 32  |
| Figura 3 – Esquema da <i>protoboard</i> .....                                                                                                                          | 32  |
| Figura 4 – Conexão de um componente na <i>protoboard</i> . .....                                                                                                       | 33  |
| Figura 5 – Multímetro .....                                                                                                                                            | 34  |
| Figura 6 – Resistores .....                                                                                                                                            | 35  |
| Figura 7 – Jumper.....                                                                                                                                                 | 35  |
| Figura 8 – Bateria elétrica de 9V.....                                                                                                                                 | 36  |
| Figura 9 – LEDs .....                                                                                                                                                  | 36  |
| Figura 10 – Polaridade e representação esquemática de um LED .....                                                                                                     | 37  |
| Figura 11 – Montagem de circuito com LEDs .....                                                                                                                        | 37  |
| Figura 12 – Sentido da corrente real e convencional.....                                                                                                               | 40  |
| Figura 13 – Resistores em série.....                                                                                                                                   | 41  |
| Figura 14 – Localização de Oeiras no Piauí.....                                                                                                                        | 47  |
| Figura 15 – Instituto Federal Campus Oeiras.....                                                                                                                       | 48  |
| Figura 16 – Apresentação do conteúdo (pesquisador Lucas guia os estudantes na construção dos conceitos explorados). Aprendizagem significativa, de David Ausubel. .... | 49  |
| Figura 17 – Estudantes utilizando o tinkercad.....                                                                                                                     | 50  |
| Figura 18 – Realização da prática com a protoboard .....                                                                                                               | 51  |
| Figura 19 – Ferramentas físicas.....                                                                                                                                   | 84  |
| Figura 20 – Ferramentas virtuais.....                                                                                                                                  | 84  |
| Figura 21 – Fotos da aula utilizando o software Tinkercad .....                                                                                                        | 99  |
| Figura 22 – fotos da aula utilizando a protoboard e seu componente .....                                                                                               | 100 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Entendimento sobre eletricidade. ....                                             | 53 |
| Gráfico 2 – Conhecimento acerca das ferramentas .....                                         | 54 |
| Gráfico 3 – Opinião dos estudantes a cerca dos experimentes físicos e virtuais.....           | 55 |
| Gráfico 4 – Interesse dos estudantes sobre eletricidade e eletrónica.....                     | 57 |
| Gráfico 5 – Percepção dos estudantes da aula teórica .....                                    | 58 |
| Gráfico 6 – opinião acerca da utilização do software Tinkercard .....                         | 59 |
| Gráfico 7 – Opinião acerca da utilização da protoboard e seus componentes .....               | 61 |
| Gráfico 8 – Opinião dos estudantes a cerca da integração da aula teórica e experimental ..... | 63 |
| Gráfico 9 – opiniões dos estudantes a cerca do experimento virtual e real.....                | 64 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Idade dos estudantes ..... | 52 |
|---------------------------------------|----|

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|       |                                                              |
|-------|--------------------------------------------------------------|
| Eq    | Equação                                                      |
| LED   | Diodo Emissor de Luz                                         |
| ODAs  | Objetos Digitais de Aprendizagem                             |
| TCLE  | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                   |
| TALE  | Termo de Assentimento Livre e Esclarecido                    |
| DDP   | Diferença de potencial                                       |
| IFPI  | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí |
| IBGE  | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística              |
| TIC   | Tecnologias da Informação e Comunicação                      |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul                    |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                  |                                         |
|------------------|-----------------------------------------|
| %                | Porcentagem                             |
| $I_{\text{méd}}$ | Corrente elétrica média                 |
| $\Delta Q$       | Variação da carga elétrica              |
| $\Delta t$       | Intervalo de tempo                      |
| $q$              | Carga elétrica                          |
| $V$              | Diferença de potencial (tensão)         |
| $dt$             | Taxa de variação temporal               |
| $dQ$             | taxa de variação da carga               |
| $I$              | Corrente elétrica                       |
| $R_{\text{eq}}$  | Resistência equivalente                 |
| TIC              | Tecnologias da Informação e Comunicação |
| $\Omega$         | Ohm                                     |
| C                | Coulomb                                 |
| A                | Amper                                   |
| Q                | Carga                                   |
| I                | Corrente elétrica                       |
| R                | Resistência                             |
| $\Omega$         | Ohm                                     |

## SUMÁRIO

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                   | 15  |
| <b>1.1 JUSTIFICATIVA</b>                                              | 19  |
| <b>1.2 OBJETIVOS</b>                                                  | 23  |
| 1.2.1 Objetivo Geral:                                                 | 23  |
| 1.2.2 Objetivos Específicos:                                          | 24  |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>                                          | 24  |
| 2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA                                        | 24  |
| 2.2 EDUCAR PELA PESQUISA                                              | 27  |
| 2.3 <i>SOFTWARES TINKERCAD</i> NA EDUCAÇÃO                            | 29  |
| 2.4 <i>PROTOBOARD</i> E SEUS COMPONENTES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA     | 30  |
| 2.5 RESISTORES EM SÉRIE                                               | 41  |
| 2.6 RESISTORES EM PARALELO                                            | 43  |
| <b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>                                  | 45  |
| 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO                                            | 45  |
| 3.2 LOCAL DO ESTUDO                                                   | 46  |
| 3.3 PARTICIPANTES DO ESTUDO                                           | 48  |
| 3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS                                   | 49  |
| 3.5 ANÁLISE DE DADOS                                                  | 51  |
| <b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>                           | 52  |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                        | 67  |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                    | 69  |
| <b>APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA</b>           | 73  |
| <b>APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS PRÉVIO</b>             | 74  |
| <b>APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b> |     |
| 78                                                                    |     |
| <b>APÊNDICE D - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)</b>  | 81  |
| <b>APÊNDICE E - FERRAMENTAS DIDÁTICAS UTILIZADAS</b>                  | 84  |
| <b>APÊNDICE F - ROTEIRO EXPERIMENTAL UTILIZADO NAS PRÁTICAS</b>       | 85  |
| <b>APÊNDICE G - ROTEIRO DETALHADO PARA <i>TINKERCAD</i></b>           | 95  |
| <b>APÊNDICE H - FOTOS DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA VIRTUAL E REAL</b>   | 99  |
| <b>APÊNDICE I - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS PÓS</b>                | 101 |

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Santos, Silva, Melo e Santana (2016), os primeiros registros sobre fenômenos elétricos datam da Grécia Antiga, entre os séculos VII e VI a.C., com Tales de Mileto sendo um dos pioneiros ao observar efeitos da eletrização por atrito. No século XVI, William Gilbert contribuiu significativamente para o desenvolvimento da área, introduzindo os termos “eletricidade” e “eletrização”. Já no século XVIII, Benjamin Franklin demonstrou que os raios são manifestações elétricas, marcando um avanço importante na compreensão do fenômeno. A partir do século XIX, a eletricidade deixou de ser apenas uma curiosidade científica para se tornar uma força controlável, resultante de múltiplas descobertas interligadas, e passou a impulsionar o progresso da ciência e da tecnologia.

Com a evolução da eletricidade, também se desenvolveu a eletrônica, inicialmente de forma lenta, mas que ao longo do tempo se acelerou. De acordo com Abreu e Freitas (2017), nos séculos XVII, XVIII e XIX, os conhecimentos sobre eletricidade e eletrônica eram dispersos e fragmentados. No entanto, o estudo dessa trajetória revela que seu desenvolvimento foi fruto de um trabalho coletivo entre cientistas ao longo dos séculos. Desde o capacitor de ar, desenvolvido por Franz Aepinus em 1750, até a criação do transistor no século XX, inúmeros inventores contribuíram com dispositivos fundamentais.

A descoberta da retificação de sinais por Karl Braun, por exemplo, só foi aplicada anos depois por Greenleaf Pickard na recepção de ondas de rádio, evidenciando como a ciência avança a partir do acúmulo de conhecimento. Assim, reconhecer o legado desses inventores e cientistas é essencial para compreender a evolução tecnológica e seu impacto transformador na sociedade ao longo do tempo.

Com o passar do tempo, a eletrônica e a robótica passaram a ser inserida também no contexto escolar. Na visão Campos (2017), a robótica educacional tem um impacto positivo no aprendizado dos alunos em diversas áreas do conhecimento, como Física, Matemática, Engenharia e Computação, além de contribuir para o desenvolvimento pessoal, cognitivo e de habilidades sociais, como a pesquisa, o pensamento criativo, a tomada de decisão, a resolução de problemas, a comunicação e o trabalho colaborativo. Considerando esses benefícios, a robótica tem sido utilizada como ferramenta para a construção de práticas experimentais no ensino de Física, com ênfase no estudo da eletricidade.

Com o uso de determinados recursos da robótica, é possível promover atividades didáticas diferenciadas em sala de aula, facilitando a compreensão de conteúdos por parte dos



estudantes. Sob a ótica de Lopes, Cruz e Siebra (2018), a Robótica Educacional surgiu da necessidade de inserir, no contexto escolar tradicional, elementos do mundo contemporâneo, uma vez que a educação deve acompanhar as transformações da sociedade e utilizar as ferramentas disponíveis. Além disso, muitos desses recursos são de fácil acesso, e há ainda alternativas como os softwares de simulação, que também podem ser utilizados como recursos pedagógicos.

A combinação de ferramentas físicas e digitais pode demonstrar um grande potencial como recurso didático para o ensino de Física, pois permite a criação e realização de testes e experimentos. Na perspectiva de Santos e Dickman (2018), a abordagem experimental seja virtual ou real contribui de forma positiva para o aprendizado dos alunos, refletindo-se tanto na assimilação dos conteúdos quanto no aumento do interesse e da motivação.

Apesar da existência de diversas formas de inovar o ensino de Física, muitas escolas ainda não as implementam. Isso contribui para que o ensino nas instituições apresente um déficit considerável na aprendizagem dos alunos. Um dos fatores responsáveis por essa realidade é a predominância da abordagem tradicionalista. Como destaca Rossi (2024), no contexto educacional brasileiro, o ensino adotado pelos professores tende a ser tradicional, marcado pela apresentação de conteúdos de forma fragmentada, descontextualizada e cumulativa. Nessa abordagem, a palavra do professor e as regras impostas predominam, enquanto os conteúdos e métodos didáticos são pouco relacionados à realidade social dos estudantes.

No contexto específico do ensino de Física, que frequentemente adota uma abordagem teórica baseada em explicações e cálculos, é raro o desenvolvimento de atividades práticas que permitam aos alunos observarem e interagirem com os fenômenos físicos, o que é essencial para uma aprendizagem mais significativa. Como afirma Santos e Dickman (2018), essa interação prática potencializa o entendimento dos conteúdos e estimula o envolvimento dos estudantes.

O ensino de Física na Educação Básica, via de regra, se resume à apresentação de conteúdos pelo professor e resolução de exercícios, em geral, sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias (TIC) no ensino. Esses fatores contribuem para deixar a Física desestimulante e sem sentido para os estudantes, amargando altos índices de reprovação, tanto no ensino médio como no ensino superior (Santos; Dickman, 2018, p.1).

Assim, entendesse-se que estudantes do ensino médio, especialmente em instituições públicas, não participa de experimentos práticos devido à carência de laboratórios, o que

dificulta a compreensão de determinados conteúdos de Física. Nesse sentido, é importante destacar a importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem.

O ensino por meio da experimentação é quase uma necessidade no âmbito das ciências naturais. Ocorre que podemos perder o sentido da construção científica se não relacionarmos experimentação, construção de teorias e realidade socioeconômica e se não valorizarmos a relação entre teoria e experimentação, pois ela é o próprio cerne do processo científico (Santos, 2005, p. 61).

O autor ressalta a importância da realização de testes práticos sobre fenômenos naturais para comprovar determinados métodos, contribuindo para a assimilação dos conceitos físicos e sua aplicação no cotidiano. Com base no método experimental, a presente investigação buscará avaliar a eficácia do uso de dispositivos de robótica tanto físicos quanto virtuais como a *protoboard* e o *software Tinkercad*, no ensino do conteúdo de eletricidade.

Tendo como objetivo principal verificar a eficiência dessas ferramentas enquanto recursos pedagógicos, que atuam como suporte didático, auxiliando as atividades em sala de aula e potencializando o processo de aprendizagem. Além disso, busca-se analisar a interação dos estudantes com os equipamentos, observando se estes efetivamente facilitam a compreensão dos conteúdos a partir da realização das práticas experimentais, tanto de forma real quanto digital.

O pressuposto básico dessas ferramentas é permitir que os próprios estudantes realizem as montagens, sejam elas virtuais ou físicas. Nesse sentido, Demo (1998, p. 165), “A primeira condição de aprendizagem é o esforço reconstrutivo pessoal do aluno; não se aprende apenas escutando aula, tomando nota do que o professor diz, fazendo prova, mas pesquisando e elaborando com mão própria.” Com isso, o aprendizado ocorre de forma prática e interativa, sendo o aluno o principal responsável pela realização das atividades propostas.

É fundamental promover a autonomia dos alunos na elaboração e testagem de seus projetos em diferentes etapas, proporcionando uma aprendizagem mais significativa. A incorporação de ferramentas como o *Tinkercad* e a *protoboard* no ambiente escolar favorece esse protagonismo estudantil, permitindo que desenvolvam habilidades práticas e compreendam os conceitos teóricos em situações concretas. Essa abordagem pode ser desenvolvida no ensino de eletricidade, já que muitos conteúdos são de difícil compreensão quando trabalhados apenas de forma teórica.

Conforme Dorneles, Araujo e Veit (2006, p. 488), “a Eletricidade é uma das áreas da Física que possuem mais estudos sobre dificuldades de aprendizagem dos alunos”. Isso se deve

à complexidade de muitos conceitos, que nem sempre são facilmente assimilados por meio de explicações teóricas. Sem a realização de experimentos, o aprendizado tende a se limitar à teoria, o que compromete o interesse dos alunos e a aplicação prática dos conteúdos.

Diante desses desafios, recursos como a *protoboard*, componentes eletrônicos e o *software Tinkercad* se apresentam como ferramentas complementares para o ensino da eletricidade. Eles possibilitam aos docentes tornarem os princípios teóricos mais concretos, permitindo aos alunos explorarem, construir e experimentar circuitos de forma segura, tanto no ambiente virtual quanto no real, promovendo uma integração entre teoria e prática.

Essa abordagem se alinha a novas metodologias ativas, que proporcionam um aprendizado mais envolvente e significativo. Ao utilizar inicialmente a simulação virtual e, em seguida, realizar as montagens reais com a *protoboard*, os estudantes vivenciam o conhecimento de maneira prática.

Diante disso, são necessárias novas metodologias aplicadas ao Ensino de Física que possam estar interligadas a práticas de ensino capazes de estimular o aprendizado dos estudantes conseguindo assim, associar conhecimentos a situações reais, respeitando assim todo um processo de aprendizagem necessário para a obtenção de conhecimentos significativos por parte do estudante (Silva; Leite, 2024, p.3).

Portanto, busca-se adotar uma nova abordagem metodológica no ensino de Física, utilizando ferramentas educacionais como o *protoboard*, os componentes eletrônicos e o *software Tinkercad*. No entanto, ainda há uma carência de estudos que avaliem a eficácia dessa proposta no aprimoramento de habilidades e na consolidação dos conceitos relacionados à eletricidade.

Diante dessa lacuna, este trabalho buscou analisar a efetividade dessa abordagem em turmas da 3ª série do ensino médio, investigando se a integração desses recursos tecnológicos contribui para uma maior compreensão dos conteúdos e para o engajamento dos estudantes em atividades práticas e experimentais.

Buscando entender se estas ferramentas podem facilitar o processo de aprendizagem ao unir a experimentação prática a recursos virtuais, promovendo um ambiente de ensino mais dinâmico e motivador.

Espera-se que este estudo contribua para o campo educacional ao avaliar a viabilidade e os impactos de metodologias que combinam tecnologias acessíveis com práticas experimentais, oferecendo subsídios para a adoção de estratégias mais eficazes no ensino de eletricidade.

Este estudo está estruturado em cinco seções principais, qual referencial teórico do trabalho está organizado em sete capítulos. Denominado Aprendizagem Significativa, que ressalta a importância do conhecimento prévio por parte dos estudantes. Também contempla a concepção de educar pela pesquisa, segundo a qual os estudantes aprendem de forma mais eficaz por meio da investigação e da prática além disso, apresenta a utilização de recursos como o software Tinkercad e a protoboard, bem como conceitos fundamentais de eletricidade, como a Lei de Ohm e a associação de resistores em série e paralelo, para isso foram utilizados os autores Moreira, (2006), Ausubel (1968), Demo (2021), Santos (2023), Sá Filho; Machado (2003), Costa (2018), Halliday; Resnick; Walker (2016) e Serway; Jewett (2014),

A seção de Procedimentos Metodológicos descreve o delineamento do estudo, o local da pesquisa, os participantes, além dos instrumentos e técnicas empregados para a coleta e análise dos dados, assegurando o cumprimento dos aspectos éticos. Na sequência, a seção de Análise e Discussão dos Resultados apresenta os achados obtidos, considerando a percepção dos estudantes acerca do uso das ferramentas investigadas e sua contribuição para o processo de aprendizagem. Por fim, as Considerações Finais sintetizam as conclusões alcançadas, relacionando-as à questão-problema e aos objetivos propostos, além de apontar possibilidades para futuras pesquisas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A *protoboard*, seus componentes eletrônicos e o *software Tinkercad* demonstram ser acessíveis e simples de utilizar, favorecendo seu uso em sala de aula. Apesar de atuarem em modalidades distintas o *Tinkercad* como ambiente virtual e a *protoboard* como recurso físico ambos são fáceis de manusear e se complementam. Neste sentido Santos e Dickman (2019), afirma que essa combinação pode ser mais eficiente, pois o simulador virtual permite aos estudantes observarem aspectos microscópicos que não são visíveis na prática real, enquanto a abordagem física proporciona o contato direto com os dispositivos, promovendo a compreensão de seu funcionamento no cotidiano. Assim, ambos os recursos compartilham o mesmo objetivo, tornar o ensino de Física mais dinâmico e significativo.

A aprendizagem significativa se caracteriza basicamente pela interação entre novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para isso, em sala de aula, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender e os materiais educativos devem ser potencialmente significativos. Contudo, tais condições são necessárias,

mas não suficientes. É preciso levar em conta que a aprendizagem não pode ser pensada isoladamente de outros lugares comuns do fenômeno educativo como o currículo, o ensino e o meio social (Moreira, 2003, p.14).

Essas ferramentas demonstram grande potencial pedagógico ao auxiliarem nas aulas experimentais de eletricidade. Quando utilizadas em sala de aula, favorecem uma aprendizagem significativa, especialmente por meio de uma abordagem que integra o uso da *protoboard* e do *software Tinkercad*. Essa proposta se destaca por seu caráter prático e acessível. Segundo Força, Laburú e Silva (2011), muitos professores optam por utilizar demonstrações em suas aulas, priorizando atividades que ilustram fenômenos práticos como estratégia para facilitar a compreensão dos conteúdos. Além disso, essa abordagem valoriza o uso de materiais de baixo custo e fácil obtenção, o que comprova sua viabilidade, mesmo em instituições que não dispõem de laboratórios equipados. Assim, configura-se como uma possível solução eficaz e adaptável ao contexto.

Essa abordagem não apenas amplia os métodos pedagógicos disponíveis, mas também torna o aprendizado mais significativo, ao permitir que os estudantes compreendam a relação entre teoria e prática, experimentando conceitos abstratos de maneira concreta e interativa.

O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (Brasil, 2002, p. 60)

A diversificação no ensino de Física tem se mostrado relevante para os estudantes, pois, além da abordagem teórica, incorpora também atividades experimentais. Nesse contexto, a utilização da *protoboard*, embora tradicionalmente voltada para projetos de robótica, revela-se uma ferramenta didática no ensino de eletricidade. Assim, seu uso em sala de aula, aliado à mediação do professor e a roteiros bem elaborados, podem demonstrar grande potencial para enriquecer o processo de aprendizagem.

A placa *Protoboard* é bastante utilizada para experimentos diversos em circuitos elétricos, inclusive para fins didáticos. Ela é constituída por uma base plástica com orifícios destinados ao encaixe de componentes eletrônicos. É muito utilizada devido à facilidade de inserção de componentes, uma vez que isto pode ser realizado apenas com encaixes, dispensando soldagem, e possibilitando montagem de novos circuitos (Sousa, 2018 p.50).

Conforme aborda o autor, a *protoboard* é um dispositivo físico amplamente utilizado em projetos de robótica e com fins didáticos. No entanto, é necessário cautela em sua utilização, pois conexões incorretas podem causar curtos-circuitos e até danificar a placa. Para minimizar esses riscos, utiliza-se o *Tinkercad*, um software gratuito e online que permite a criação de modelos tridimensionais, simulação de circuitos elétricos e programação voltada à robótica. Por ser uma ferramenta intuitiva e acessível, o *Tinkercad* possibilita que os estudantes desenvolvam seus projetos virtualmente antes de reproduzi-los no ambiente físico, prevenindo danos aos componentes reais.

Esse recurso exemplifica como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) contribuem significativamente para o ensino, auxiliando na ampliação do conhecimento. Por meio de simulações, recursos interativos e experimentações virtuais, é possível tornar conceitos abstratos mais compreensíveis, complementando e enriquecendo o aprendizado teórico realizado em sala de aula.

A utilização das novas tecnologias da informação e da comunicação na Educação provoca uma reflexão sobre o processo de ensino-aprendizagem atual. Encontrar alternativas para tornar as aulas de Física mais agradáveis e motivadoras, proporcionando assim uma melhor aprendizagem aos alunos. (Macêdo; Dickman; Andrade, 2012, p.607)

A escolha deste tema reflete a crescente necessidade de alinhar o ensino experimental às demandas tecnológicas da atualidade. Na visão Souza (2016, p. 20), “as TICs são ferramentas que podem ser associadas ao ensino-aprendizagem, ampliando as possibilidades pedagógicas. O uso desses recursos poderá proporcionar um ambiente prático e interativo para o aprendizado dos conteúdos de eletricidade”.

No contexto do ensino de eletricidade, especialmente nas turmas da 3ª série do ensino médio, observa-se que a abordagem experimental costuma ser pouco explorada, pois muitas vezes as escolas focam principalmente em preparações para vestibulares, deixando de lado práticas experimentais essenciais. Ao longo da minha trajetória acadêmica, nunca tive a oportunidade de vivenciar a parte experimental em sala de aula, seja pela ausência de laboratórios nas escolas ou por muitas vezes os professores apenas repassar conteúdos, o que evidencia a carência de atividades práticas durante o ensino básico.

Durante a graduação, pude observar a realização de diversos experimentos na prática, o que permitiu compreender melhor o funcionamento de diferentes fenômenos físicos. Muitos desses experimentos puderam ser desenvolvidos com baixo custo ou utilizando equipamentos

próprios do laboratório de física. Destaca-se, nesse sentido, a relevância das disciplinas de laboratório, pois elas permitem um aprendizado de práticas aplicáveis em sala de aula, incluindo aquelas que não exigem um espaço totalmente equipado.

Ressalto, especialmente, a disciplina de Laboratório de Eletricidade e Eletromagnetismo, ministrada pelo professor Charles, na qual nos foi apresentado o uso da protoboard, uma ferramenta que permite o desenvolvimento de aulas experimentais no ensino de eletricidade sem a necessidade de um laboratório completo. O manuseio da protoboard despertou meu interesse em estudar mais sobre o equipamento, compreender seu funcionamento e aprender a realizar as ligações corretas sem risco de danificar os componentes ou provocar curtos-circuitos.

A partir dessa experiência, foi pesquisado sobre o tema e encontrei o software Tinkercad, que permite realizar diversas simulações com a protoboard e seus componentes de maneira segura, sem risco de queimar equipamentos. Dessa forma, é possível testar, explorar e compreender melhor o funcionamento dos circuitos elétricos. Assim, pude unir o conhecimento adquirido ao longo do curso à necessidade de promover práticas experimentais em sala de aula, consolidando essa abordagem como fundamental para o ensino de eletricidade.

Diante disso, a utilização da *protoboard*, em conjunto com o *software Tinkercad*, configura-se como uma alternativa significativa para suprir essa lacuna, possibilitando a realização de experimentos práticos e virtuais que promovem a conexão entre teoria e prática. Com apenas a placa e alguns componentes eletrônicos, ou ainda por meio de um computador com acesso à internet, é possível desenvolver atividades que contemplam diversos conteúdos da eletricidade de forma interativa e acessível.

As atividades experimentais em sala-de-aula proporcionam uma abertura a novas dinâmicas para os estudantes, no qual, eles podem se interessar mais, participar mais, e consequentemente entender e associar melhor os conteúdos expostos a partir de tais experimentos. Logo, alguns entraves que pareciam ser frequentes nas aulas de Física, poderiam virar algo mais interessante e impactante na vida do estudante. (Silva; Barros, 2022, p. 10).

Para suprir a carência de atividades experimentais no ensino de eletricidade, ferramentas como a *protoboard* e a plataforma *Tinkercad* podem-se de grande relevância, pois proporcionam uma abordagem prática e interativa, capaz de tornar a sala de aula um ambiente mais atrativo e inovador. Além disso, sua praticidade e facilidade de manuseio permitem que tanto professores quanto estudantes, independentemente do nível de familiaridade com tecnologia, utilizem-nas com facilidade.

No cenário educacional atual, em que as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) são fundamentais, destaca-se a importância do desenvolvimento de habilidades práticas e do pensamento crítico. Nesse sentido, o uso dessas ferramentas favorece um processo de aprendizagem ativa e a resolução de problemas, aspectos ressaltados pela BNCC especialmente em sua competência geral de número 2.

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

Como destaca a BNCC em sua Competência Geral 2, a aplicação de ferramentas pedagógicas, tanto virtuais quanto reais, pode permitir que os estudantes investiguem, analisem e reflitam ao longo do processo de aprendizagem. A utilização desses materiais pode-se mostrar eficiente para o ensino, independentemente de serem recursos físicos ou digitais. Segundo Santos e Dickman (2019, p. 2), “a integração de atividades no estudo de circuitos elétricos levou a um ganho de aprendizagem maior do que quando os alunos trabalharam apenas com atividades reais ou virtuais, separadamente”.

Esta pesquisa apresenta grande relevância para o ensino de Física, ao possibilitar o uso integrado de ferramentas didáticas físicas e virtuais no processo de ensino-aprendizagem. Assim, a abordagem adotada neste estudo não apenas possui relevância acadêmica e social, mas também evidencia o potencial transformador do uso de tecnologias acessíveis, aliadas a equipamentos comumente utilizados na robótica, no contexto educativo. Ao destacar a importância deste estudo, busca-se reforçar a compreensão de que investir em educação prática e tecnológica é investir no futuro.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral:

Investigar os benefícios do uso integrado da *protoboard* e do *software Tinkercad* no ensino do conteúdo de eletricidade nas turmas de 3ª série do ensino médio, analisando sua eficácia como ferramentas pedagógicas.



### 1.2.2 Objetivos Específicos:

- Identificar a percepção dos estudantes em relação às aulas experimentais de Física.
- Compreender o nível de familiaridade e entendimento dos estudantes quanto aos equipamentos utilizados nas atividades práticas.
- Analisar o potencial pedagógico da *protoboard* e da plataforma *Tinkercad* como ferramentas de apoio à aprendizagem prática.
- Propor atividades didáticas que integrem teoria e prática, utilizando a *protoboard* e o *software Tinkercad* de forma contextualizada.
- Avaliar o impacto dessas atividades no desempenho dos estudantes, considerando aspectos como a compreensão conceitual, o engajamento e o desenvolvimento de habilidades práticas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresentam-se os principais fundamentos teóricos que sustentam esta pesquisa, organizados em tópicos específicos com o objetivo de esclarecer os conceitos que embasam a proposta de ensino de eletricidade, utilizando recursos didáticos digitais e experimentais. A escolha dos autores David Paul Ausubel, Marco Antônio Moreira e Pedro Demo deve-se à relevância de suas contribuições no campo educacional, especialmente no que se refere, respectivamente, à teoria da aprendizagem significativa e à pesquisa como princípio educativo.

No que diz respeito aos recursos utilizados, destacam-se duas ferramentas centrais que contribuem para o desenvolvimento desta proposta: o *software Tinkercad*, voltado para simulações de circuitos elétricos, e a *protoboard*, empregada em atividades práticas. A combinação dessas ferramentas possibilita uma abordagem mais concreta e interativa do conteúdo, favorecendo a compreensão de conceitos fundamentais da eletricidade, como corrente elétrica, Lei de Ohm e associação de resistores em série e em paralelo. Essa abordagem promove, assim, uma aprendizagem mais ativa, significativa e contextualizada.

### 2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel (1918–2008), filho de imigrantes judeus da Europa Central. Insatisfeito com a educação que recebeu, ele

passou a buscar alternativas mais eficazes para o processo de ensino e aprendizagem. Ao longo de sua carreira, atuou como professor emérito na Universidade de Columbia, em Nova Iorque, e se dedicou ao desenvolvimento de uma abordagem cognitiva da psicologia educacional. Ausubel defendia que a aprendizagem se torna mais eficaz quando o novo conhecimento é relacionado, de forma significativa, aos conhecimentos prévios do aluno.

Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos relevantes (subsunções) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras (Moreira, 2006 p.15).

Mesmo com o avanço dos estudos sobre a aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, também analisou a aprendizagem mecânica, amplamente utilizada no ensino tradicional, no qual os estudantes apenas decoram os conteúdos, sem compreendê-los. Ao comparar esses dois tipos de aprendizagem, percebe-se diferenças significativas entre elas, conforme destaca Moreira.

Em contraposição com aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunções específicas. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação (Moreira, 2006, p.16).

A fixação de conteúdos de forma mecânica ainda é comum nas escolas, especialmente durante os períodos de avaliação, apesar dos consagrados estudos sobre aprendizagem desenvolvidos por pesquisadores brasileiros, como Marco Antonio Moreira, Licenciado em Física e Mestre em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Brasil e Doutor em Ensino de Ciências pela Cornell University/USA. Sendo um dos principais idealizadores da teoria da aprendizagem significativa. Ele destaca que a aquisição do conhecimento se torna mais efetiva quando os novos conceitos são relacionados aos conhecimentos prévios dos alunos.

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura

cognitiva e as novas informações, pelos quais estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade das subsunções preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (Moreira, 2006, p.16).

Moreira (2006) enfatiza a importância da aprendizagem significativa ao observar, em seu contexto pedagógico, que a maior parte dos estudantes limita-se a decorar fórmulas, sem realmente interpretar os conteúdos discutidos em sala de aula. Para ele, esse enfoque restrito compromete a formação de estruturas cognitivas mais organizadas e duradouras, sobretudo em disciplinas de cálculo, como a Física, em que a simples memorização impede a apropriação efetiva do conhecimento.

Em Física, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Talvez aquela aprendizagem de “última hora”, de véspera de prova, que somente serve para a prova, pois é esquecida logo após, caracterize também a aprendizagem mecânica. Ou, ainda, aquela típica argumentação de aluno que afirma ter estudado tudo, e até mesmo “saber tudo”, mas que, na hora da prova, não consegue resolver problemas ou questões que impliquem usar e transferir esse conhecimento (Moreira, 2006 p.16).

No contexto desta pesquisa, busca-se ampliar a aplicação da teoria da aprendizagem significativa por meio do uso da *proto board* e do *software Tinkercad* na realização de práticas experimentais. Parte-se do princípio de que, ao possuírem conhecimentos prévios sobre esses recursos, como entender o funcionamento de um circuito ou saber ligar um LED a uma pilha, os estudantes conseguem relacionar esse saber prévio ao novo conteúdo, favorecendo a aprendizagem por meio da prática.

Dessa forma, esses materiais têm um potencial significativo para a aprendizagem dos estudantes, pois permitem a visualização de experimentos e de conceitos abstratos. Essa abordagem facilita a compreensão dos princípios da eletricidade, uma vez que os estudantes não apenas devem memorizar os conceitos, mas também compreendê-los para que possam manipulá-los e montar circuitos de forma ativa, o que fortalece a aprendizagem, conforme destaca Moreira.

A condição de que o material seja potencialmente significativo envolve dois fatores principais, ou duas condições subjacentes, quais sejam, a natureza do material, em si, e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do material, ele deve ser “logicamente significativo” ou ter “significado lógico”, isto é, ser suficientemente não arbitrário e não aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a

ideias, correspondentemente relevantes, que se situem no domínio da capacidade humana de aprender. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, nela devem estar disponíveis os conceitos subsunções específicos, com os quais o novo material é relacionável (Moreira, 2006 p.19).

Moreira destaca a importância da aprendizagem significativa, que exige o uso de materiais e ideias potencialmente significativos. Essa abordagem valoriza a relação entre teoria e prática, de modo que os novos conteúdos se conectem de forma substantiva e não arbitrária às estruturas cognitivas dos estudantes. Dessa forma, os alunos podem relacionar os novos conhecimentos com aqueles que já possuem, promovendo uma aprendizagem ativa, crítica e reflexiva, em vez de uma simples memorização mecânica.

## 2.2 EDUCAR PELA PESQUISA

De acordo com Demo (2000), educar pela pesquisa significa transformar a sala de aula em um espaço de construção ativa do conhecimento, no qual os alunos são incentivados a questionar, investigar e experimentar, em vez de apenas absorver passivamente informações transmitidas pelo professor. Esse modelo valoriza a autonomia do estudante e sua capacidade de produzir conhecimento de forma crítica e reflexiva.

Educar pela pesquisa tem como condição essencial primeira que o profissional da educação seja pesquisador, ou seja, maneje a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana. Não é o caso fazer dele um pesquisador “profissional”, sobretudo na educação básica, já que não a cultiva em si, mas como instrumento principal do processo educativo. Não se busca um “profissional da pesquisa”, mas um profissional da educação pela pesquisa. Decorre, pois, a necessidade de mudar a definição do professor como perito em aula, já que a aula que apenas ensina a copiar é absoluta imperícia (Demo, 2021, p.2).

Na opinião do autor, o ensino por meio da pesquisa exige que o professor transforme sua sala de aula em um ambiente investigativo, no qual os estudantes sejam capazes de desenvolver atividades que os estimulem a buscar o conhecimento de forma mais participativa, tornando o aprendizado mais efetivo e significativo. Para que esses estímulos ocorram, é fundamental o envolvimento da escola, que deve atuar ativamente na promoção de ações que incentivem a participação tanto dos alunos quanto dos docentes.

Uma providência fundamental será cuidar que exista na escola ambiente positivo, para se conseguir no aluno participação ativa, presença dinâmica,

interação envolvente, comunicação fácil, motivação à flor da pele. A escola precisa representar, com a máxima naturalidade, um lugar coletivo de trabalho, mais do que de disciplina, ordem de cima para baixo, desempenho obsessivo, avaliação fatal (Demo, 2021, p.15).

Conforme o autor, o professor, juntamente com a escola, deve buscar desenvolver práticas coletivas que estimulem ao máximo o aprendizado dos estudantes. Com esses trabalhos, procura-se tornar a dinâmica da sala de aula mais participativa por parte dos alunos; entretanto, para que essa transformação ocorra, autor ressalta a importância do trabalho conjunto entre as instituições e o professor.

Transformar a sala de aula em local de trabalho conjunto, não de aula, é uma empreitada desafiadora, porque significa, desde logo, não privilegiar o professor, mas o aluno, como aliás querem as teorias modernas. Este deve poder se movimentar, comunicar-se, organizar seu trabalho, buscar formas diferentes de participação, a par de também precisar de silêncio, disciplina, atenção nos momentos adequados (Demo, 2021, p.17-18).

Apesar de representar um desafio para o professor introduzir novas metodologias em sala de aula, essa iniciativa pode ser extremamente enriquecedora para os alunos, pois transforma o espaço da aula em um ambiente investigativo, onde eles próprios desenvolvem seus projetos, assumindo assim o papel central na construção do próprio saber, uma construção que ocorre simultaneamente de forma coletiva e individual, promovendo um aprendizado mais sólido.

É muito importante buscar o equilíbrio entre trabalho individual e coletivo, compondo jeitosa mente o sujeito consciente com o sujeito solidário. O desafio da competência exige ambas as dimensões. O próprio conceito de sujeito significa também o aprimoramento das individualidades, oportunidades pessoais, identidade psicológica e social, autoestima, e assim por diante. Ademais, aparece igualmente a necessária especialização, que não significa somente o saber vertical em esfera restrita, mas também a maneira própria de cada um de manejar conhecimento e a intervenção. (Demo, 2021, p.18).

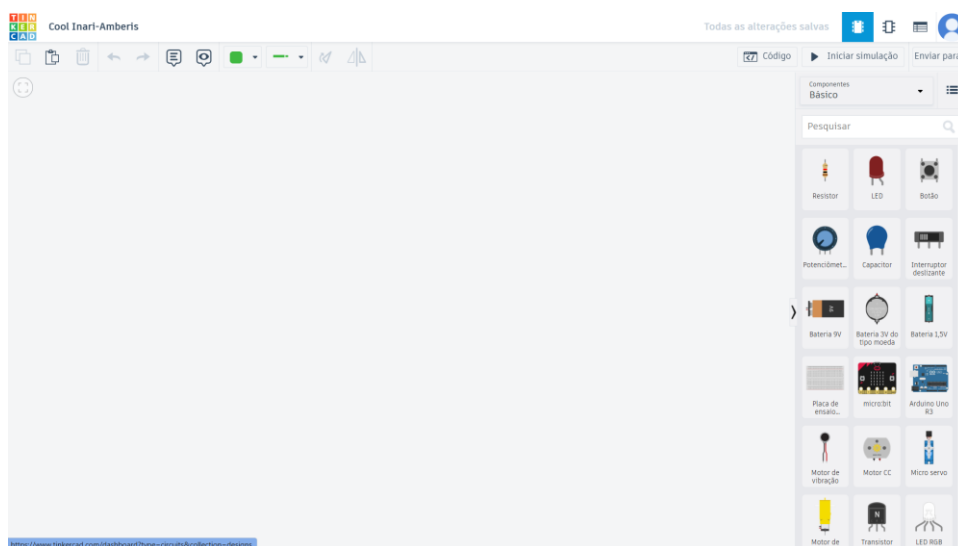
A pesquisa busca a participação ativa dos estudantes por meio da introdução de atividades que estimulam a experimentação e a resolução de problemas reais, utilizando ferramentas aplicadas na robótica. A manipulação dos componentes, por meio da *protoboard* e do *software Tinkercad*, possibilita que os alunos experimentem diversas configurações e se tornem protagonistas do próprio aprendizado. Essa experiência de pesquisa permite desenvolver habilidades investigativas e compreender a eletricidade de forma mais aprofundada

e contextualizada.

### 2.3 SOFTWARES TINKERCAD NA EDUCAÇÃO

O *Tinkercad* é um *software* que permite criar e testar ferramentas utilizadas na robótica, especialmente em circuitos eletrônicos montados em *protoboard*. Com ele, é possível simular os circuitos de forma virtual antes da montagem física. Essa simulação serve como um suporte básico para projetos iniciais, proporcionando segurança e permitindo um conhecimento prévio sobre os componentes utilizados. Além disso, a ferramenta possibilita a identificação de possíveis erros e melhorias, tornando o processo de desenvolvimento mais eficiente e evitando o desperdício de materiais.

Figura 1 – Interface do *Software Tinkercad*



Fonte: Autoria própria (2025)

O ensino de Física pode ser desafiador, especialmente quando há escassez de laboratórios ou equipamentos para a realização de experimentos práticos. Diante dessas limitações, buscam-se alternativas por meio do uso de softwares educativos, que se destacam pela facilidade e praticidade de uso. Por meio dessa abordagem, é possível visualizar e demonstrar conceitos abstratos da Física, facilitando a compreensão dos conteúdos.

Recursos digitais, que podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível. Seu uso pode reduzir o tempo de desenvolvimento, diminuir a necessidade de instrutores especialistas e os custos associados com o desenvolvimento

baseado em web (Sá Filho; Machado, 2003, p. 3).

O *Tinkercad* pode ser uma ferramenta essencial para suprir as necessidades do ensino de eletricidade, permitindo que os professores levem para a sala de aula uma abordagem mais dinâmica, interativa e acessível para demonstrar os conteúdos.

*Tinkercad*, uma vez que ele pode servir como ferramenta facilitadora para a construção de experimentos virtuais relacionados aos conceitos de física principalmente sobre os fenômenos elétricos. O *Tinkercad* por ser gratuito, pode ser acessado em qualquer ambiente que esteja conectado com a internet, e assim contribuir em várias instituições de ensino (Santos, 2023 p.12).

O *Tinkercad* se destaca no ensino de conteúdos relacionados à eletricidade por permitir a simulação de circuitos com diversos componentes eletrônicos. Essa funcionalidade possibilita a realização de atividades experimentais mesmo sem a presença de um laboratório físico, o que torna o processo mais acessível e viável em diferentes contextos educacionais. Além disso, a ferramenta contribui para que os estudantes se familiarizem previamente com os componentes, o que é essencial para a execução de experimentos práticos. Ter esse conhecimento prévio ajuda a evitar danos aos equipamentos e atrasos no desenvolvimento das atividades. Segundo Santos.

Tendo em vista essas dificuldades, os Objetos de Aprendizagem digitais (ODAs), como o emprego de plataformas de simulação e programação online, que a exemplo do *Tinkercad*, podem proporcionar uma vivência prática aos estudantes, por mostrar de maneira virtual, os diversos dispositivos utilizados em laboratórios de física, especificamente relacionados a eletricidade (Santos, 2023, p.12).

O software, apresenta a capacidade de se transformar em um verdadeiro laboratório de eletricidade, demonstra possuir diversas funcionalidades, como a montagem de circuitos em *protoboard*, permitindo ao estudante visualizar e modificar experimentos. Essa possibilidade contribui para o desenvolvimento de habilidades essenciais no processo de aprendizagem. Dessa forma, Santos (2023) enfatiza que o *Tinkercad* mostra grande potencial no ensino de Física, destacando-se pelo uso de ferramentas acessíveis que favorecem tanto a assimilação dos conteúdos quanto a realização de atividades práticas, facilitando a transição da simulação digital para a montagem real de circuitos.

## 2.4 PROTOBOARD E SEUS COMPONENTES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

No ensino de Física, as demonstrações experimentais são de grande importância para a compreensão de determinados conteúdos. No entanto, muitas vezes as escolas não dispõem de laboratórios adequados, o que gera lacunas no processo de ensino. Sousa (2018) destaca a importância de os professores utilizarem, em sala de aula, ferramentas que permitam demonstrar esses conteúdos de forma prática, enriquecendo assim o processo de ensino-aprendizagem.

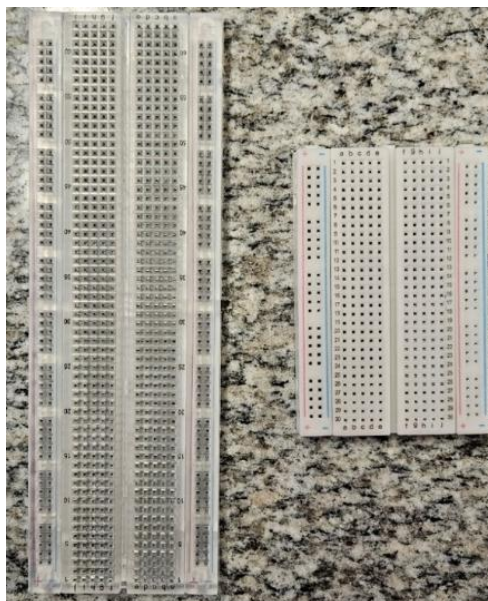
A partir dessas dificuldades, a *protoboard* apresenta-se como uma ferramenta com grande potencial pedagógico para auxiliar na aprendizagem dos conteúdos de eletricidade, pois permite a realização de experimentos com circuitos sem a necessidade de soldagem. Seu uso em sala de aula promove uma abordagem prática para explorar conceitos como circuitos em série e paralelo, resistência elétrica e fluxo de corrente. Além disso, ao permitir modificações rápidas nos circuitos, pode estimular o aprendizado baseado na experimentação. Segundo Sousa (2018, p. 42), “o uso de placas *protoboard* e multímetros, dispositivos estes que serão muito utilizados na condução de aulas práticas de eletricidade”

Apenas a *protoboard* não é suficiente para a realização dos experimentos, sendo necessário um kit com os seguintes componentes: resistores, LEDs, jumpers, multímetro e uma bateria de 9 V. Com esses elementos, torna-se viável desenvolver uma aula prática voltada ao ensino de eletricidade, permitindo a simulação de circuitos reais em um ambiente seguro e de baixo custo.

A metodologia aqui empregada viabilizou aos estudantes uma compreensão na montagem e nas características de um circuito elétrico de corrente contínua, permitindo assim que os mesmos possam utilizar o aprendizado da sala de aula em situações reais do seu cotidiano (Costa, 2018, p.49).

Com isso, a *protoboard* e o kit podem se consolidar como ferramentas didáticas significativas para o ensino de eletricidade, permitindo que os estudantes desenvolvam práticas experimentais relacionadas à Lei de Ohm e à associação de resistores. A execução dessas atividades favorece o desenvolvimento de competências como o raciocínio crítico e a capacidade de resolver problemas, por meio do manuseio direto da placa e de seus componentes eletrônicos. A Figura 2 mostra as diferentes placas de *protoboard*.



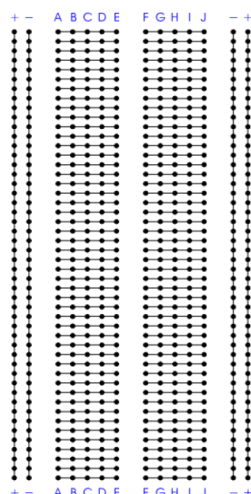
Figura 2 – Placas de *Protoboard*

Fonte: Autoria própria (2025)

A *protoboard*, também conhecida como placa de ensaio ou matriz de contatos, possui uma estrutura interna formada por conexões metálicas, geralmente em formato de grampos, que facilitam a inserção dos componentes eletrônicos. Essas conexões, organizadas em linhas e colunas, permitem a criação de circuitos temporários e o encaminhamento dos sinais elétricos, sem a necessidade de soldagem.

A distribuição dos sinais elétricos na placa é feita por barramentos horizontais e verticais, que são trilhas condutoras internas. Os barramentos horizontais, geralmente localizados nas laterais da placa, estendem-se ao longo do comprimento e são responsáveis pela distribuição de energia, conectando os potenciais positivo (+) e negativo (–). Já os barramentos verticais são utilizados para a montagem e interconexão dos componentes eletrônicos, compostos por furos interligados internamente em cada coluna, identificadas pelas letras (A, B, C, D, E, F, G, H, I e J), nesses pontos é que o circuito deve ser montado. Compreender a estrutura interna da placa é essencial para garantir a correta configuração dos circuitos. A Figura 3 ilustra o funcionamento das conexões internas da placa.

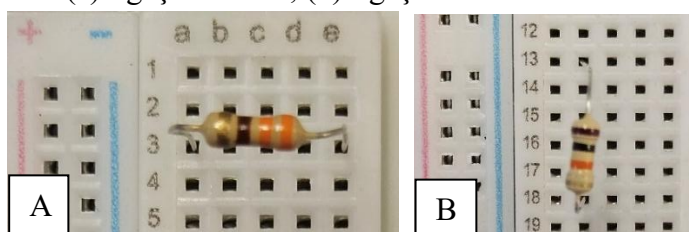
Figura 3 – Esquema da *protoboard*



Fonte: <https://www.marciocunha.eti.br/como-usar-um-protoboard-matriz-de-contatos/>

Ao utilizar a *protoboard*, é fundamental adotar precauções específicas para evitar a ligação incorreta de componentes em pontos já eletricamente conectados. Esse tipo de erro pode ocasionar um curto-circuito, pois a corrente elétrica tende a fluir diretamente pelas trilhas metálicas internas da placa, desviando do componente inserido. Tal situação não apenas compromete o desempenho do circuito, como também pode causar danos permanentes à *protoboard*. A Figura 9 ilustra exemplos de conexões adequadas e inadequadas.

Figura 4 – Conexão de um componente na *protoboard*.  
(a) ligação errada; (b) ligação correta



Fonte: Autoria própria (2025)

A utilização dessa ferramenta requer cuidados específicos: deve-se evitar conectar dois terminais no mesmo furo e não se recomenda inserir terminais mais largos do que os furos da placa, a fim de evitar danos. Uma das principais vantagens da *protoboard* é permitir modificações no circuito sem a necessidade de soldagem. No entanto, é importante limitar a corrente, já que a placa suporta, no máximo, 1,0 A. Por esse motivo, a *protoboard* não é indicada para componentes que exigem alta corrente, como resistores de potência e dispositivos semelhantes.

O multímetro é uma ferramenta essencial na realização de práticas experimentais, sendo

amplamente utilizado para medir grandezas elétricas, como corrente, tensão e resistência em circuitos. Seu uso adequado é fundamental para garantir medições precisas e seguras. A Figura 5 ilustra o multímetro conectado para medir a tensão elétrica em um circuito.

Figura 5 – Multímetro



Fonte: Autoria própria (2025)

Os resistores desempenham um papel fundamental nos circuitos elétricos, atuando como elementos responsáveis por limitar a passagem da corrente elétrica e controlar a tensão em diferentes pontos do circuito. Esses componentes são amplamente utilizados em equipamentos eletrônicos do cotidiano, podendo ser conectados em série ou em paralelo, conforme as exigências do projeto. São encontrados em diversos aparelhos, como computadores, televisores, eletrodomésticos, entre outros. A Figura 6 ilustra alguns dos principais tipos de resistores utilizados em circuitos eletrônicos.

Figura 6 – Resistores



Fonte: Autoria própria (2025)

Os jumpers desempenham a função de interligar diferentes pontos de um circuito montado em uma *protoboard*. Eles são utilizados para estabelecer ligações entre as trilhas eletrizadas, permitindo a adequada distribuição de tensão e corrente elétrica. Além disso, possibilitam conectar essas trilhas às regiões onde os componentes eletrônicos serão inseridos, assegurando o funcionamento do circuito.

Figura 7 – Jumper

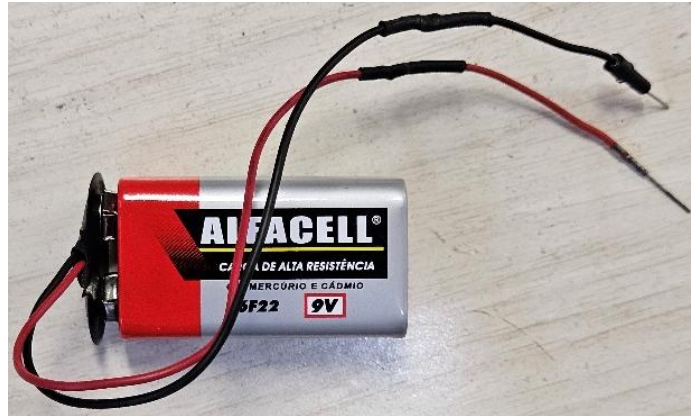


Fonte: Autoria própria (2025)

A bateria de 9 V atua como uma fonte de diferença de potencial (DDP), sendo uma opção segura e prática para alimentar circuitos elétricos. Por fornecer uma tensão adequada e estável, ela é ideal para energizar circuitos montados em *protoboards*, especialmente em

contextos didáticos e experimentais. A Figura 8 ilustra baterias de 9 V conectadas por jumpers.

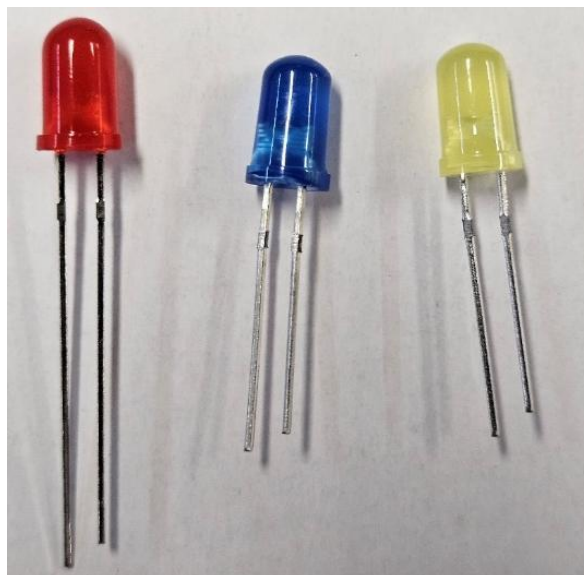
Figura 8 – Bateria elétrica de 9V



Fonte: Autoria própria (2025)

O Diodo Emissor de Luz (LED) é um componente eletrônico que converte energia elétrica em luz e é amplamente utilizado como indicador de funcionamento em circuitos eletrônicos, estando disponível em diversas cores, o que permite verificar visualmente a presença de corrente elétrica em determinados trechos do circuito.

Figura 9 – LEDs



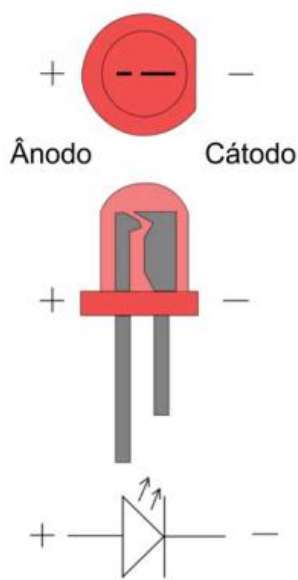
Fonte: Autoria própria (2025)

O LED é um dispositivo unidirecional, ou seja, permite a passagem de corrente elétrica apenas em um único sentido. Por isso, é essencial respeitar a polaridade do componente durante



a conexão. A identificação dos terminais pode ser feita pelo comprimento: o terminal mais longo (ânodo) deve ser ligado ao polo positivo da fonte, enquanto o terminal mais curto (cátodo) deve ser conectado ao polo negativo.

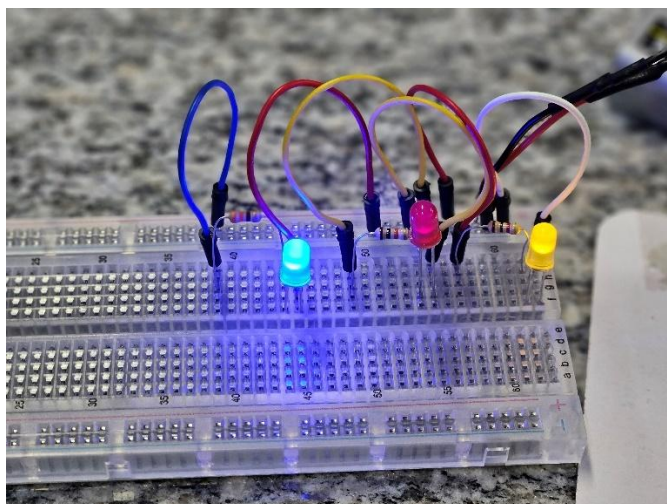
Figura 10 – Polaridade e representação esquemática de um LED



Fonte: AutoCore Robótica (2021) <https://autocorerobotica.blog.br/conhecendo-mais-a-fundo-sobre-rgb/>

A utilização de elementos da eletrônica e da robótica, quando combinada a uma abordagem teórica, torna a aula significativamente mais dinâmica, pois vai além da mera exposição dos conceitos, proporcionando a possibilidade de comprovação prática das teorias estudadas.

Figura 11 – Montagem de circuito com LEDs



Fonte: Autoria própria (2025)

## 2.5 LEI DE OHM

Georg Simon Ohm (1789-1854), físico alemão, propôs essa lei em uma época marcada pelo avanço das pesquisas experimentais no campo da eletricidade, na qual o estudo das pilhas elétricas, promoveu avanços importantes nos estudos científicos liderados por Alessandro Volta, e cientistas como Ampère, Faraday e Cavendish que faziam observações sobre corrente elétrica e suas propriedades.

Em janeiro de 1781, o cientista Henry Cavendish realizou experimentos utilizando potes de Leyden e tubos de vidro com diferentes comprimentos e diâmetros, preenchidos com solução salina. Para poder entender a corrente elétrica, ele recorreu a um método muito perigoso o qual era necessário fechar um circuito com o próprio corpo, assim ele iria avaliar o choque que sentia ao completar o circuito. Cavendish observou que a “velocidade” (referente à corrente elétrica) variava proporcionalmente ao “grau de eletrificação” (equivalente à voltagem).

Como a descoberta da corrente elétrica no final do século XVII, em Pavia, o físico italiano Alessandro Volta com a invenção da pilha elétrica, revolucionando o estudo da corrente elétrica. Com esse dispositivo, Volta pôde gerar uma fonte de energia capaz de manter, por longos períodos, na qual ocorre um fluxo contínuo de cargas através de condutores pois a corrente foi um avanço significativo em relação às descargas eletrostáticas, que até então eram rápidas e de curta duração.

Embora uma corrente elétrica seja um movimento de partículas carregadas, nem todas as partículas carregadas que se movem produzem uma corrente elétrica. Para que uma superfície seja atravessada por uma corrente elétrica, é preciso que haja um fluxo líquido de cargas através da superfície (Halliday; Resnick; Walker, 2016, p. 320).

A corrente é definida como a razão de carga elétrica que flui através dessa superfície em determinado intervalo de tempo. Se  $\Delta Q$  é a quantidade de carga que passa através dessa superfície em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , a corrente média  $I_{\text{méd}}$  será igual à proporção de carga no intervalo de tempo:

$$I_{\text{méd}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{Eq 1}$$

É possível que a proporção do fluxo de carga varie com o tempo. Definimos a corrente instantânea  $I$  como o limite diferencial da expressão anterior conforme  $\Delta t$  se aproxima de zero:

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt} \quad \text{Eq 2}$$

Também podemos determinar por integração a carga que passa pelo plano no intervalo de tempo de 0 a  $t$ :

$$Q = \int dQ = \int_0^t I dt \quad \text{Eq 3}$$

em que a corrente  $i$  pode variar com o tempo.

A unidade do SI utilizada para medir a corrente é o ampère (A):

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$$

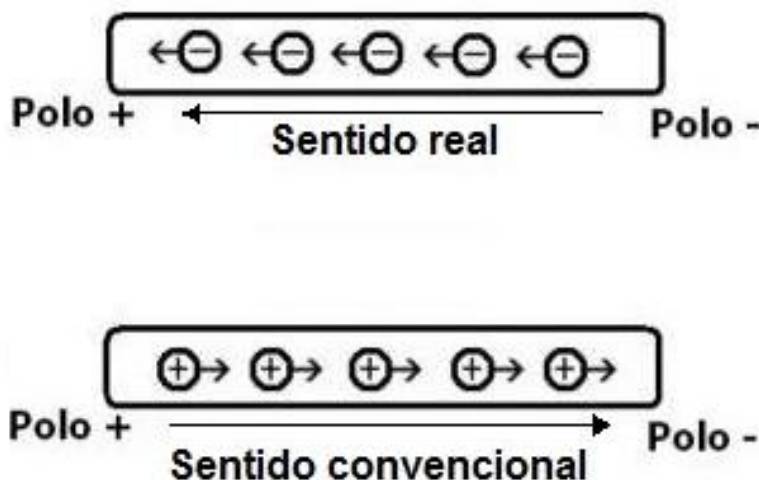
Isto é, 1 A de corrente equivale a 1 C de carga passando por uma superfície em 1 segundo.

A corrente elétrica é definida, por convenção, como o fluxo de cargas positivas que se deslocam de um ponto de maior potencial elétrico para outro de menor potencial. Esse é o chamado sentido convencional da corrente, amplamente adotado pelos estudiosos. No entanto, na prática, especialmente em condutores metálicos como o cobre, o fluxo de corrente é causado pelo movimento de elétrons, que se deslocam do polo negativo para o polo positivo sendo conhecido como sentido real. Na Figura 12, são ilustrados tanto o sentido convencional da corrente elétrica quanto o sentido real. Apesar disso, o sentido convencional continua sendo o mais utilizado para fins de estudo e representação dos circuitos elétricos assim o sentido da corrente é oposto ao dos elétrons.

Podemos usar essa convenção porque, na maioria das situações, supor que portadores de carga positivos estão se movendo em um sentido tem exatamente o mesmo efeito que supor que portadores de carga negativos estão se movendo no sentido oposto. (Nos casos em que isso não é verdade, abandonamos a convenção e descrevemos o movimento do modo como realmente acontece.) (Halliday; Resnick; Walker, 2016, p. 323).



Figura 12 – Sentido da corrente real e convencional



Fonte: <https://hangarmma.com.br/blog/sentido-convencional-e-sentido-real-da-corrente-eletrica/>

À medida que os estudos sobre corrente elétrica avançavam, intensificaram-se as investigações sobre seu comportamento em diferentes materiais. Foi nesse contexto que Georg Ohm, com seus experimentos, formulou a teoria da resistência elétrica entre 1825 e 1826, Ohm inicialmente utilizava pilhas voltaicas em seus experimentos, mas logo passou a utilizar termopares, que ofereciam uma fonte de tensão mais estável e com menor resistência interna, na qual tinha a corrente medida por meio de um galvanômetro, e ele sabia que a tensão nos terminais do termopar era proporcional à temperatura da junção, ao conectar fios de teste com diferentes comprimentos, diâmetros e materiais, Ohm demonstrou que os dados experimentais seguiam uma relação matemática simples hoje conhecida como Lei de Ohm.

Sendo uma relação matemática precisa entre tensão, corrente e resistência, Ohm descobriu que a corrente elétrica ( $I$ ) que passava por um fio era diretamente proporcional à tensão ( $V$ ) aplicada aos seus terminais, e inversamente proporcional à resistência ( $R$ ) do fio.

$$V = I \cdot R \quad \text{Eq 4}$$

Em que:

$I$ - Intensidade da corrente elétrica (A);

$V$  – Tensão elétrica (V);

$R$ - Resistência elétrica ( $\Omega$ )

Muitos chamam a Equação 4 de Lei de Ohm, porém esta terminologia é incorreta. Essa equação é simplesmente a definição de resistência e fornece uma relação importante entre tensão, corrente e resistência. A Lei de Ohm não é uma lei fundamental da natureza, e sim um comportamento válido apenas para determinados materiais e dispositivos, somente sob certas condições (Serway; Jewett, 2014, p. 93-94).

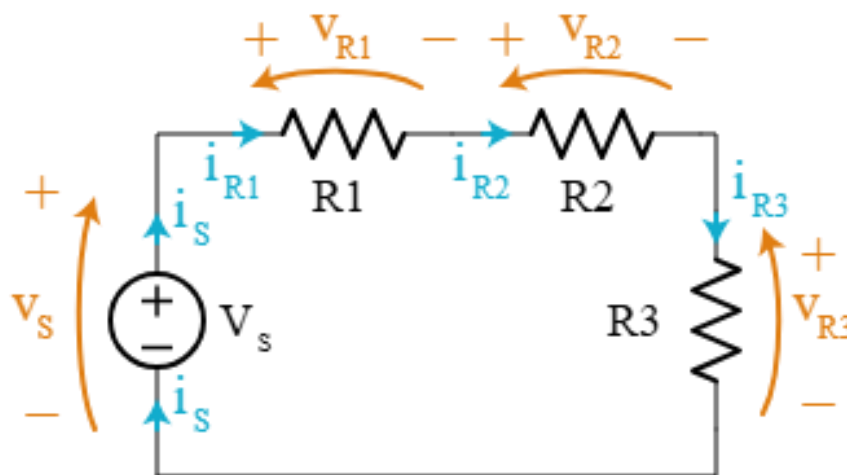
Para que a Lei de Ohm seja obedecida, é necessário que a resistência do dispositivo se mantenha constante, mesmo com o aumento da tensão e da corrente elétrica. Dispositivos que apresentam esse comportamento são chamados de ôhmicos. Por outro lado, quando a resistência varia com o aumento da tensão ou da corrente, a Lei de Ohm não é obedecida, e esses dispositivos são denominados não ôhmicos

## 2.6 RESISTORES EM SÉRIE

Associação de resistores em série, são ligados em sequência um ou mais como na Figura 13. Na associação em série, se ligamos uma fonte com uma (DDP) a quantidade de carga  $Q$  sai do resistor  $R_1$ , é a mesma que vai entrar no segundo resistor  $R_2$  e passara pelo terceiro resistor  $R_3$ . Caso contrário, a carga ficaria acumulada no fio entre os resistores. Assim, tendo em vista que a mesma carga que atravessa os resistores no mesmo período, sendo a intensidade da corrente que passa por ambos.

$$I = I_1 = I_2 = I_3 \quad \text{Eq 5}$$

Figura 13 – Resistores em série



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-series-resistors>

Neste caso,  $I$  representa a corrente total fornecida pela bateria, enquanto  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  correspondem às correntes que atravessam, respectivamente, os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ . por se trata de um circuito em série, a corrente elétrica é a mesma em todos os componentes do circuito.

A diferença de potencial aplicada à associação em série dos resistores é dividida entre eles. A queda de tensão do ponto a até o ponto b é igual a  $I_1 R_1$ , enquanto a queda de tensão do ponto b até o ponto c corresponde a  $I_2 R_2$  e entre o ponto c e o ponto d será  $I_3 R_3$ , então a tensão total entre a e d é dada pela soma dessas parcelas, sendo assim, a queda de tensão total entre os pontos a e d é dada pela soma dessas parcelas, ou seja,  $I^1 R^1 + I^2 R^2 + I_3 R_3$ .

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 \quad \text{Eq 6}$$

Para determinar o valor da resistência  $R_{eq}$ , aplicasse a regra das malhas, também conhecida como Lei das Malhas de Kirchhoff (ou Segunda Lei de Kirchhoff) aos dois circuitos, começando no ponto  $a$  e percorrendo o circuito no sentido horário. Em qualquer malha fechada de um circuito elétrico, a soma algébrica das diferenças de potencial elétrico é igual a zero.

$$V - I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0 \quad \text{Eq 7}$$

Como a corrente é a mesma em todo o circuito.

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} \quad \text{Eq 8}$$

Com as três resistências substituídas por uma resistência equivalente  $R_{eq}$ , obtemos:

$$V - I R_{eq} = 0 \quad \text{Eq 9}$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \quad \text{Eq 10}$$

Igualando as Eqs. 8 e 10, obtemos:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{Eq 11}$$

A extensão para  $n$  resistores é imediata e nos dá:

$$R_{eq} = \sum_{j=0}^n R_j \quad \text{Eq 12}$$

Na Equação 11, observa-se que o denominador do lado direito corresponde à soma algébrica das resistências interna e externa. Isso está de acordo com o fato de que essas resistências estão associadas em série. Como a Figura 13 mostra.

No caso de um circuito em série se uma resistência se romper, o circuito será interrompido ficando aberto e impedindo da corrente passar pelo circuito, isso acontece porque, em um circuito em série, todos os dispositivos estão ligados em uma única linha de corrente. Assim, se um deles parar de funcionar, a corrente elétrica deixa de circular em todo o circuito, tornando todos os dispositivos inoperantes.

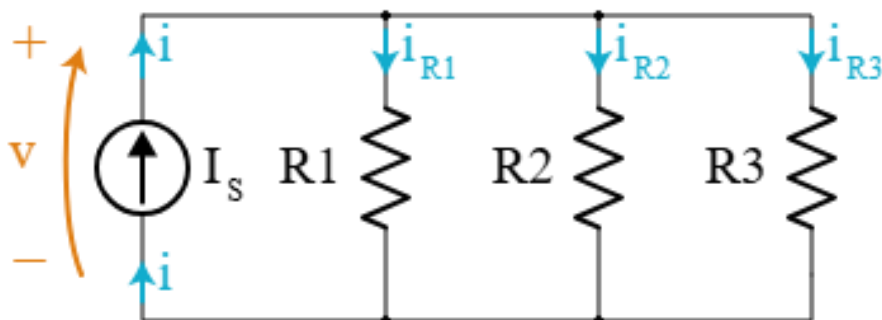
## 2.7 RESISTORES EM PARALELO

Resistores em paralelo possuem seus terminais unidos aos mesmos pontos do circuito, o que proporciona múltiplos caminhos para o fluxo da corrente elétrica, como mostra na Figura14. Observe que os três resistores ligados diretamente nos terminais da fonte de energia, assim, todas estão sujeitas à mesma diferença de potencial aplicada pela fonte e a corrente se dividirá nos pontos do circuito.

$$V = V_1 = V_2 = V_3 \quad \text{Eq 13}$$

Onde  $V$  representa a tensão dos terminais da bateria.

Figura 14 – Resistores em paralelo



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-parallel-resistors>

Quando a corrente atinge os pontos, ela se divide-se em três partes, com algumas indo em direção a  $R_1$ ,  $R_2$  e o restante a  $R_3$ . Conhecida como A Lei de Kirchhoff dos Nós afirma que a soma das correntes que entram em um nó é igual à soma das correntes que saem dele. Em circuitos com ramificações como os paralelos, a corrente se divide entre os resistores, fazendo com que a corrente em cada um seja diferente da corrente fornecida pela fonte.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \quad \text{Eq 14}$$

Quando substituímos as resistências em paralelo pela resistência equivalente  $R_{eq}$  obtemos.

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \quad \text{Eq 15}$$

Igualando as Eqs. 14 e 15, obtemos.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{Eq 16}$$

Onde cancelamos  $V_1$ ,  $V_2$  e  $V_3$  por serem os mesmos.

Generalizando esse resultado para o caso de  $n$  resistências, temos.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{j=0}^n \frac{1}{R_j} \quad \text{Eq 17}$$

No caso de duas resistências, a resistência equivalente pode ser encontrada pelo produto das resistências dividido pela soma:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Eq 18}$$

Ao se tratar da resistência equivalente de uma associação em paralelo, é sempre menor que a menor resistência do grupo. Uma das principais características desse tipo de associação é que cada dispositivo opera de forma independente, assim, se um deles for desligado ou removido como uma lâmpada retirada do soquete, por exemplo, os demais continuam funcionando normalmente. Além disso, todos os dispositivos em paralelo operam com a mesma diferença de potencial (tensão), que é igual à fornecida pela fonte.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

A pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva, com metodologia qualitativa e quantitativa, predominando a vertente qualitativa. Esse enfoque busca compreender como os estudantes interagem e assimilam os conteúdos ao realizarem práticas experimentais, relacionando a teoria com a prática nas atividades propostas. O estudo visa, assim, analisar a interação dos alunos com os equipamentos, o *software* e a *protoboard*, identificando as dificuldades enfrentadas e os conhecimentos adquiridos ao longo do processo.

A pesquisa qualitativa (...) está relacionada aos significados que as pessoas atribuem às suas experiências do mundo social e a como as pessoas compreendem esse mundo. Tenta, portanto, interpretar os fenômenos sociais (interações, comportamentos etc.), em termos de sentidos que as pessoas lhes dão; em função disso, é comumente referida como pesquisa interpretativa (Brandão, 2001, p.13).

Apesar do enfoque principal ser qualitativo, a pesquisa também utilizará uma metodologia quantitativa, com o objetivo de avaliar a experiência dos alunos após a realização

de atividades envolvendo aulas teóricas, o uso do *software Tinkercad* e a experimentação com *protoboard*. Essa avaliação será feita por meio de um questionário estruturado no Google Forms, contendo questões fechadas com escala do tipo *Likert*. De acordo com Martins e Cornacchione (2021, p. 1), “um item de *Likert* ou uma Escala *Likert* buscam ‘transformar’ uma variável qualitativa em uma variável quantitativa, ou seja, medir uma variável qualitativa.” Os resultados obtidos serão organizados e analisados quantitativamente, a fim de avaliar a contribuição das ferramentas utilizadas para a compreensão dos conceitos abordados.

A pesquisa quantitativa traz uma abordagem de quantificação, ou seja, faz referência com dimensões de intensidade. Nesse sentido, o interesse do pesquisador se orienta por dimensionar, analisar e avaliar a aplicabilidade de recursos ou técnicas ou até mesmo introduzir uma variável na coleta de dados para um registro quantitativo. Cabe ressaltar que, nesse tipo de pesquisa, o pesquisador precisa assumir uma postura de distanciamento do contexto, isto é, deve haver uma separação entre pesquisador e objeto de pesquisa (Rodrigues; Oliveira; Santos, 2021, p.165).

A partir das metodologias qualitativa e quantitativa, é possível promover uma reflexão mais aprofundada sobre o contexto escolar atual e compreender como a aplicação dessas ferramentas pode influenciar o processo de ensino-aprendizagem. Segundo Rodrigues, Oliveira e Santos, esse tipo de abordagem é denominado pesquisa mista.

Usar nas pesquisas científicas a combinação de dados advindos de abordagens qualitativas e quantitativas pode ser muito importante para compreender eventos, fatos e processos o que exige uma profunda análise e reflexão por parte do pesquisador. Este, além de seu papel de observador, vê-se instigado a buscar procedimentos de coleta de dados que possam correlacionar as suas experiências à teoria que embasará suas observações atendo-se à forma de apresentar os dados obtidos. Por conseguinte, verifica-se a possibilidade de correlação entre as duas abordagens. Esse viés metodológico de pesquisa denomina-se método misto ou quali-quantitativo (Rodrigues; Oliveira; Santos, 2021 p168).

Por se tratar de uma pesquisa de abordagem mista, ela não deve ser compreendida como uma oposição entre os métodos qualitativo e quantitativo, mas sim como uma estratégia que busca integrar essas abordagens na construção do conhecimento acadêmico.

### 3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

(IFPI) – Campus Oeiras, com público-alvo os estudantes da 3ª série. Foram abordados conteúdos sobre a Lei de Ohm e associações de resistores, e montados circuitos elétricos tanto em ambiente virtual quanto físico.

O Campus de Oeiras está situado na Microrregião do Vale do Canindé, na cidade de Oeiras do Piauí (bairro Uberaba II). Ocupa uma área de 10 hectares, dos quais 6.800,80 m<sup>2</sup> correspondem a área construída destinada às estruturas administrativas e de ensino.

Oeiras foi a primeira capital do Piauí e manteve esse status por 92 anos, tornando-se, após a independência da Província do Piauí, a mais importante cidade do estado. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população recenseada em 2022 era de 37.161 habitantes, distribuídos em uma extensão territorial de 2.720 km<sup>2</sup>, o que resulta em uma densidade demográfica de 12,7 hab/km<sup>2</sup>.

Devido ao seu papel histórico e à localização geográfica no centro do estado, a cidade possui importância estratégica para a rede de campi estaduais. A Figura 14 apresenta a demarcação territorial de Oeiras, uma das cidades que compõem o Vale do Canindé.

Figura 14 – Localização de Oeiras no Piauí



Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6a/Piaui\\_Municip\\_Oeiras.svg/800px-Piaui\\_Municip\\_Oeiras.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6a/Piaui_Municip_Oeiras.svg/800px-Piaui_Municip_Oeiras.svg.png)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI campus Oeiras, foi criado nos termos da Lei no 11.892, de 30 de dezembro de 2008; é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação e surgiu como Escola de Aprendizes e Artífices pelo Decreto Presidencial no 7.566, de 23 de setembro de 1909. Os campi do IFPI são unidades



acadêmico-administrativas, instaladas em municípios-polo de desenvolvimento do Estado do Piauí, com abrangência mesmo ou microrregional, sendo detentores de autonomia administrativa e financeira. Figura 15 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI campus Oeiras.

Figura 15 – Instituto Federal Campus Oeiras



Fonte: Mural da vila (2023) <https://www.muraldavila.com.br/noticias/ifpi-oeiras-se-consolida-como-referencia-educacional-no-territorio-vale-do-caninde-83398.html>

O campus oferta o Ensino Médio Integrado a ao Técnico, Técnico Subsequente, Superior, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) na qual oferta os seguintes cursos técnico Administração, Comércio, Agropecuária, Informática e Agronegócio e os superiores sendo Bacharelado em Administração, Bacharelado em Engenharia Agrônoma e Licenciatura em Física.

### 3.3 PARTICIPANTES DO ESTUDO.

Os participantes da pesquisa foram estudantes do ensino médio do Instituto Federal do Piauí, campus Oeiras, especificamente das turmas “A” e “B” da 3ª série do curso técnico em Administração integrado ao ensino médio, totalizando 58 discentes que participaram ativamente. A escolha desse público deve-se ao fato de que, nesse nível de ensino, os conteúdos de eletricidade estão previstos no currículo, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece como competência geral a compreensão dos fenômenos

naturais e tecnológicos, além do desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução de problemas em diferentes contextos. Assim, o envolvimento dos estudantes não apenas assegurou uma amostra satisfatória para o estudo, como também possibilitou refletir sobre as potencialidades e os desafios da abordagem experimental adotada no ensino de eletricidade.

### 3.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para a realização da coleta de dados na instituição de ensino Instituto Federal do Piauí (IFPI) – Campus Oeiras, procedeu-se, inicialmente, à comunicação formal junto à Direção Geral. Após a devida assinatura do Termo de Autorização para a execução da pesquisa, deu-se início à implementação das ações com as turmas da 3ª série do curso técnico em administração integrado ao ensino médio.

Em um primeiro momento, os discentes foram informados acerca dos conteúdos que seriam abordados durante o desenvolvimento das atividades. Na sequência, foi disponibilizado um formulário eletrônico, por meio da plataforma *Google Forms*, com o intuito de investigar a percepção dos estudantes sobre as aulas práticas, bem como identificar o nível de conhecimento prévio relativo aos instrumentos que seriam empregados ao longo das atividades.

Ademais, foi realizada a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme as exigências éticas das pesquisas com seres humanos. Nesse contexto, os estudantes menores de idade foram orientados a apresentar o documento aos seus responsáveis legais, para fins de assinatura, enquanto os maiores de idade puderam assiná-lo diretamente. e por fim, foram apresentadas as ferramentas que seriam utilizadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

No segundo encontro, foi realizada a apresentação do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), destinado aos estudantes menores de idade. Em seguida, foi feita a coleta do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com as assinaturas dos pais, e do TALE, com a assinatura dos estudantes. Após essa etapa, os discentes foram conduzidos ao Laboratório de Informática I, onde foi ministrada uma aula expositiva introdutória sobre os conteúdos que seriam abordados ao longo do processo.

Figura 16 – Apresentação do conteúdo (pesquisador Lucas guia os estudantes na construção dos conceitos explorados). Aprendizagem significativa, de David Ausubel.



Fonte: Autoria própria (2025)

No terceiro encontro, foram apresentados os materiais e roteiros que seriam utilizados nas atividades práticas. Nessa fase, utilizou-se novamente o Laboratório de Informática 1, onde ocorreu o desenvolvimento das práticas. Inicialmente, elas foram realizadas no *software Tinkercad*, no qual os estudantes puderam executá-las nos computadores e fazer as anotações no roteiro.

Figura 17 – Estudantes utilizando o *tinkercad*



Fonte: Autoria própria (2025)

No quarto e último encontro após os estudantes compreenderem o funcionamento da placa por meio do software, foram direcionados a realizar a mesma prática, agora com as

ferramentas físicas. Eles foram divididos em dois grupos, cada um com um kit contendo uma placa de *protoboard*, um multímetro, uma bateria de 9 V, resistores e jumpers. Com esses materiais, os estudantes deveriam montar circuitos e realizar medições de resistência, corrente e tensão elétrica, fazendo as devidas anotações. Essa atividade possibilitou a compreensão tanto da teoria quanto da prática.

Figura 18 – Realização da prática com a *protoboard*



Fonte: Autoria própria (2025)

Após a conclusão de todas as atividades, foi aplicado um formulário pós-atividade, composto por perguntas fechadas com escala *Likert* de cinco pontos (1 – Discordo totalmente a 5 – Concordo totalmente), conforme descrevem Martins e Cornacchione (2021, p. 5): “Nas pesquisas do campo das Ciências Contábeis, e mesmo nas Humanidades, o Item de *Likert* é comum, e muito utilizado”. Partindo desse pressuposto, o questionário teve como objetivo analisar como os alunos perceberam a integração entre teoria e prática, considerando aspectos como as aulas expositivas, o uso do *software Tinkercad*, o trabalho com a *protoboard* e a articulação entre esses recursos. Além disso, incluiu-se uma questão aberta para ampliar a compreensão sobre a experiência dos discentes.

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, a coleta de dados foi realizada por meio de dois formulários aplicados via *Google Forms*. A escolha dessa ferramenta se deu pela facilidade de exportar os dados

diretamente para o *Excel*, o que favoreceu a análise posterior.

Outra vantagem dos questionários online é a possibilidade de automatizar o processo de coleta e análise de dados. Com recursos tecnológicos adequados, os questionários podem ser programados para coletar respostas automaticamente, eliminar erros de preenchimento e realizar análises preliminares dos dados de forma rápida e eficiente (Bastos, 2023, p. 631).

Esse procedimento possibilitou a manipulação e o tratamento das informações de forma estruturada, facilitando a análise quantitativa e qualitativa dos resultados obtidos. A partir dessa base de dados, foram gerados gráficos que permitem a visualização clara e objetiva dos resultados obtidos ao longo da aplicação de cada questionário.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos o processo de tratamento e interpretação das informações coletadas. Além disso, será detalhado como essa análise foi conduzida, evidenciando seus efeitos no desenvolvimento das atividades, sobre os materiais propostos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizadas as ferramentas *Google Forms* e *Microsoft Excel*. O *Google Forms* foi empregado na elaboração e aplicação dos formulários, possibilitando a coleta eficiente dos dados de forma online. Após essa etapa, os dados foram exportados para o *Excel*, onde foi realizada a análise quantitativa, com a organização em gráficos, facilitando a visualização e a interpretação dos resultados.

A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas da 3ª série do curso de Administração Integrado ao Ensino Médio, sendo a Turma A composta por 41 estudantes e a Turma B por 37. No entanto, durante a aplicação do projeto, participaram efetivamente apenas 26 estudantes da Turma A e 32 da Turma B, totalizando 58 discentes, o que constitui uma amostra significativa para o estudo. A pesquisa envolveu alunos com idades apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Idade dos estudantes

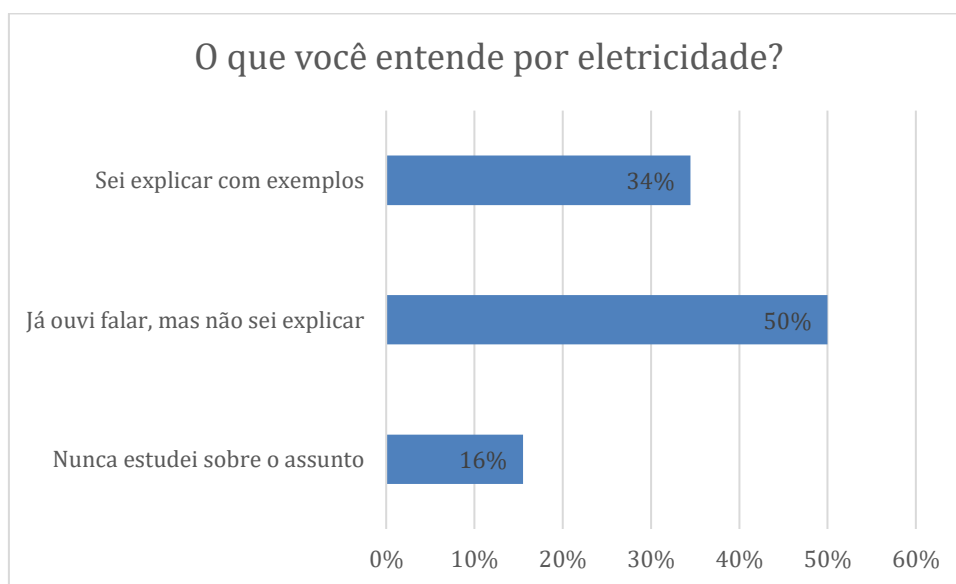
|         | 17 anos   | 18 anos   |
|---------|-----------|-----------|
| Turma A | 17 alunos | 9 alunos  |
| Turma B | 18 alunos | 14 alunos |
| Total   | 35 alunos | 23 alunos |

Fonte: Autoria própria (2025)

Inicialmente, foi aplicado um formulário (apêndice B) com questões fechadas, com o objetivo de avaliar a compreensão dos estudantes sobre eletricidade, verificar se já conheciam algumas das ferramentas que seriam utilizadas nas práticas experimentais e, também, coletar suas opiniões acerca do uso de atividades experimentais nas aulas de Física, tanto reais quanto virtuais. Com a aplicação desse formulário, buscou-se reunir informações para identificar os conhecimentos prévios e sua opinião acerca das práticas experimentais dos estudantes. De acordo com Moreira (2006), destaca a importância de identificar e considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, denominados subsunçores, os quais funcionam como base para que novos conteúdos possam ser integrados de maneira mais sólida e significativa.

Partindo desse pressuposto, foram coletadas as informações iniciais dos estudantes.

Gráfico 1 – Entendimento sobre eletricidade.



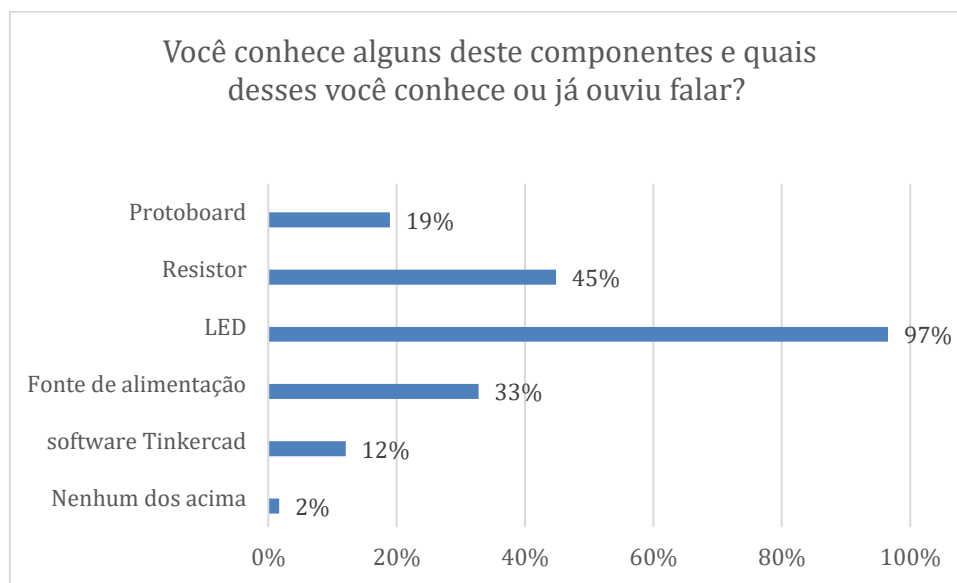
Fonte: Autoria própria (2025)

Como ponto de partida, buscou-se compreender o que os estudantes entendiam por eletricidade. Para isso, foi aplicada uma questão fechada, cujas respostas revelaram que 34% dos alunos afirmaram compreender o tema a ponto de explicá-lo com exemplos, 50% disseram já ter ouvido falar, mas não saber explicar e 16% relataram nunca ter tido contato com o assunto. Observou-se, portanto, que a maioria dos estudantes afirma conhecer ou ao menos ter ouvido falar sobre o tema, o que pode facilitar a compreensão durante a realização das práticas

experimentais.

Analisou-se os estudantes possuíam conhecimento ou já tinha ouvido falar sobre determinadas ferramentas utilizadas na robótica, as quais também serão empregadas nas atividades experimentais, tanto em ambientes virtuais quanto físicas.

Gráfico 2 – Conhecimento acerca das ferramentas



Fonte: Autoria própria (2025)

Observou-se que 19% dos estudantes demonstraram saber o que é uma *protoboard*, 45% compreendem o que é um resistor, 97% conhecem o LED, 33% sabem o que é uma fonte de alimentação, 12% conhecem o *software Tinkercad*, e apenas 2% afirmaram não conhecer nenhuma dessas ferramentas. Esses dados indicam que, que uma parcela considerável tem uma familiaridade com componentes mais comuns, como o LED e o resistor. De acordo com Moreira (2006), inspirado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, quando o estudante já possui conhecimentos prévios, torna-se mais fácil relacionar e compreender os novos conteúdos. Entretanto ainda existe uma lacuna significativa nos conhecimentos prévios dos recursos fundamentais para a montagem de circuitos. Diante disso, tornou-se necessário dedicar mais tempo às etapas práticas, com maior exploração desses instrumentos, a fim de favorecer o entendimento dos estudantes e promover uma aprendizagem mais significativa.

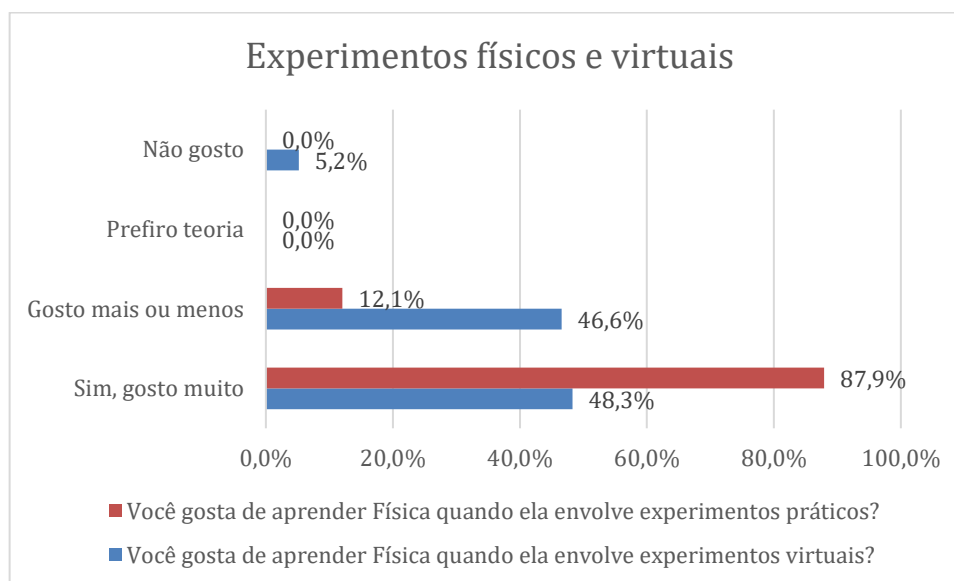
Também foi investigado se os estudantes demonstravam interesse pela realização de experimentos durante as aulas de Física, tanto em ambientes virtuais quanto presenciais, considerando que essa prática é essencial no processo de ensino-aprendizagem. A experimentação contribui de forma significativa para a compreensão dos conteúdos e para o

engajamento dos alunos. Nesse sentido, Costa (2018) destaca que a experimentação em sala de aula é fundamental.

Nas disciplinas das Ciências da Natureza, especialmente na Física, Química e Biologia a experimentação desempenha um papel fundamental no despertar da curiosidade provocando a inquietação, a busca pela compreensão de como os fenômenos acontecem. Além disso, na prática os estudantes vivenciam realmente o fato sem desprezar, os efeitos que podem comprometer a realização do fenômeno como a resistência do ar, o atrito, o efeito joule, enfim as diversas formas de dissipação de energia (Costa, 2018 p.26).

Buscou-se compreender a opinião dos estudantes sobre atividades experimentais em Física, com o uso de experimentos reais e virtuais, a fim de avaliar o interesse por esse formato de aula.

Gráfico 3 – Opinião dos estudantes a cerca dos experimentes físicos e virtuais



Fonte: Autoria própria (2025)

Verificou-se que, em aulas que envolviam experimentos físicos, 87,1% dos estudantes demonstraram apreço por esse tipo de atividade, enquanto 12,1% relataram gostar apenas parcialmente. Nenhum participante indicou preferência exclusiva por aulas teóricas ou manifestou desinteresse pela proposta.

Em relação às práticas virtuais, 43,3% afirmaram gostar desse tipo de aula, 46,6% disseram apreciar parcialmente e 5,2% relataram não gostar. Assim como nas aulas com experimentos físicos, nenhum estudante demonstrou preferência exclusiva por aulas teóricas.



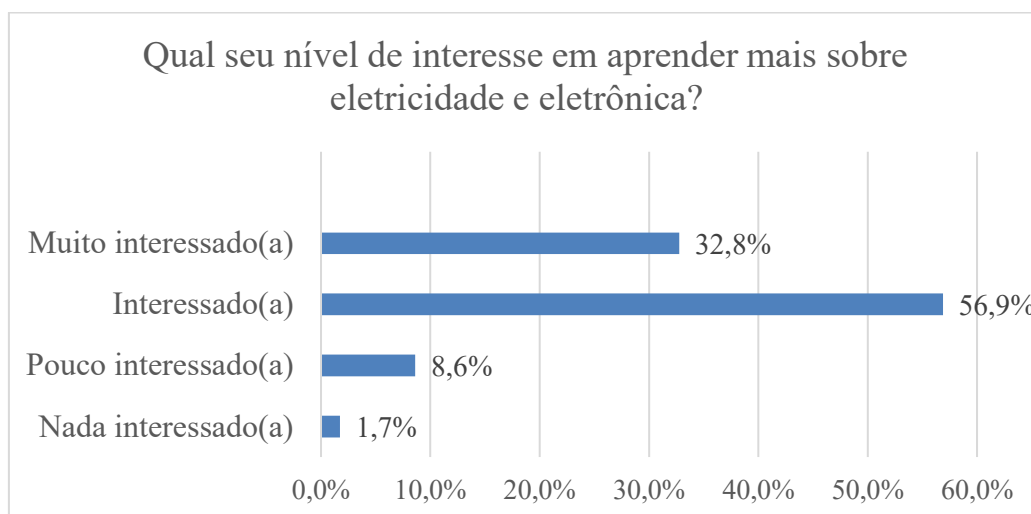
Nota-se que nenhum estudante expressou preferência exclusiva por aulas teóricas, o que evidencia uma tendência significativa à valorização de atividades experimentais, especialmente aquelas que envolvem práticas físicas. Esses resultados destacam a importância das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo de maneira significativa para a compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula.

A partir da análise realizada, constatou-se que os estudantes, demonstram preferência por aulas que integrem práticas experimentais, sejam elas virtuais ou presenciais, em detrimento de abordagens exclusivamente teóricas. Isso revela que os estudantes valorizam a oportunidade de vivenciar os conteúdos por meio da experimentação, por permitir a construção ativa da aprendizagem (Teoria da Aprendizagem Significativa), pois, muitas vezes, a exposição teórica isolada não é suficiente para a plena compreensão dos fenômenos abordados. Além disso, o contato prático contribui significativamente para a assimilação do conteúdo. Como salienta Costa (2018), a simples explicação teórica pode não garantir uma aprendizagem efetiva.

Percebeu-se há algum tempo que as aulas puramente teóricas, expositivas que requerem grande grau de abstração dos jovens estudantes não são motivadoras, atraentes e nem constituem resultados bem sucedidos, fato que compromete a aprendizagem dos educandos. Sendo assim, é extremamente importante que o professor possa repensar sua prática didática, aperfeiçoando-a por meio de estudos complementares à licenciatura e procurar incorporar à sua postura pedagógica ferramentas facilitadoras, interessantes e mais expressivas/atrativas (Costa, 2018, p.12).

Foi analisado o nível de interesse demonstrado pelos estudantes em relação aos temas de eletricidade e eletrônica, considerando que as atividades propostas na pesquisa abordam diretamente esses conteúdos. Tal análise permite compreender como essa abordagem pode contribuir para despertar maior curiosidade e engajamento dos alunos nas práticas realizadas.

Gráfico 4 – Interesse dos estudantes sobre eletricidade e eletrônica



Fonte: Autoria própria (2025)

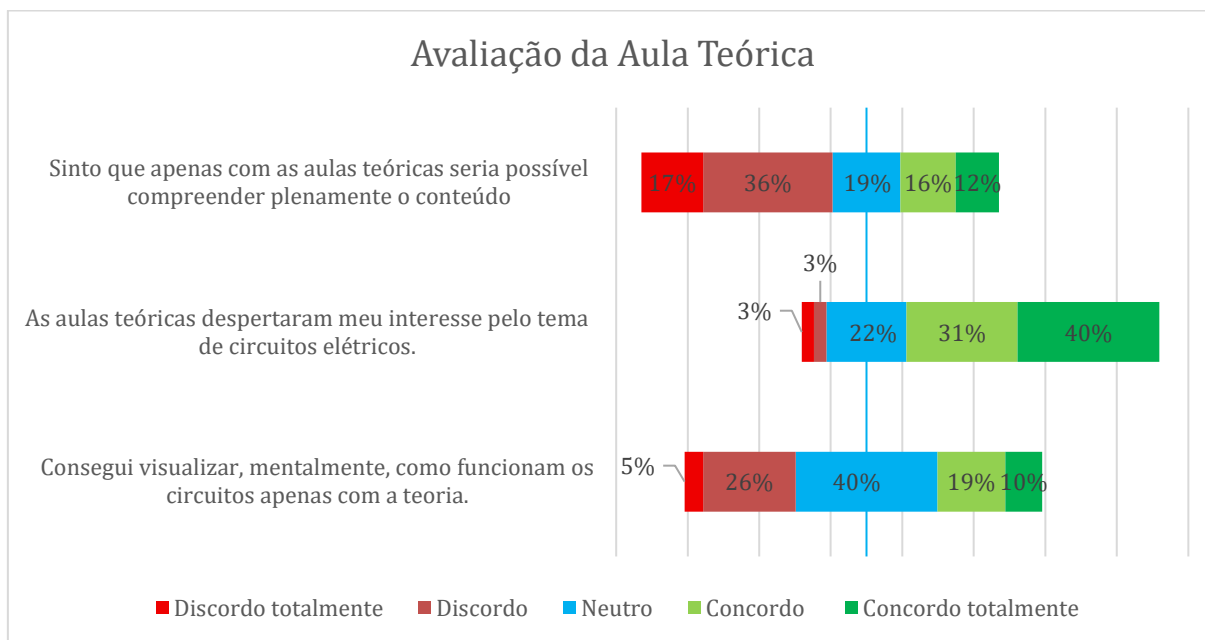
No que se refere ao grau de interesse dos alunos, os dados revelam que 32,8% dos discentes declararam possuir elevado interesse pelos temas propostos, 56,7% manifestaram interesse moderado, 8,6% relataram baixo interesse e 1,7% afirmaram não ter interesse. Esses resultados indicam que a maioria dos estudantes demonstra um interesse significativo pelos temas abordados, o que pode, consequentemente, contribuir para um melhor desempenho nas atividades experimentais.

Após a aplicação do formulário diagnóstico (pré-avaliação), iniciou-se a implementação das aulas, estruturado em três etapas principais: uma aula teórica introdutória sobre os conceitos da Lei de Ohm e associação de resistores; uma aula experimental com o uso do *software Tinkercad*; e, por fim, uma aula prática com a utilização da *protoboard* e seus componentes eletrônicos.

Posteriormente, foi aplicado um formulário online (apêndice I), elaborado na plataforma *Google Forms*, com o objetivo de avaliar a percepção dos estudantes em relação às metodologias utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

O instrumento avaliativo foi elaborado com base na escala *Likert*, permitindo que os discentes expressassem diferentes níveis de concordância ou discordância em relação a afirmações sobre a clareza, aplicabilidade e contribuição de cada etapa para o processo de aprendizagem. Além das questões objetivas, o questionário incluiu uma pergunta dissertativa, por meio da qual os alunos puderam indicar, livremente, qual das três etapas ou a combinação entre elas consideraram mais significativa para a compreensão dos conteúdos abordados.

Gráfico 5 – Percepção dos estudantes da aula teórica



Fonte: Autoria própria (2025)

A avaliação da aula teórica teve como objetivo compreender a percepção dos estudantes quanto à sua contribuição para o aprendizado dos conteúdos abordados, em especial a Lei de Ohm e as associações de resistores. Inicialmente, investigou-se se os alunos consideravam suficiente apenas a exposição teórica para a compreensão do conteúdo. Os resultados indicaram que 17% discordaram totalmente, 36% discordaram, 19% se mantiveram neutros, 16% concordaram e 12% concordaram totalmente. Com base nesses dados, observa-se que a maioria dos estudantes não considera a aula teórica isoladamente suficiente, para terem uma compreensão total dos conteúdos o que evidencia a necessidade de metodologias mais ativas e dinâmicas, que favoreçam o aprendizado de conceitos físicos.

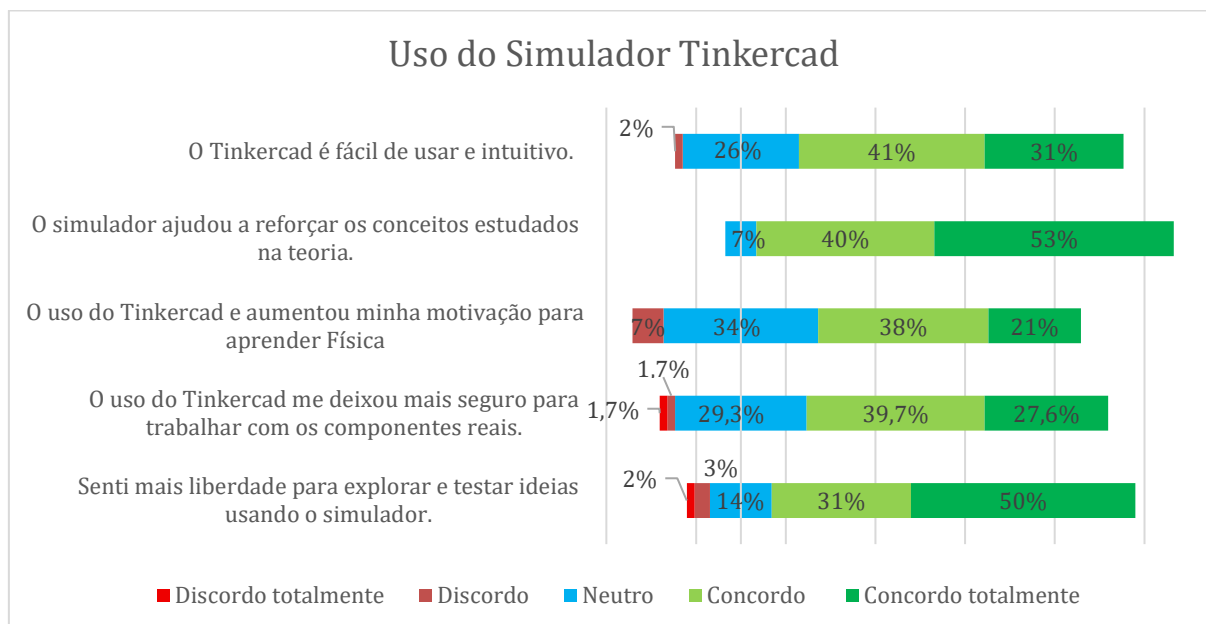
Na sequência, analisou-se se a abordagem teórica despertou o interesse dos estudantes pelos temas trabalhados. Os dados revelam que 3,5% discordaram totalmente, 3,5% discordaram, 22% permaneceram neutros, 31% concordaram e 40% concordaram totalmente. Nota-se, portanto, que, mesmo com as limitações do modelo expositivo, uma parcela significativa dos alunos demonstrou interesse pelos conteúdos. Isso sugere que, embora a teoria possa despertar curiosidade e engajamento inicial, sua eficácia pode diminuir quando utilizada por longos períodos de forma isolada. Pois segundo Moreira (2021, p. 3) “ensino e conduzido sem atividades experimentais, segue o modelo expositivo no qual o professor “da matéria” para os alunos anotarem em seus cadernos ou fotografarem com seus celulares. Um grande erro um ensino de Física sem atividades experimentais”. Por isso, reforça-se a importância de adotar

novas metodologias que integrem teoria e prática, a fim de manter o envolvimento dos estudantes e promover uma aprendizagem mais significativa.

Por fim, avaliou-se a capacidade dos alunos de visualizarem mentalmente o funcionamento de um circuito elétrico apenas com base na explicação teórica. As respostas indicaram que 5% discordaram totalmente, 26% discordaram, 40% permaneceram neutros, 19% concordaram e 10% concordaram totalmente.

Observou-se, portanto, que a maioria dos alunos se manteve neutra ou discordou da afirmação, o que evidencia a dificuldade em assimilar mentalmente os fenômenos elétricos apenas por meio da abordagem teórica, dada a natureza abstrata desses conceitos. Esse resultado reforça a importância de não restringir o ensino apenas a aulas expositivas, especialmente no ensino de Física. Segundo Moreira (2021, p. 2), “ensinar e aprender Física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagem, atividades experimentais, competências científicas, situações que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade e criticidade, interesse.” Nesse contexto, destacam-se as aulas experimentais, que permitem aos estudantes visualizarem concretamente os fenômenos, facilitando a compreensão e promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Gráfico 6 – opinião acerca da utilização do software Tinkercad



Fonte: Autoria própria (2025)

Inicialmente, foi analisada a percepção dos alunos sobre a facilidade de uso do *software Tinkercad*. Os dados mostraram que 2% dos estudantes discordaram, 26% se mantiveram

neutros, 41% concordaram e 31% concordaram totalmente. Observa-se, portanto, que a maioria considerou o software fácil de utilizar, destacando-o como um ambiente acessível e intuitivo.

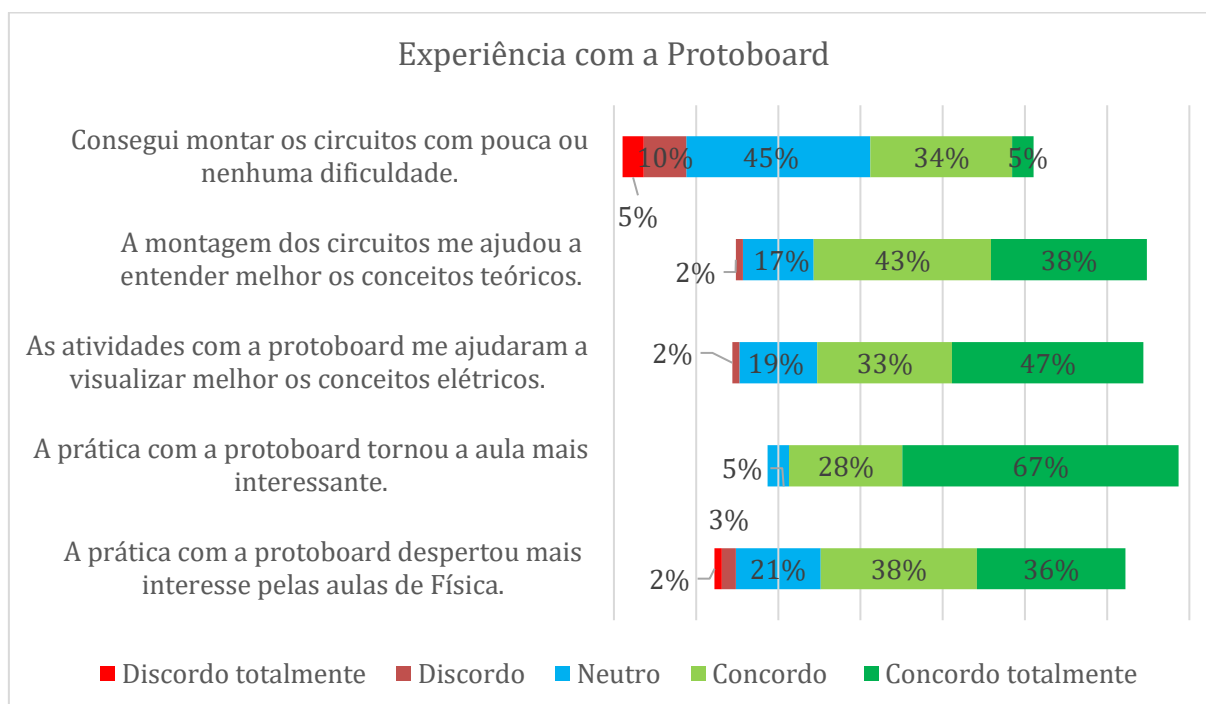
Em seguida, investigou-se a simulação contribuiu para os conteúdos abordados na aula teórica. Apenas 7% permaneceram neutros, enquanto 40% concordaram e 53% concordaram totalmente, o que indica que o uso do software teve um papel relevante na complementação da aula e no fortalecimento da compreensão dos conceitos teóricos.

Outro aspecto analisado foi se o *Tinkercad* despertou maior interesse dos estudantes pelas aulas de Física. Nesse item, 7% discordaram, 34% se mantiveram neutros, 38% concordaram e 21% concordaram totalmente. Os dados sugerem que, para a maioria dos alunos, o uso do ambiente virtual teve um impacto positivo, contribuindo para aumentar o interesse, a motivação e o engajamento com os conteúdos da disciplina.

Além disso, foi avaliado se a simulação virtual auxiliou os estudantes na montagem física dos circuitos. As respostas mostraram que 1,7% discordaram totalmente, 1,7% discordaram, 29,3% se mantiveram neutros, 39,7% concordaram e 27,6% concordaram totalmente. Esse resultado indica que o software contribuiu para que a maioria dos estudantes realizasse com mais segurança a montagem dos circuitos físicos, já que permite testar os projetos virtualmente sem o risco de danificar componentes. Isso reforça a ideia de que o ambiente virtual serviu como uma etapa preparatória eficaz para a prática.

Também se investigou os alunos sentiram maior liberdade para realizar experimentos e testar hipóteses no ambiente virtual. Os dados apontaram que 2% discordaram totalmente, 3% discordaram, 14% se mantiveram neutros, 31% concordaram e 50% concordaram totalmente. Esses números evidenciam que o *Tinkercad* favoreceu a autonomia dos estudantes e proporcionou uma abordagem mais investigativa, uma vez que, sem o risco de queimar equipamentos, os alunos se sentem mais à vontade para explorar e participar ativamente das aulas.

Na perspectiva de Moreira (2021), a incorporação das (TDIC) no ensino de Física é um desafio necessário, pois possibilita o uso de laboratórios virtuais, simulações e modelos computacionais que favorecem a aprendizagem significativa, mesmo em contextos com infraestrutura limitada. Partindo desse pressuposto, o *Tinkercad* demonstra ser uma ferramenta de apoio eficaz para a aprendizagem dos estudantes.

Gráfico 7 – Opinião acerca da utilização da *protoboard* e seus componentes

Fonte: Autoria própria (2025)

Verificou-se os estudantes enfrentaram dificuldades na realização das montagens utilizando a *protoboard*. Os resultados mostraram que 5% discordaram totalmente da afirmação, 10% discordaram, 45% se mantiveram neutros, 34% concordaram e 5% concordaram totalmente. Esses dados indicam que uma parcela significativa dos estudantes se posicionou de forma neutra ou positiva, o que sugere que compreendem o funcionamento da *protoboard* e conseguem realizar as montagens sem grandes dificuldades. No entanto, houve um pequeno grupo que apresentou dificuldades, possivelmente devido à pouca familiaridade com os componentes ou à falta de experiências prévias com esse tipo de atividade.

Em seguida, foi avaliado se a montagem prática contribuiu para a melhoria do entendimento do conteúdo. Nesse aspecto, 2% discordaram, 17% permaneceram neutros, 43% concordaram e 38% concordaram totalmente, evidenciando que a grande maioria dos estudantes relatou um avanço na compreensão após a atividade prática, reforçando a importância da experimentação como recurso didático.

Também foi investigado se a prática com a *protoboard* permitiu aos estudantes visualizar concretamente os conceitos estudados. Os dados apontam que 2% discordaram, 19% permaneceram neutros, 33% concordaram e 47% concordaram totalmente. Esses resultados demonstraram que a atividade prática foi essencial para que os alunos associassem os conceitos teóricos a representações físicas, uma vez que a experimentação real permite que fenômenos

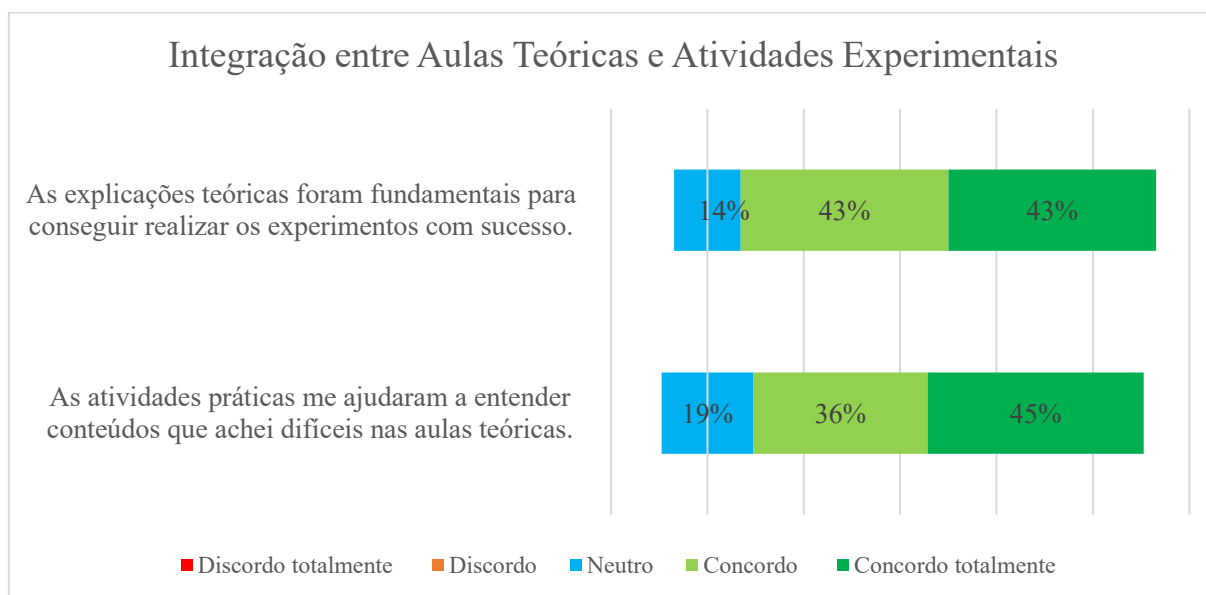
abstratos da Física sejam visualizados e sentidos, favorecendo a construção de uma aprendizagem significativa.

Outro aspecto investigado consistiu em verificar se a prática com a *protoboard* tornou a aula mais interessante para os estudantes. Nesse item, 5% dos alunos se mantiveram neutros, 28% concordaram e 67% concordaram totalmente, o que demonstra um alto nível de engajamento. Embora uma pequena parte tenha se mantido neutra, é possível inferir que as aulas experimentais despertaram maior interesse nos estudantes. Como destaca Moreira (2021, p. 6), “o interesse funciona como uma recompensa que leva o aprendiz a procurar novos recursos e desafios”. Nesse contexto, o uso da *protoboard* representa um incentivo diferenciado, por se tratar de uma abordagem inovadora nas aulas, reforçando o papel motivador das práticas experimentais no ensino de Física.

Ainda, investigou-se a aula com a *protoboard* despertou o interesse dos estudantes pelas aulas de Física de modo geral. Os dados mostram que 2% discordaram totalmente, 3% discordaram, 21% ficaram neutros, 38% concordaram e 36% concordaram totalmente. Esses números revelam que a experiência prática não apenas auxiliou na compreensão dos conteúdos, como também contribuiu para um maior envolvimento com a disciplina. Isso evidenciou aos estudantes que as aulas de Física não se restringem apenas a cálculos, mas também envolvem práticas experimentais, a qual se mostra extremamente importante para o processo de ensino-aprendizagem.

De modo geral, os resultados obtidos nessa etapa confirmam a relevância das atividades práticas no ensino, especialmente no trabalho com conteúdos abstratos, como os relacionados à eletricidade. Segundo Costa (2018) metodologias que rompem com o ensino tradicional, contribuem significativamente para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e eficaz. A *protoboard* tem este objetivo de possibilitar a manipulação componentes reais, observar o funcionamento dos circuitos e testar diferentes configurações permitindo ao aluno construir o conhecimento de forma mais concreta, ativa e significativa, conforme defendem as metodologias ativas.

Gráfico 8 – Opinião dos estudantes a cerca da integração da aula teórica e experimental



Fonte: Autoria própria (2025)

Também foi analisada a percepção dos estudantes quanto à relação entre a aula teórica e as etapas práticas do projeto. Inicialmente, buscou-se identificar se a aula teórica foi considerada importante para a realização dos experimentos subsequentes. Os resultados revelaram que 14% dos estudantes permaneceram neutros, enquanto 43% concordaram e outros 43% concordaram totalmente, os resultados indicaram que a maioria dos estudantes reconheceu a relevância das explicações teóricas como fundamento essencial para a compreensão conceitual e para a execução adequada das atividades práticas, assim mostrando a importância da teoria e prática.

No olhar Devecchi, Tauchen e Trevisan (2012, p. 71), “a aprendizagem aconteceria não apenas pela articulação entre a experiência na prática e a sua interpretação teórica, mas principalmente pelos acertos discursivos entre as múltiplas interpretações da mesma objetividade.” Isso reforça o que foi observado no decorrer das atividades práticas: os estudantes conseguiram associar o que haviam aprendido na teoria aos experimentos realizados, compreendendo que ambos tinham o mesmo objetivo comprovar na prática os conceitos estudados teoricamente.

Outro ponto investigado foi se as práticas experimentais ajudaram os estudantes a esclarecerem dúvidas que surgiram durante a aula teórica. Os resultados demonstraram que 19% permaneceram neutros, 36% concordaram e 45% concordaram totalmente com essa afirmação. Isso mostra que as atividades práticas tiveram um papel significativo na superação

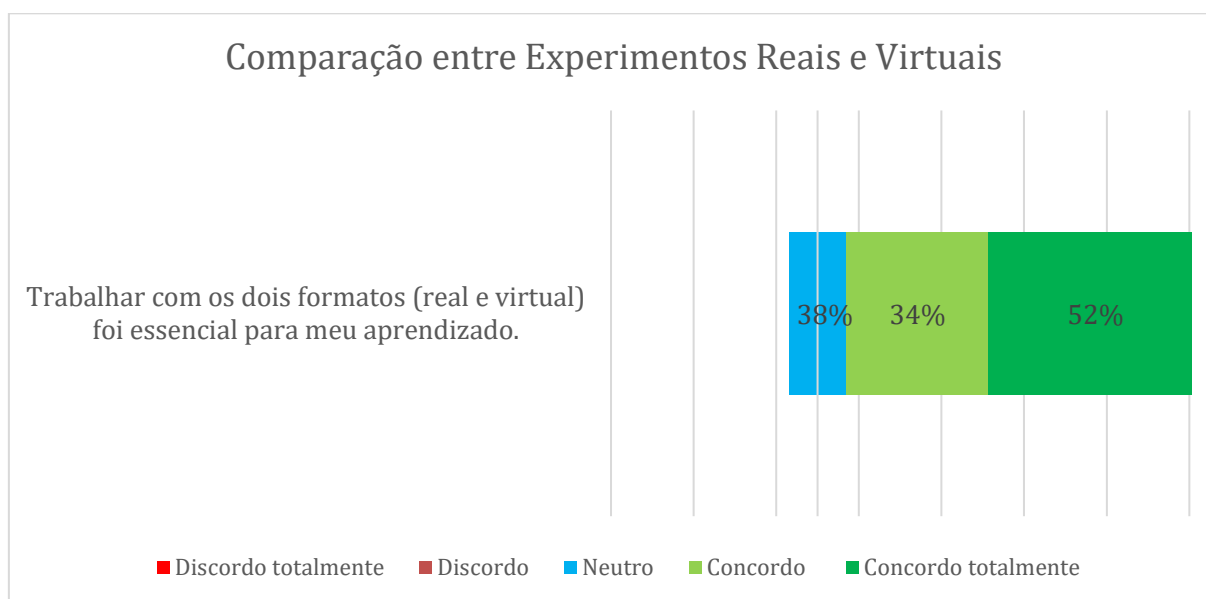


de dificuldades de compreensão, proporcionando aos estudantes uma vivência mais concreta e aplicada dos conceitos discutidos anteriormente.

De modo que, os dados apresentam que a utilização de práticas experimentais, aliadas ao uso de simulações e ao suporte teórico prévio, não apenas aumentou o interesse dos alunos, como também facilitou a compreensão dos conteúdos. Segundo Moreira (2021 p3) “no ensino da Física essa complementaridade é essencial para uma aprendizagem significativa dos conteúdos físicos”. A combinação dessas estratégias didáticas demonstrou ser eficaz no fortalecimento do aprendizado, promovendo uma construção do conhecimento mais sólida, participativa e significativa.

Foi analisada a percepção dos estudantes acerca da realização de experimentos reais e virtuais, buscando compreender se a combinação desses dois formatos foi considerada essencial para o aprendizado.

Gráfico 9 – opiniões dos estudantes a cerca do experimento virtual e real



Fonte: Autoria própria (2025)

Analisou-se a percepção dos estudantes quanto à contribuição da aula com o *software Tinkercad* e da prática com a *protoboard* para a compreensão do conteúdo. Os resultados mostraram que 14% dos alunos se mantiveram neutros, 34% concordaram e 52% concordaram totalmente com a afirmação de que o uso combinado dessas abordagens foi importante para o processo de aprendizagem. Esse dado reforça a eficácia da metodologia híbrida, que possibilitou aos estudantes tanto a visualização simulada quanto a experimentação concreta dos

circuitos elétricos. Essa integração permitiu que os alunos primeiro compreendessem o funcionamento dos circuitos por meio do ambiente virtual, facilitando, posteriormente, a manipulação da placa física.

Segundo Costa (2018), a integração entre experimentos reais, por meio da montagem de circuitos, e simulações virtuais contribuiu significativamente para tornar o ensino de Física mais interativo e contextualizado. O uso de abordagens complementares mostrou-se altamente eficaz, uma vez que o ambiente virtual oferece uma etapa preparatória segura, enquanto a prática com a *protoboard* permite que os estudantes explorem os desafios e limitações do mundo físico.

Observou-se também a questão aberta que investigava a opinião dos estudantes sobre o que mais contribuiu para o seu aprendizado: a aula teórica, o experimento virtual (*Tinkercad*) ou o experimento físico (*protoboard*). Com base nesse pressuposto, verificou-se que os estudantes responderam da seguinte forma:

- O experimento virtual, pois eu pude ver como funcionava, e consegui compreender melhor. (A1)*
- Experimento físico, pois pude ver tudo funcionando na prática. Isso facilitou muito meu aprendizado. (A2)*
- o experimento físico, pois eu aprendo melhor na prática física. (A3)*
- Ambos tiveram uma participação significativa para o meu aprendizado, sendo essencial conciliar os dois métodos. (A4)*
- Protoboard, só se aprende com a prática. (A5)*
- Para mim foi o Tinkercad, absorvi mais do conteúdo com ele. (A6)*
- O experimento físico já que com a prática foi de melhor entendimento, já que com a prática prestei mais atenção. (A7)*
- O tinkercad, porque existe uma visualização mais facilitada e é melhor para aprender. (A8)*
- Protoboard, pois vi na prática e pessoalmente. (A9)*
- O experimento físico, porque assim consigo ficar mais as informações (A10)*
- Todos contribuíram de alguma forma no aprendizado, sem prática não saberíamos como fazer, sem o experimento virtual não saberíamos montar o sistema e sem o experimento físico não saberíamos como realmente acontece na vida real. (A11)*
- Todos (A12)*
- Experimento físico (A13)*
- O virtual Tinkercad, achei muito interessante e diverso. (A14)*
- A combinação de todos os métodos foi importante, mas o experimento físico provavelmente contribuiu mais para o meu aprendizado. (A15)*
- O experimento físico no protoboard contribuiu mais, pois pude aplicar na prática o que aprendi na teoria, entender melhor os erros e ver o circuito funcionando de verdade. (A16)*
- O experimento físico já que pude ver pessoalmente como funciona e tirar dúvidas já na prática (A17)*

*As duas foram fundamentais. O instrutor Lucas ajudou das duas formas a entender melhor como funciona virtualmente e o físico. Foi uma experiência única de aprendizado(A18)*

*O experimento virtual, é muito melhor de entender(A19)*

*Experimento virtual, porque é mais simples. (A20 e A25)*

*Na minha opinião, tanto a aula teórica quanto os experimentos, tanto no Tinkercad quanto na protoboard, contribuíram bastante para o meu aprendizado. A teoria foi essencial para entender os conceitos e fundamentos, enquanto os experimentos práticos ajudaram a aplicar esse conhecimento na prática. O Tinkercad facilitou a visualização e montagem de circuitos de forma segura e rápida, e a protoboard me permitiu desenvolver habilidades manuais e lidar com situações reais. A combinação dos dois foi fundamental para fixar o conteúdo. (A21)*

*O experimento físico, porque a prática é muito mais fácil para o entendimento e se torna até mais legal aprender o conteúdo. (A22)*

*O experimento físico, pois conseguimos ter uma visão mais ampla a respeito do experimento, assim como também tivemos facilidade em montar os circuitos. (A23)*

*O experimento físico(protoboard) (A24, A27 e A40)*

*Tinkercad, pois tem uma variedade de funções interessantes. Também me sentiria mais segura mexendo em algo virtual, pois posso errar sem medo de algo acontecer, como queimar o aparelho. (A26)*

*Aula teórica. (A28 e A58)*

*O experimento físico, por conta de além de ser mais dinâmico,é mais fácil de compreender (A29)*

*Experimento físico. por conta do contato e se de como se comporta uma corrente elétrica a resistência. (A30)*

*Experimento virtual, pois tive uma melhor visualização do que foi feito e uma melhor noção sobre o tema. (A31)*

*Ambos foram essenciais para o aprendizado, cada um teve um ponto de vista. (A32)*

*O experimento virtual (Tinkercad). (A33, A34 e A49)*

*Não respondeu (A35)*

*Virtual, pois possibilitou o uso da criatividade para várias outras coisas, além de ser mais visível. (A36)*

*O experiente físico, pois é melhor de visualizar (A37)*

*Para mim o experimento que mais contribuiu para o meu conhecimento foi o tinkercad, pois através dele eu pude entender melhor fazendo a simulação, antes de passar para o experimento real (A38)*

*Bom o combo de todos contribuiu significativamente para o meu aprendizado, assim sendo possível entender o conteúdo. Porém o experimento virtual (Tinkercad), fundamentou, um aprendizado sem delimitação, pois fornece uma prática de forma segura e sem o medo de danificação, ou seja, uma prática sem delimitação. (A39)*

*Com o experimento físico foi mais fácil de entender como funciona na prática o circuito da eletricidade. A teoria me deixou meio perdida, porém quando coloquei em prática tive uma melhor compreensão de onde colocar as peças (fios, resistores, leds e bateria). (A41)*

*A aula teórica junto com o experimento virtual. Achei o experimento virtual bem interessante, fácil de entender. (A42)*

*O experimento físico. Acho que deu pra entender mais, abrir o pensamento, além de ser muito prático. (A43)*

*Na minha opinião ambos,pois a teoria fez com que entendesse o assunto e pudesse explorar através*

*do simulador, onde pude testar e me permitir. Já o experimento físico contribui para gerar uma perspectiva real do que foi feito no simulador. Diante disso ambos contemplaram de forma significativa. (A44)*

*Na minha experiência os 3 passos foram mutuamente dependentes para o aprendizado. No entanto, foi durante o experimento virtual que eu senti mais interesse e facilidade nesse assunto. (A45)*

*O experimento físico. Pois pude visualizar com mais clareza como que um circuito funciona. (A46)*

*Experimento virtual (Tinkercad) por ter uma maior liberdade (A47)*

*Acredito que o experimento virtual (Tinkercad) e o experimento físico (protoboard) contribuíram mais para o meu aprendizado, pois pude aplicar na prática os conceitos vistos na teoria. O Tinkercad me ajudou a visualizar e testar circuitos de forma rápida e segura, enquanto o experimento físico me permitiu entender melhor o funcionamento real dos componentes e desenvolver habilidades práticas. (A48)*

*O experimento virtual, foi uma atividade bem prática e eu tive muita liberdade para poder fazer testes!! (A50)*

*Físico (protoboard), pois consegui aprender realmente como funciona o experimento na realidade o que ajudou na experiência. (A51)*

*O protoboard, pois pude aprender melhor como utilizar cada um dos materiais. (A52)*

*O experimento virtual e físico, pois ficou de uma maneira mais fácil de aprender. (A53)*

*Em minha opinião, os experimentos virtual (Tinkercad) e físico (protoboard) foram os que mais contribuíram para o meu aprendizado, pois a aplicação prática do conhecimento teórico, seja em um ambiente seguro de simulação ou com componentes reais, permite uma compreensão mais profunda e a consolidação dos conceitos através da experimentação, da identificação e resolução de problemas, algo que a aula teórica, por si só, não consegue proporcionar com a mesma eficácia. (A54)*

*O experimento físico com certeza! É muito mais interessante ver na prática, como por exemplo o led acendendo, foi incrível. (A55)*

*As três etapas foram cruciais para aprendizagem, mas acredito que o experimento físico teve uma eficiência maior, pois a prática real permite a relação direta com a teoria usada no dia a dia. (A56)*

*Todas as formas de aprendizagem citadas anteriormente. A combinação da prática com a teoria foi fundamental para melhor compreender os conceitos estudados em sala de aula, uma vez que as demonstrações possibilitaram a visualização clara do que foi repassado oralmente. Com o auxílio do experimento virtual e do experimento físico, pudemos comparar os resultados e distinguir cada equipamento necessário para a montagem do circuito. (A57)*

Ao analisar as 58 respostas dos estudantes, observou-se que a maioria considerou fundamental a integração entre os diferentes recursos utilizados nas aulas. Os alunos destacaram que a combinação do experimento físico com a protoboard e seus componentes, juntamente com as explicações teóricas, foi essencial para a compreensão dos conceitos abordados. Além disso, muitos reconheceram o valor do uso do software Tinkercad como complemento às atividades práticas, permitindo explorar simulações e reforçar o aprendizado. Esses resultados indicam que a união entre teoria, prática e simulação proporcionou uma aprendizagem mais significativa, ao conectar os conteúdos estudados com aplicações concretas, favorecendo uma compreensão completa e aprofundada do tema. Segundo Demo (2021), ao realizarem a

montagem e os testes por conta própria, os estudantes constroem conhecimento de forma ativa, consolidando um aprendizado mais sólido, em linha com a proposta do educar pela pesquisa, que valoriza a investigação e a experimentação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo analisar a eficácia do uso integrado do *software Tinkercad* e da *protoboard*, com seus respectivos componentes, no ensino de eletricidade, especialmente nos conteúdos relacionados à Lei de Ohm e à associação de resistores. Buscou-se compreender de que forma a articulação entre essas duas ferramentas uma digital e outra física pode contribuir para despertar maior interesse, promover melhor compreensão e favorecer o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio.

O ensino de eletricidade, por envolver conceitos abstratos e muitas vezes de difícil visualização, representa um desafio constante para professores e alunos. Esse desafio se intensifica pelo fato de que, em grande parte das vezes, as aulas são ministradas apenas de forma teórica, o que gera lacunas no entendimento e reduz o engajamento dos estudantes. Nesse cenário, a integração entre ferramentas virtuais e físicas surge como alternativa eficaz para aproximar a teoria da prática.

O *Tinkercad*, como ambiente de simulação digital, possibilita a criação de circuitos virtuais de maneira acessível e segura, permitindo ao estudante experimentar, testar hipóteses e visualizar o funcionamento dos componentes sem risco de erros irreversíveis ou limitações de recursos. Já a *protoboard*, enquanto recurso físico, permite ao aluno concretizar essas simulações, lidando diretamente com resistores, fios e demais elementos, o que torna o aprendizado mais tangível e próximo da realidade. Assim, o caráter virtual e o físico não se excluem, mas se complementam: o primeiro amplia as possibilidades de visualização e experimentação em ambiente controlado, enquanto o segundo garante a vivência prática e o desenvolvimento de habilidades manuais fundamentais à compreensão dos fenômenos.

Ao longo da pesquisa, observou-se que a combinação entre o ambiente digital e o físico proporcionou uma experiência de aprendizagem mais completa. Os estudantes puderam transitar entre o virtual e o real, revisitando conceitos, comparando resultados e consolidando o entendimento de forma gradual. Essa integração demonstrou-se não apenas eficaz para esclarecer dúvidas surgidas durante as aulas teóricas, mas também essencial para fortalecer a autonomia, a curiosidade e o envolvimento dos alunos com a disciplina de Física.

A análise dos dados obtidos por meio do formulário final evidenciou a aprovação dos estudantes quanto ao uso combinado das ferramentas, destacando que a alternância entre simulação digital e prática experimental foi determinante para a compreensão de conteúdos como a Lei de Ohm e a associação de resistores. A utilização simultânea do *Tinkercad* e da *protoboard*, portanto, mostrou-se uma estratégia que alia acessibilidade, dinamismo e inovação, tornando o ensino de eletricidade mais atrativo, interativo e significativo.

Conclui-se que o uso articulado dessas ferramentas digitais e físicas constitui uma abordagem pedagógica que não apenas favorece a assimilação de conceitos abstratos, mas também estimula o protagonismo e a motivação dos alunos. Recomenda-se, assim, a ampliação dessa metodologia para outros conteúdos da Física, bem como o investimento em recursos que permitam integrar, de maneira complementar, o digital e o concreto no processo educativo, promovendo um aprendizado mais contextualizado, eficaz e alinhado à realidade dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

ABREU, André Souza; FREITAS, Pedro Augusto Ramos de. **Levantamento histórico da eletrônica: principais inventores e suas contribuições**. Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Patos de Minas, 2017. Disponível em: <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/sepit/article/view/288> Acesso em: 09 mar. 2025.

BRANDÃO, Zaia. A dialética micro/macro na sociologia da educação. **Cadernos de pesquisa**, n. 113, p. 153-165, 2001. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S0100-15742001000200008&script=sci\\_abstract](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S0100-15742001000200008&script=sci_abstract) Acesso em: 10 dez. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 2 mai. 2025.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em 23 de ago. de 2024.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista ibero-americana de estudos em educação**, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6229845> Acesso em: 23 jan. 2025.

COSTA, João Ribeiro da. **Aulas práticas realizadas na protoboard sob suporte de simulações criadas no Modellus**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE e Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Sobral, 2018. Disponível em: <https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/posgraduacoes/mestrado-1/mnpef/arquivos/7-aulas-praticas-realizadas-na-protoboard-sob-suporte-de-simulacoes-criadas-no-modellus.pdf> Acesso em: 15 out. 2024.

DA SILVA LOPES, Almir Rogério; CRUZ, Ellen; SIEBRA, Claurton. Uma Análise com Foco Quantitativo sobre o Uso da Robótica Educacional no Ensino da Física. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2018. P. 99-108.  
DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.99> . Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/article/view/7878> Acesso em: 10 out. 2024.

DE MACÊDO, Josué Antunes; DICKMAN, Adriana Gomes; DE ANDRADE, Isabela Silva Faleiro. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 562-613, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562> . Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562> Acesso em: 30 nov. 2024.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 10. Ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2021.

DEMO, Pedro. **Promoção automática e capitulação da escola. Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação**, v. 6, n. 19, p. 159-190, 1998.

DEVECHI, Catia Piccolo Viero; TAUCHEN, Gionara; TREVISAN, Amarildo Luiz. Teoria e prática nas pesquisas com formação de professores: uma compreensão aberta à interação comunicativa. **Educação em Revista**, v. 28, n. 04, p. 51-76, 2012. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S0102-46982012000400003&script=sci\\_abstract](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S0102-46982012000400003&script=sci_abstract) Acesso em: 05 abril. 2025.

DORNELES, Pedro FT; ARAUJO, Ives S.; VEIT, Eliane A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: parte I-circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 487-496, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400011> . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/mgGq3WMCwxR9GSsgMMtFfdh/?lang=pt> Acesso em: 10 mar. 2025.

DOS SANTOS, César Sátiro. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. Campinas –SP: Armazém do Ipê, Autores Associados. 2005.

FORÇA, Ana Claudia; LABURÚ, Carlos Eduardo; DA SILVA, O. H. M. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. **VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 7, 2011. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R0035-1.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0035-1.pdf) Acesso em: 01 nov. 2024.

GADOTTI, Moacir. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 03-11, 2000. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000200002> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/hbD5jkw8vp7MxKvfvLHsW9D/?msclid=8b4be65db2e511ecb>

ba8dc9ce99e8308 Acesso em: 10 nov. 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Física 3: Eletromagnetismo**. 10. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. ISBN 978-85-216-3184-2.

MARTINS, Gilberto; CORNACCHIONE, Edgard. Editorial: Item de Likert e Escala de Likert. **Revista Contabilidade Vista & Revista**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 1-5, jan./abr. 2021. ISSN 0103-734X. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/6776/3283> . Acesso em: 17 jun. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p. ISBN 85-230-0826-8.

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

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/> Acesso em: 28 jul. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. Linguagem e aprendizagem significativa. In: **Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Maragogi, AL, Brasil**. 2003. Disponível em: <http://if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf> Acesso em: 17 jun. 2025.

RODRIGUES, Tatiane Daby de Fatima Faria; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; DOS SANTOS, Josely Alves. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021. Disponível em <https://revistaprisma.emnuvens.com.br/prisma/article/view/49> Acesso em: 17 jun. 2025.

ROSSI, Mayara et al. Refletindo sobre o ensino tradicional: uma revisão narrativa. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 5, n. 3, p. e535088-e535088, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i3.5088> Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/5088> Acesso em: 17 jun. 2025.

SÁ FILHO, Clovis Soares e; MACHADO, Elian de Castro. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. In: **Seminário Nacional de Educação à Distância**, Abed, 2003. Disponível em: <https://www.abed.org.br/hotsite/seminario2003/texto11.html> . Acesso em: 18 fev. 2025.

SANTOS, Douglas Cristiano. **A utilização do Tinkercad como proposta metodológica para aprendizagem significativa de eletricidade**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2023. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31905> . Acesso em: 17 ago. 2024.

SANTOS, José Carlos dos; DICKMAN, Adriana Gomes. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de**



**Física**, v. 41, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0161> disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/BKKqL43Gq4Dh83B9zzCS6hk/?format=html> Acesso em: 17 nov. 2025.

SANTOS, Sthefany Rosy Lima dos; SILVA, Fernanda Loena Aguiar da; MELO, Lana Gabriela Guimarães; SANTANA, Daniele de Oliveira. **História da eletricidade e suas aplicações atendendo ao ensino de física**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, realize, Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/18043> . Acesso em 23 de fev de 2025.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT Jr., John W. **Princípios de Física: Eletromagnetismo**. Tradução da 5. Ed. Norte-americana. Tradução: Foco Traduções. Revisão técnica: Keli Fabiana Seidel. São Paulo: Cengage Learning, 2014. V. 3. ISBN 978-85-221-1806-9.

SILVA, José Celiano Cordeiro da; LEITE, Ibson José Maciel. **O ensino de física através da experimentação: desenvolvimento de um dispositivo didático para análise do movimento de queda livre de um corpo utilizando Arduino e Microsoft Excel**. Pesqueira: Instituto Federal de Pernambuco, 2024. Disponível em <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1408> Acesso em 23 de fev de 2025.

SILVA, Luiz Gabriel de Freitas; BARROS, Kalina Cúrie Tenório Fernandes do Rêgo. **Investigando as contribuições da aplicação de experimentos para o ensino de física no ensino médio**. Pesqueira: Instituto Federal de Pernambuco, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1152> Acesso em 23 de fev de 2025.

SOUSA, José Alisson Freitas de. **Abordagem Experimental para Aulas de Circuitos de Corrente Contínua Utilizando Placa Protoboard em Turmas do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Física, Mossoró, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/b38a30cc-6a8c-41b1-a7e6-87d3cf75b9f4/content> Acesso em 02 de fev. de 2025.

SOUZA, Leandro Coqueiro. A TIC na Educação: uma grande aliada no aumento da aprendizagem no Brasil. **Revista Eixo**, v. 5, n. 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.19123/eixo.v5i1.315> disponível em: <https://arquivorevistaeixo.ifb.edu.br/index.php/RevistaEixo/article/view/315> Acesso em 23 de fev. de 2025.

**APÊNDICE A - AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí**  
**Campus Oeiras**

Oeiras – PI, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Autorização para realização de pesquisa**

Eu, \_\_\_\_\_, Diretor(a) Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) Campus Oeiras, venho por meio desta informar a V.Sa. que autorizo a realização da pesquisa intitulada UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA PROTOBOARD, SEUS COMPONENTES E SOFTWARE TINKERCAD PARA O ENSINO ELETRICIDADE sob orientação do professor Me. Charles da Costa Cunha e coorientação do professor Me. Mateus Soares da Silva.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

\_\_\_\_\_  
Diretor(a) Geral

Instituto Federal do Piauí | Campus Oeiras  
Rua Projetada, S/N - Uberaba II | Oeiras, PI | CEP: 64.500-000 | [www.ifpi.edu.br/oeiras](http://www.ifpi.edu.br/oeiras)



**APÊNDICE B - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS PRÉVIO**

## Formulário Diagnóstico Prévio à Aplicação da Pesquisa

**Título do Projeto:** *Uma análise da utilização da protoboard, seus componentes e software Tinkercad para o ensino de eletricidade*

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail \*

---

2. Nome completo: \*

---

3. Idade: \*

---

4. Turma/série: \*

---

5. O que você entende por eletricidade? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sei explicar com exemplos
- ☐ Já ouvi falar, mas não sei explicar
- ☐ Nunca estudei sobre o assunto

27/07/25, 20:21

Formulário Diagnóstico Prévio à Aplicação da Pesquisa

6. Você conhece alguns deste componente e quais desses você conhece ou já ouviu falar? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- ☐ Resistor
- ☐ LED
- ☐ Fonte de alimentação
- ☐ Protoboard
- ☐ software Tinkercad
- ☐ Nenhum dos acima

7. Você gosta de aprender Física quando ela envolve experimentos práticos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim, gosto muito
- ☐ Gosto mais ou menos
- ☐ Prefiro teoria
- ☐ Não gosto

8. Você gosta de aprender Física quando ela envolve experimentos virtuais? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim, gosto muito
- ☐ Gosto mais ou menos
- ☐ Prefiro teoria
- ☐ Não gosto

27/07/25, 20:21

Formulário Diagnóstico Prévio à Aplicação da Pesquisa

9. Qual seu nível de interesse em aprender mais sobre eletricidade e eletrônica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Muito interessado(a)
- ☐ Interessado(a)
- ☐ Pouco interessado(a)
- ☐ Nada interessado(a)

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

## APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



1/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Campus Oeiras

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, LUCAS DE SOUSA MOURA, estudante do Curso de Graduação de LICENCIATURA EM FÍSICA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, *Campus Oeiras*, estou realizando a pesquisa que tem por título: UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA PROTOBOARD, SEUS COMPONENTES E SOFTWARE TINKERCAD PARA O ENSINO ELETRICIDADE, sob orientação do professor CHARLES DA COSTA CUNHA e a coorientação do professor MATEUS SOARES DA SILVA, e você está sendo convidado(a) à participar como voluntário(a). O objetivo geral desta pesquisa é investigar os benefícios do uso integrado da *protoboard* e do *software Tinkercad* no ensino do conteúdo de eletricidade, analisando sua eficácia como ferramentas pedagógicas nas turmas da 3ª série do ensino médio. Esse estudo visa contribuir para a melhoria do ensino de Física, promovendo práticas mais acessíveis, dinâmicas e significativas. Com isso, espera-se compreender as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes no aprendizado de conceitos relacionados à eletricidade, bem como desenvolver estratégias pedagógicas que favoreçam a construção do conhecimento por meio da experimentação e do uso de tecnologias. Entre os benefícios esperados estão o aumento do interesse dos alunos pelas aulas de Física, o desenvolvimento de habilidades práticas com montagem de circuitos e uma melhor compreensão dos conceitos de corrente elétrica, resistência. A pesquisa também busca oferecer subsídios para o planejamento de aulas mais eficazes, promovendo um ambiente de ensino mais estimulante e conectado com a realidade dos estudantes. Para isso estou desenvolvendo uma pesquisa onde consta as seguintes etapas: Recrutamento dos participantes através de Convite; Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguido pela assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE); Realização dos instrumentos: um questionário Prévio e Pós gerado em um *Link do google forms* e disponibilizado no grupo da turma. O questionário será aplicado em horário agendado com o professor(a) e com a coordenação da instituição de ensino, pois é necessário a autorização do uso de celular na sala de aula, este questionário diagnóstico para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade, *protoboard* e o *software Tinkercad*; desenvolvimento e aplicação de atividades práticas com uso dessas ferramentas (como montagem de circuitos no *Tinkercad* e em placas de *protoboard*); e, por fim, aplicação

Rubrica (Pesquisador Responsável)

Rubrica (Participante ou Responsável)



2/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Campus Oeiras

de um segundo questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a experiência de aprendizagem e os impactos da metodologia. Assim, sua participação consistirá, primeiramente, em assinar o Termo de Consentimento, em seguida responder ao questionário diagnóstico, participar das atividades experimentais propostas e, por fim, responder ao questionário final. Sua contribuição será fundamental para analisarmos o impacto do uso dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem e aperfeiçoarmos as práticas pedagógicas no ensino de eletricidade.

**GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E**

**GARANTIA DE SIGILO:** Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Então, para você solicitar a retirada da participação ou para esclarecimento sobre a pesquisa, poderá entrar em contato comigo através do e-mail: [caoei.2021122lfis13@aluno.ifpi.edu.br](mailto:caoei.2021122lfis13@aluno.ifpi.edu.br); Telefone: (89) 99474-3816, com o orientador pelo e-mail: [Charles.cunha@ifpi.edu.br](mailto:Charles.cunha@ifpi.edu.br); Telefone: (89) 99437-6004 ou com o coorientador [mateus.silva@ifpi.edu.br](mailto:mateus.silva@ifpi.edu.br); Telefone: (99) 8446-4965. O Comitê de Ética do IFPI também pode ser consultado para esclarecer dúvidas sobre aspectos éticos da pesquisa. Endereço: Avenida Presidente Jânio Quadros, nº 330, Santa Isabel, sala 3, CEP: 64053-390, Teresina-PI; E-mail: [cep@ifpi.edu.br](mailto:cep@ifpi.edu.br); Telefone do CEP: (86) 3131-1441. O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados que você gerar permanecerão confidenciais. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Vale salientar que este estudo apresenta um risco MÍNIMO, do tipo desconforto e cansaço pela posição física escolhida para leitura e resolução dos instrumentos, que será reduzido mediante ações de escuta ativa das dificuldades, acolhimento ao participante para que se sinta à vontade para responder os questionamentos e será dado o tempo necessário para participação e devolutiva do instrumento. Todavia, caso sejam detectadas alterações que necessitem de assistência imediata ou tardia, o/a participante será orientado a encerrar a coleta para que possa ter sua saúde restabelecida, dando continuidade em um outro momento. Para ciência do(a) participante, esse Termo consta assinado pelo(s) pesquisador(es).

Rubrica (Pesquisador Responsável)

Rubrica (Participante ou Responsável)





3/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Campus Oeiras

**CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS:** Caso você aceite, a participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira. Se você estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido, e também orientamos a importância de guardar uma cópia do Termo para possíveis solicitações futuras no decorrer da investigação. O(s) pesquisador(es) irá(ão) ressarcir quaisquer prejuízos e eventuais danos, decorrentes da participação na pesquisa, em acordo com a Resolução 466/2012. Este ressarcimento será realizado mediante o consenso entre o(s) pesquisador(es) e participante.

**CASO CONCORDE COM OS TERMOS, PREENCHA O ESPAÇO A SEGUIR:**

Eu \_\_\_\_\_, fui informado  
(a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira evidente e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e mudar minha decisão se assim o desejar. O professor orientador CHARLES DA COSTA CUNHA certificou-me que não serei identificado nessa pesquisa. Em caso de dúvidas poderei entrar em contato a pesquisador LUCAS DE SOUSA MOURA. Declaro que concordo em participar deste estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

\_\_\_\_\_  
Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) participante ou  
do(a) responsável pelo o participante

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador da pesquisa

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador da pesquisa

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

## APÊNDICE D - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



1/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Campus Oeiras

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Eu, LUCAS DE SOUSA MOURA, estudante do Curso de Graduação de LICENCIATURA EM FÍSICA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, Campus Oeiras, estou realizando a pesquisa que tem por título: UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA PROTOBOARD, SEUS COMPONENTES E SOFTWARE TINKERCAD PARA O ENSINO ELETRICIDADE, sob orientação do professor CHARLES DA COSTA CUNHA e a coorientação do professor MATEUS SOARES DA SILVA, e você está sendo convidado(a) à participar como voluntário(a). O objetivo geral desta pesquisa é investigar os benefícios do uso integrado da *protoboard* e do *software Tinkercad* no ensino do conteúdo de eletricidade, analisando sua eficácia como ferramentas pedagógicas nas turmas da 3ª série do ensino médio. Esse estudo visa contribuir para a melhoria do ensino de Física, promovendo práticas mais acessíveis, dinâmicas e significativas. Com isso, espera-se compreender as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes no aprendizado de conceitos relacionados à eletricidade, bem como desenvolver estratégias pedagógicas que favoreçam a construção do conhecimento por meio da experimentação e do uso de tecnologias. Entre os benefícios esperados estão o aumento do interesse dos alunos pelas aulas de Física, o desenvolvimento de habilidades práticas com montagem de circuitos e uma melhor compreensão dos conceitos de corrente elétrica, resistência e capacitância. A pesquisa também busca oferecer subsídios para o planejamento de aulas mais eficazes, promovendo um ambiente de ensino mais estimulante e conectado com a realidade dos estudantes. Para isso estou desenvolvendo uma pesquisa onde consta as seguintes etapas: Recrutamento dos participantes através de Convite; Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguido pela assinatura do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE); Realização dos instrumentos: um questionário Prévio e Pós gerado em um *Link* do *google forms* e disponibilizado no grupo da turma. O questionário será aplicado em horário agendado com o professor(a) e com a coordenação da instituição de ensino, pois é necessário a autorização do uso de celular na sala de aula, este questionário diagnóstico para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade, *protoboard* e o *software Tinkercad*; desenvolvimento e aplicação de atividades práticas com uso dessas ferramentas (como montagem de circuitos no *Tinkercad* e em placas de *protoboard*); e, por fim, aplicação de um segundo questionário para avaliar a percepção dos alunos sobre a experiência de aprendizagem e os impactos da metodologia. Assim, sua participação consistirá,



2/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Campus Oeiras

primeiramente, em assinar o Termo de Consentimento, em seguida responder ao questionário diagnóstico, participar das atividades experimentais propostas e, por fim, responder ao questionário final. Sua contribuição será fundamental para analisarmos o impacto do uso dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem e aperfeiçoarmos as práticas pedagógicas no ensino de eletricidade.

**GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:** Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Então, para você solicitar a retirada da participação ou para esclarecimento sobre a pesquisa, poderá entrar em contato comigo através do e-mail: [caoei.20211221fis13@aluno.ifpi.edu.br](mailto:caoei.20211221fis13@aluno.ifpi.edu.br); Telefone: (89) 99474-3816, com a orientadora pelo e-mail: [Charles.cunha@ifpi.edu.br](mailto:Charles.cunha@ifpi.edu.br); Telefone: (89) 99437-6004 ou com o coorientador [mateus.silva@ifpi.edu.br](mailto:mateus.silva@ifpi.edu.br); Telefone: (99) 8446-4965. O Comitê de Ética do IFPI também pode ser consultado para esclarecer dúvidas sobre aspectos éticos da pesquisa. Endereço: Avenida Presidente Jânio Quadros, nº 330, Santa Isabel, sala 3, CEP: 64053-390, Teresina-PI; E-mail: [cep@ifpi.edu.br](mailto:cep@ifpi.edu.br); Telefone do CEP: (86) 3131-1441. O(s) pesquisador(es) irá(ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados que você gerar permanecerão confidenciais. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Vale salientar que este estudo apresenta um risco MÍNIMO, do tipo desconforto e cansaço pela posição física escolhida para leitura e resolução dos instrumentos, que será reduzido mediante ações de escuta ativa das dificuldades, acolhimento ao participante para que se sinta à vontade para responder os questionamentos e será dado o tempo necessário para participação e devolutiva do instrumento. Todavia, caso sejam detectadas alterações que necessitem de assistência imediata ou tardia, o/a participante será orientado a encerrar a coleta para que possa ter sua saúde restabelecida, dando continuidade em um outro momento. Para ciência do(a) participante, esse Termo consta assinado pelo(s) pesquisador(es).

**CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS:** Caso você aceite, a participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira. Se você estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido, e também orientamos a importância de guardar uma cópia do Termo para possíveis solicitações futuras no decorrer da investigação. O(s) pesquisador(es) irá(ão) ressarcir quaisquer prejuízos e



3/3

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí**  
**Campus Oeiras**

eventuais danos, decorrentes da participação na pesquisa, em acordo com a Resolução 466/2012. Este ressarcimento será realizado mediante o consenso entre o(s) pesquisador(es) e participante.

**CASO CONCORDE COM OS TERMOS, PREENCHA O ESPAÇO A SEGUIR:**

Eu \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira evidente e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e mudar minha decisão se assim o desejar. O professor orientador CHARLES DA COSTA CUNHA certificou-me que não serei identificado nessa pesquisa. Em caso de dúvidas poderei entrar em contato o pesquisador LUCAS DE SOUSA MOURA. Declaro que concordo em participar deste estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

\_\_\_\_\_  
Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) participante

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador da pesquisa

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data

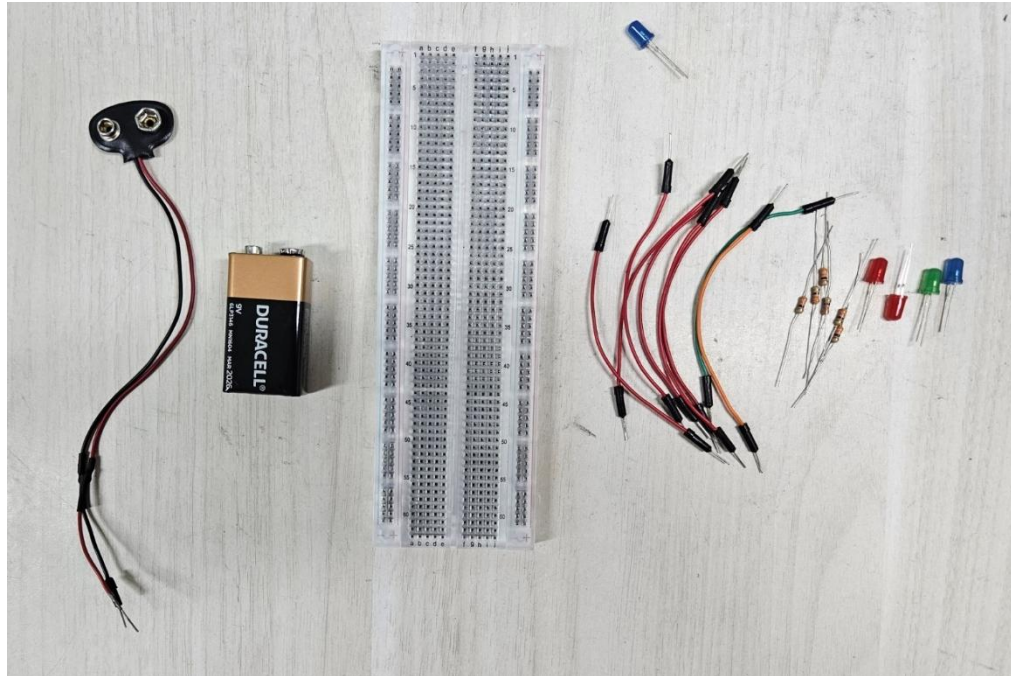
\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador da pesquisa

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Data



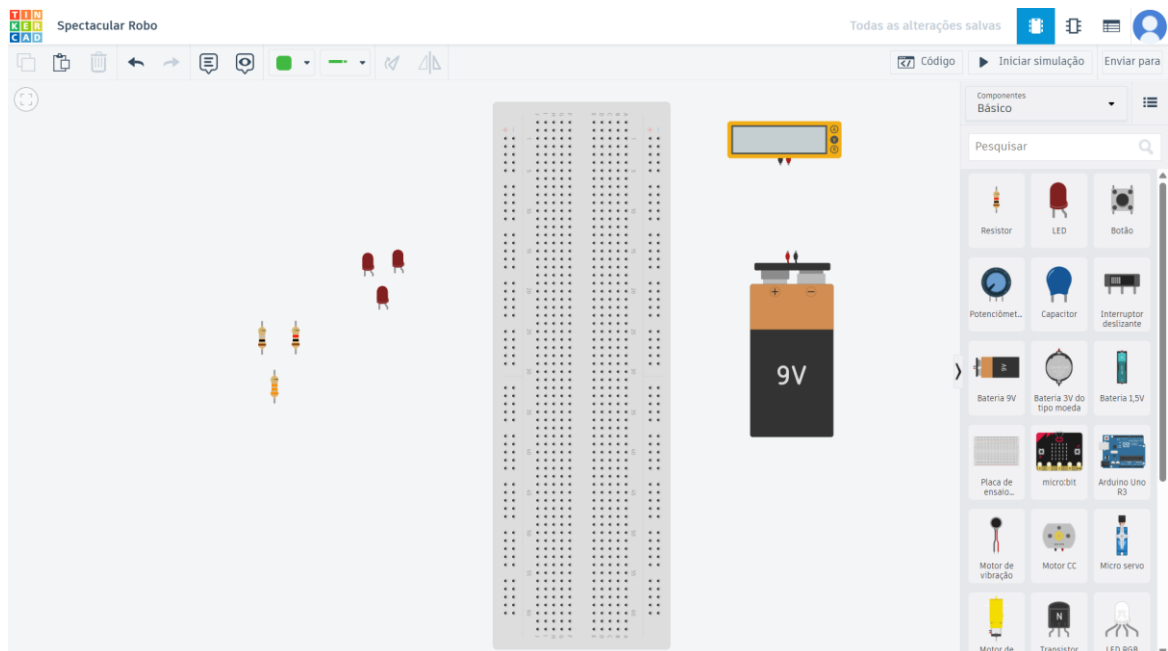
## APÊNDICE E - FERRAMENTAS DIDÁTICAS UTILIZADAS

Figura 19 – Ferramentas físicas



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 20 – Ferramentas virtuais



Fonte: Autoria própria (2025)

## APÊNDICE F - ROTEIRO EXPERIMENTAL UTILIZADO NAS PRÁTICAS

1

INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
Campus Oeiras

SÉRIE

DATA

NOME

### Lei de OHM

Introdução teórica Procedimento experimental

#### 1.0 OBJETIVOS

- Compreender a Lei de Ohm e a relação entre tensão, corrente e resistência elétrica.
- Analisar a relação entre o valor da resistência e a corrente elétrica que circula no circuito, verificando a aplicação da Lei de Ohm.
- Determinar a resistência equivalente de resistores associados em série e em paralelo, tanto por cálculo teórico quanto por medição prática e simulada.

#### 2.0 INTRODUÇÃO TEÓRICA

##### Lei de Ohm

Sem dúvida, uma das equações mais importantes a serem compreendidas no campo da eletricidade é a Lei de Ohm. A Lei de Ohm relaciona tensão, corrente e resistência por meio da seguinte equação:

$$V = R \cdot i \quad (\text{eq.1})$$

Onde:

V: tensão (em volts, V);

R: resistência (em ohms,  $\Omega$ );

i: intensidade de corrente elétrica (em ampêres, A).

##### Resistência

Um resistor é um componente eletrônico projetado para limitar ou controlar a corrente elétrica que passa por um circuito, os resistores são componentes que se opõem a passagem de corrente elétrica, ou seja, “resistem” a passagem de corrente elétrica, limitando sua intensidade. Estão presentes em aparelhos como chuveiros, televisores, computadores, aquecedores, rádios, lâmpadas incandescentes, dentre outros. Sendo representados pela letra R e no Sistema Internacional de Unidades (SI) são medidos em Ohm ( $\Omega$ ),

#### ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Nos circuitos elétricos, é comum a presença de múltiplos resistores organizados de formas diferentes, sendo as mais frequentes: associação em série e associação em paralelo. A maneira como os resistores são conectados afeta diretamente a resistência total do circuito, chamada de resistência equivalente ( $R_{eq}$ ).

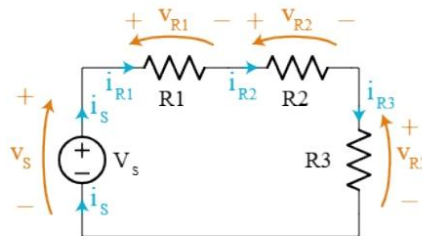
##### Associação em Série:

Na associação em série, os resistores são ligados um após o outro, de modo que a corrente elétrica

2

que percorre todos eles são a mesma. Porém, a tensão elétrica se divide entre os resistores proporcionalmente aos seus valores de resistência.

**Figura 1:** Resistores em série



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-series-resistors>

A resistência equivalente em série é dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n \quad \text{eq:(2)}$$

Em que:

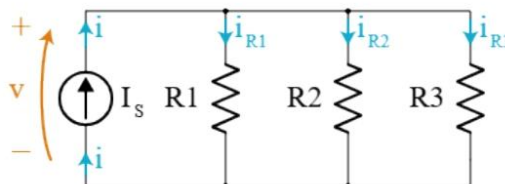
$R_{eq}$  - Resistência equivalente ( $\Omega$ )

$R$  - Resistência elétrica ( $\Omega$ )

#### Associação em Paralelo

Na associação em paralelo, os resistores são ligados lado a lado, ou seja, seus terminais estão conectados aos mesmos pontos de potencial. Nesse caso, a tensão elétrica é a mesma em todos os resistores, mas a corrente elétrica se divide entre eles.

**Figura 2:** Resistores em paralelo



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-parallel-resistors>

A resistência equivalente em paralelo é dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \frac{1}{R_n} \quad \text{eq: (3)}$$

Em que:

$R_{eq}$  - Resistência equivalente ( $\Omega$ )

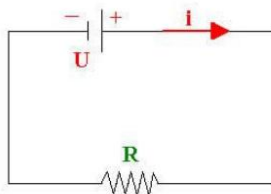
$R$  - Resistência elétrica ( $\Omega$ )

### 3.0 CIRCUITO ELÉTRICO

3

Vejamos como se comporta um circuito simples, como o mostrado na Figura 3, e como a Lei de Ohm pode ser aplicada a esse circuito.

**Figura 3:** Circuito simples



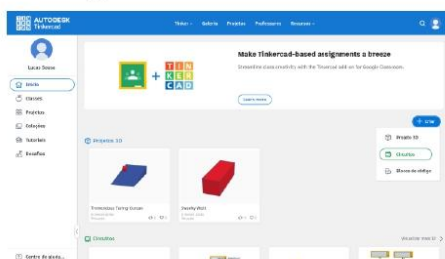
Fonte: [https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo\\_legenda/34d9b3e474701540e6680191fa5ddd8e.jpg](https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo_legenda/34d9b3e474701540e6680191fa5ddd8e.jpg)

- A fonte de tensão fornece uma diferença de potencial ao circuito. Quanto maior for a diferença de potencial, maior será a energia transferida aos elétrons (cargas elétricas).
- Isso significa que a energia cinética adquirida pelos elétrons será tanto maior, quanto maior for a diferença de potencial imposta pela fonte.
- Quanto maior a energia cinética, maior a velocidade que os elétrons adquirem e, portanto, maior a corrente elétrica que vai circular pelo circuito.
- A resistência determina o número de colisões que os elétrons deverão sofrer, limitando, desta forma, o valor da corrente elétrica que circula no circuito.

## 5.0 MONTAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO SOFTWARE *TINKERCAD*

Neste experimento será apresentada a plataforma virtual *Tinkercad*, uma ferramenta gratuita e online muito utilizada para simular circuitos eletrônicos de forma interativa, sem a necessidade de componentes físicos.

**Figura 4:** Interfase do *Tinkercad*



Fonte: Autoria própria (2025)

Para utilizar o *Tinkercad* na simulação de circuitos, é necessário criar uma conta no site oficial:

👉 <https://www.tinkercad.com>

Dentro da plataforma, selecione a opção “Circuitos” e depois clique em “Criar novo circuito”. A partir disso, diversos componentes eletrônicos podem ser adicionados ao projeto por meio de uma interface simples de arrastar e soltar.

A simulação dos circuitos da Lei de Ohm será feita utilizando os mesmos componentes descritos



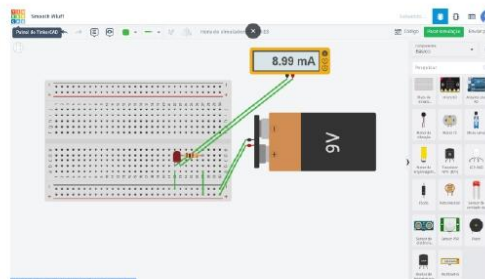
nos experimentos reais, mas agora em ambiente virtual:

- Bateria de 9V
- *Protoboard* virtual
- LED
- Resistores
- Fios de conexão
- Multímetro virtual

**A simulação permite:**

- Montar circuitos simples e observar o funcionamento em tempo real.
- Variar a tensão da fonte (bateria) e verificar como a corrente elétrica responde.
  - Medir a tensão nos terminais da lâmpada e do resistor, assim como a corrente que passa por eles.
  - Verificar a função do resistor como limitador de corrente, especialmente para proteger a lâmpada de LED.
  - Simular falhas ou alterações nos componentes para observar os efeitos no circuito.
  - Aplicar a Lei de Ohm ( $V = R \times I$ ) para calcular a resistência ou a corrente elétrica.
  - Registrar os dados simulados e compará-los com os obtidos em laboratório real, consolidando o aprendizado.

**Figura 5:** Circuitos simples

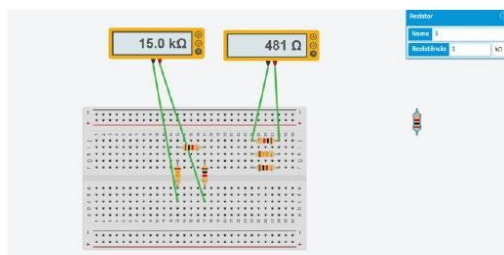


Fonte: Autoria própria (2025)

- Na simulação, é possível modificar o valor da resistência e observar como isso afeta a corrente no circuito.
- A simulação com resistores ajuda a compreender o comportamento da corrente elétrica em função da resistência e da tensão aplicada.
- Também é possível combinar resistores em série e paralelo, verificando como isso altera o valor da resistência equivalente e o comportamento do circuito.

A Figura 6 mostra um exemplo de circuito em série e paralelo, montado no *Tinkercad*.

**Figura 6:** Circuito em série e paralelo



Fonte: Autoria própria (2025)

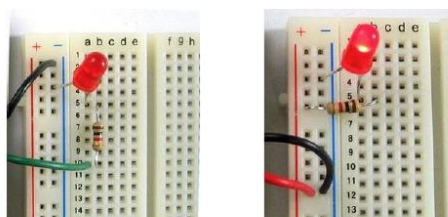
A simulação dos circuitos no *Tinkercad* reforça os conceitos da Lei de Ohm e a associação de resistores, permitindo a comparação entre os valores obtidos na prática real e na simulação. Além disso, é uma excelente ferramenta para aprendizagem segura e interativa, antes da montagem física dos circuitos.

#### 6.0 MONTAGEM DE CIRCUITOS ELÉTRICOS COM A *PROTOBOARD*

A *protoboard* é muito utilizada em qualquer laboratório de eletricidade, pois permite a montagem de circuitos e protótipos simples sem que haja a necessidade de realizar soldagens, por exemplo. Isso facilita bastante o trabalho do operador, que poderá realizar os diferentes testes necessários, além de trocar componentes sem os inconvenientes que ocorreriam, caso houvesse junções permanentes no circuito.

A Figura 7 mostra uma *protoboard*. Estão disponíveis diversos modelos de *protoboards*, de diversos tamanhos e, em alguns casos, é possível obter kits de montagem, onde, além da *protoboard*, há sistemas com instrumentos de medida e fontes de tensão/corrente.

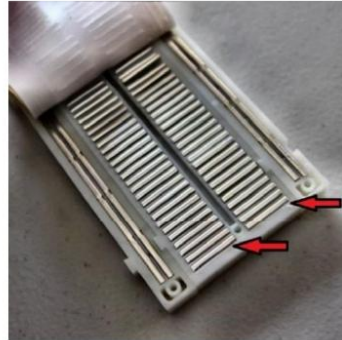
**Figura 7:** Montagem da protoboard



Fonte: [https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/11/img005\\_Protoboard\\_Placa\\_Ensaio\\_circuitos\\_teste\\_projetos\\_830furos\\_simulacao.png](https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/11/img005_Protoboard_Placa_Ensaio_circuitos_teste_projetos_830furos_simulacao.png)

Para utilizar a *protoboard* para a montagem de circuitos, é primordial conhecer como a *protoboard* está construída. Existem duas regiões, onde podem ser ligados componentes. Na Figura 8, as linhas mostram como os orifícios estão conectados eletricamente.

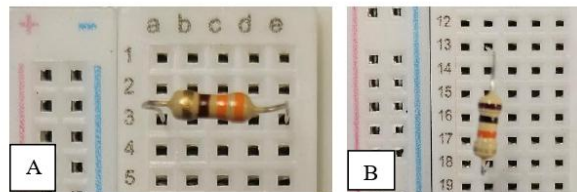
**Figura 8:** Conexões elétricas na protoboord



Fonte: [https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/11/img002\\_Protoboard\\_Placa\\_Ensaio\\_circuitos\\_teste\\_projetos\\_830furos\\_simulacao.jpg](https://blogmasterwalkershop.com.br/wp-content/uploads/2018/11/img002_Protoboard_Placa_Ensaio_circuitos_teste_projetos_830furos_simulacao.jpg)

Um componente **NUNCA** deverá ser ligado entre pontos que já estejam conectados eletricamente, já que isso representa um curto-circuito. Nesse caso, a corrente vai fluir pela conexão metálica existente entre os pontos da *protoboard*, em vez de passar pelo componente inserido. A Figura 9 mostra exemplos do que pode e do que não pode ser feito.

**Figura 9:** Conexão de um componente na *protoboard*. (a) ligação errada; (b) ligação correta



Fonte: Autoria própria (2025)

## 7.0 UTILIZANDO O MULTÍMETRO PARA MEDIÇÕES DE TENSÃO CONTÍNUA

As pontas de prova devem ser conectadas da seguinte forma:

- ponta preta no terminal COM;
- ponta vermelha no terminal marcado para medidas de Tensão (V).

**Figura 10:** Conexão das pontas de prova no voltímetro



Fonte: Autoria própria (2025)

A escala deve ser selecionada corretamente, de forma que a tensão medida fique abaixo do valor da escala selecionada. Porém, se for utilizada uma escala cujo fundo de escala seja muito maior do que a tensão medida, perde-se resolução na medida. Para medição de tensão, o elemento a ser medido deve ser ligado em PARALELO com o voltímetro.

Utilizando o multímetro para medições de corrente contínua

As pontas de prova devem ser conectadas da seguinte forma (Figura 8):

- ponta preta no terminal COM;
- ponta vermelha no terminal marcado para medidas de baixa corrente (mA).

**Figura 11:** Conexão das pontas de prova no amperímetro



Fonte: Autoria própria (2025)

A escala deve ser selecionada corretamente, de forma que a corrente medida fique abaixo do valor da escala selecionada. Em contrapartida, se for utilizada uma escala cujo fundo de escala seja muito maior do que a tensão medida, perde-se resolução na medida. No caso de a corrente medida ser mais alta, em relação ao valor de fundo de escala selecionado, pode-se queimar um fusível interno, inviabilizando temporariamente novas medidas de corrente. Nesse caso, deve-se trocar o fusível do multímetro e iniciar a medida novamente (em uma escala mais adequada). Para medição de corrente, o elemento a ser medido deve ser ligado em SÉRIE com o amperímetro.

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL – APLICAÇÃO DA LEI DE OHM E ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE E PARALELO (REAL E VIRTUAL)

##### OBJETIVOS

- Compreender a relação entre tensão, corrente e resistência elétrica (Lei de Ohm).
- Montar e analisar circuitos com LED e resistores em série e paralelo.
- Determinar a resistência equivalente de resistores associados em série e paralelo, por medição prática (real) e por simulação (virtual no *Tinkercad*).

Materiais utilizados: Virtuais (*Tinkercad*):

- Bateria de 9V
- *Protoboard* virtual
- LED
- Resistores
- Multímetro virtual
- Fios de conexão
- Conta no site: <https://www.tinkercad.com>

Materiais utilizados: Reais (montagem na *Protoboard*):

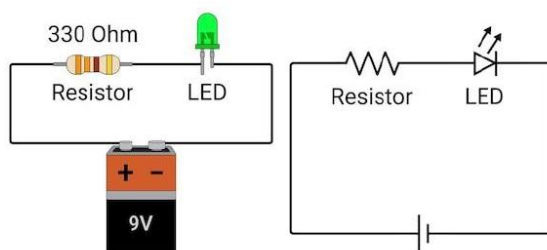
- *Protoboard*
- Fonte de tensão (9V ou regulável)
- Resistores
- LED
- Fios de conexão (jumpers)
- Multímetro digital

### **CIRCUITO 1: LED COM RESISTOR EM SÉRIE**

Faça a montagem conforme o esquema da figura (12). Insira um LED e um resistor conectando-os em série na *protoboard*. Após a montagem, ligue o conjunto a uma bateria de 9 V. Com o auxílio do multímetro, meça a tensão aplicada ao LED e a corrente elétrica que percorre o circuito. Em seguida, experimente variar o valor do resistor para observar as alterações na intensidade luminosa do LED e na corrente elétrica. Por fim, aplique a equação (1) a Lei de Ohm para calcular a corrente e analisar o comportamento do circuito.

#### **MONTAGEM:**

**Figura 12:** Circuito simples



Fonte: [https://br.freepik.com/vetores-premium/led-e-resistor-em-serie-ligados-a-uma-bateria-de-9v-circuito-eletrico-simples-aulas-de-fisica\\_36952205.htm](https://br.freepik.com/vetores-premium/led-e-resistor-em-serie-ligados-a-uma-bateria-de-9v-circuito-eletrico-simples-aulas-de-fisica_36952205.htm)

#### **CIRCUITO 1:**

|  | Tensão da | Tensão do LED | Corrente da | Corrente do LED | Resistência |
|--|-----------|---------------|-------------|-----------------|-------------|
|  |           |               |             |                 |             |



9

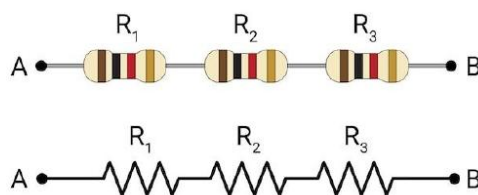
|         | bateria (V) | (V) | bateria (A) | (A) | ( $\Omega$ ) |
|---------|-------------|-----|-------------|-----|--------------|
| Virtual |             |     |             |     |              |
| Real    |             |     |             |     |              |
| Cálculo |             |     |             |     |              |

### **CIRCUITO 2: RESISTORES EM SÉRIE**

Faça a montagem conforme o esquema da figura (13) insira três resistores, conectando-os em série na *protoboard*. Após a montagem, ligue o conjunto a uma bateria de 9 V. Com o auxílio do multímetro, meça a tensão total aplicada ao circuito e a cada resistor e corrente elétrica que o percorre o circuito e a cada resistor. Em seguida, meça a resistência equivalente e calcule com a equação (2) a associação em série dos resistores.

#### **MONTAGEM:**

**Figura 13:** Circuito em série



Fonte: <https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/26149296-series-conexao-do-resistores>

### **CIRCUITO 2**

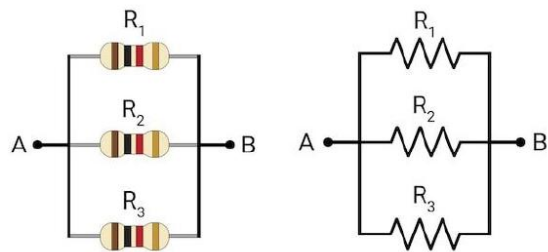
|         | Tensão da<br>bateria (V) | Tensão da do<br>resistor (V) | Corrente da<br>bateria (A) | Corrente do<br>resistor (A) | Resistência<br>equivalente ( $\Omega$ ) |
|---------|--------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Virtual |                          |                              |                            |                             |                                         |
| Real    |                          |                              |                            |                             |                                         |
| Cálculo |                          |                              |                            |                             |                                         |

### **CIRCUITO 3: RESISTORES EM PARALELO**

Faça a montagem conforme o esquema da figura (14). Insira os resistores, em paralelo na *protoboard*. Após a montagem, ligue o conjunto a uma bateria de 9 V. Com o auxílio do multímetro, meça a tensão do circuito e nos terminais dos resistores, em seguida meça a corrente do circuito e nos terminais dos resistores, também meça a resistência equivalente e calcule a com a equação (3).

#### **MONTAGEM:**

Figura 14: Circuito em paralelo



Fonte: <https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/26149299-paralelo-conexao-do-resistores>

CIRCUITO 3:

|         | Tensão da<br>bateria (V) | Tensão do<br>resistor (V) | Corrente da<br>bateria (A) | Corrente do<br>resistor (A) | Resistência<br>( $\Omega$ ) |
|---------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Virtual |                          |                           |                            |                             |                             |
| Real    |                          |                           |                            |                             |                             |
| Cálculo |                          |                           |                            |                             |                             |

## APÊNDICE G - ROTEIRO DETALHADO PARA *TINKERCAD*

### ROTEIRO DETALHADO: MONTAGEM DE CIRCUITOS NO *TINKERCAD*

#### Materiais Virtuais (para o circuito simples)

- Protoboard (meia ou completa)
- Fonte de alimentação (bateria 9V)
- LED(s)
- Resistores
- Fios de conexão (Jumpers)
- Multímetro

#### Objetivo:

Montar um circuito simples para acender um LED com o uso de resistor.

#### PASSO A PASSO DA MONTAGEM.

##### Acessar a plataforma:

- Acesse o site do *Tinkercad* ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)).
- Faça login com sua conta.
- No painel principal, clique em “Circuitos” no menu lateral.
- Em seguida, selecione a opção “Criar novo circuito” para iniciar seu projeto.

##### Adicionar os componentes:

No menu à direita da tela, procure pelos componentes e arraste-os para o espaço de trabalho (área central).

##### Protoboard:

Clique na protoboard pequena e arraste-a para o centro da área de trabalho.

##### Bateria de 9V:

Em seguida, localize a bateria de 9 volts e arraste para perto da protoboard.

##### LED:

Agora, arraste 1 LED para a protoboard. Lembre-se: o ânodo (perna maior) será conectado ao lado positivo, e o cátodo (perna menor) ao lado negativo.

##### Resistor:

Arraste 1 resistor para o espaço de trabalho.

Clique sobre ele e use a seta circular para girá-lo (90°) até que ele fique na posição correta para ser encaixado na protoboard (de forma horizontal).

##### Fios de conexão (jumpers):

Para conectar os fios, clique com o mouse em um ponto da protoboard, mantenha pressionado e arraste até o terminal da bateria ou outro ponto desejado.

Solte o botão para criar a conexão.

##### Simular o circuito:

Quando terminar a montagem, clique no botão “Iniciar simulação”, localizado no canto superior direito da tela. Observe se o LED acende corretamente. Isso indica que o circuito está funcionando como esperado.

##### Verificação com multímetro

Primeiro, pare a simulação clicando em “Parar simulação”. Em seguida, procure pelo multímetro na barra lateral e arraste-o para a área de trabalho.

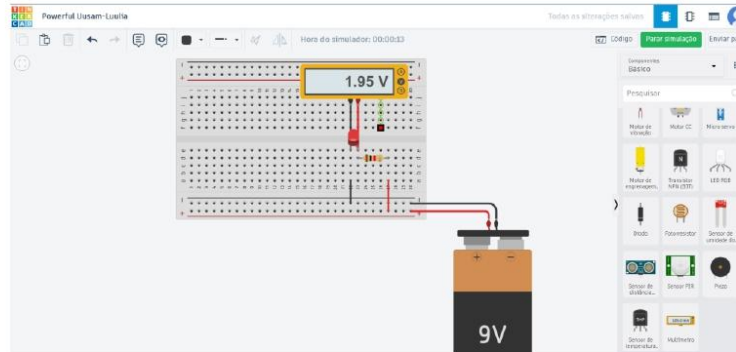
##### Para medir a tensão:

Conecte as pontas do multímetro nos dois terminais do LED (ânodo e cátodo).



No multímetro, selecione a opção “Tensão (Voltage)”. E para medir a corrente é só selecionar corrente no multímetro.

Figura 1: Circuito simples



Fonte: Autoria própria (2025)

### ROTEIRO: CIRCUITO COM RESISTORES EM SÉRIE (*TINKERCAD*)

#### Objetivo:

Montar e simular um circuito com **três resistores em série**, analisando o comportamento da corrente elétrica, da tensão total e a soma das resistências individuais.

#### Adicionar os componentes:

No menu à direita da tela, pesquise e arraste os seguintes componentes para o espaço de trabalho:

- 1 protoboard (meia ou inteira)
- 1 bateria de 9V
- 3 resistores
- Fios de conexão (jumpers)

#### Montar o circuito em série:

Organize os três resistores na protoboard:

- Conecte as extremidades dos resistores de forma que fiquem em sequência, ou seja, o final de um ligado ao início do próximo.
  - Isso formará um único caminho para a corrente elétrica.
- Conecte à fonte:
- Ligue o terminal positivo da bateria (vermelho) ao primeiro resistor.
  - Ligue o terminal negativo da bateria (preto) ao final do terceiro resistor.
  - Utilize jumpers para fazer as conexões entre: Fonte e protoboard.
  - Resistores entre si (caso estejam em linhas diferentes).

#### Verificação com multímetro:

##### Adicione o multímetro:

- No menu à direita, localize o componente “multímetro”.
- Arraste-o para a área de trabalho.

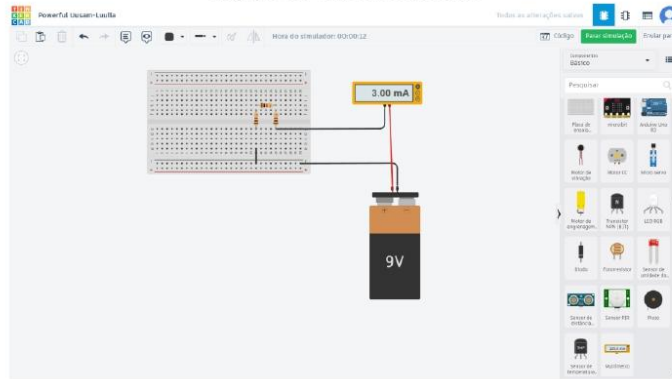
##### Medir a Tensão (Voltagem):

- Conecte uma ponta do multímetro no início do primeiro resistor (lado positivo).
  - Conecte a outra ponta no final do último resistor (lado negativo).
  - No visor do multímetro, selecione a opção “Tensão (Voltagem)”.
- Essa medição indica a tensão total aplicada ao conjunto de resistores.
- Em seguida conecte multímetro a cada resistor

##### Medir a Corrente:

- Desconecte o fio que liga o positivo da bateria ao início do circuito.
- No lugar desse fio, insira o multímetro em série, ligando: Uma ponta ao terminal positivo da bateria e a outra ponta ao início do primeiro resistor.
- No visor do multímetro, selecione a opção “Corrente”. Essa medição mostra a corrente elétrica que percorre todo o circuito, que deve ser a mesma em todos os resistores (circuito em série).
- Em seguida conecte multímetro a cada resistor

**Figura 2:** Circuito em série



Fonte: Autoria própria (2025)

### **CIRCUITO COM RESISTORES EM PARALELO (TINKERCAD)**

#### **Objetivo:**

Montar e simular um circuito com **resistores em paralelo**, observando o comportamento da corrente elétrica, da tensão nos ramos e da resistência equivalente.

#### **Adicionar os componentes:**

No menu à direita da tela, pesquise e arraste os seguintes componentes para o espaço de trabalho:

- 1 protoboard (meia ou inteira)
- 1 bateria de 9V
- 3 resistores
- Fios de conexão (jumpers)

#### **Organize os resistores na protoboard:**

- Conecte os resistores de modo que fiquem em ramos diferentes, ligando ambos os terminais aos mesmos pontos de alimentação.
- As extremidades superiores dos dois resistores devem estar conectadas ao mesmo ponto positivo (VCC).
- As extremidades inferiores devem estar conectadas ao mesmo ponto negativo (GND).

Isso cria vários caminhos diferentes para a corrente elétrica circular, caracterizando um circuito paralelo.

#### **Conecte à fonte:**

- Ligue o terminal positivo da bateria (vermelho) à linha positiva da protoboard (onde os dois resistores começam).
- Ligue o terminal negativo da bateria (preto) à linha negativa da protoboard (onde os dois resistores terminam).

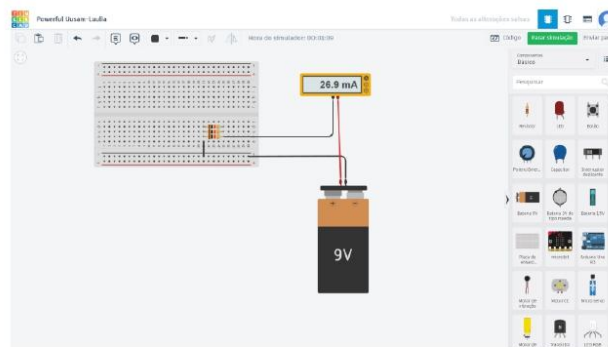
#### **Medir a Tensão (Voltagem):**

- Conecte uma ponta do multímetro no início de um resistor (lado positivo).
- Conecte a outra ponta no final do mesmo resistor (lado negativo).
- No visor do multímetro, selecione a opção “Tensão (Voltagem)”. Essa medição mostrará a tensão aplicada ao resistor, que será a mesma para todos os ramos do circuito paralelo.
- Em seguida conecte multímetro ao resistor.

#### Medir a Corrente:

- Para medir a corrente em um dos ramos, siga os passos: Desconecte o fio que liga o início de um dos resistores à linha positiva da fonte.
- No lugar desse fio, insira o multímetro em série, ligando: Uma ponta ao terminal positivo da fonte (ou à linha positiva). A outra ponta ao início do resistor.
- No visor do multímetro, selecione a opção Corrente
- Essa medição mostra a corrente que passa por esse ramo específico do circuito.
- Repita esse processo para o outro resistor, se quiser medir a corrente nos dois ramos
- Em seguida conecte multímetro ao resistor.

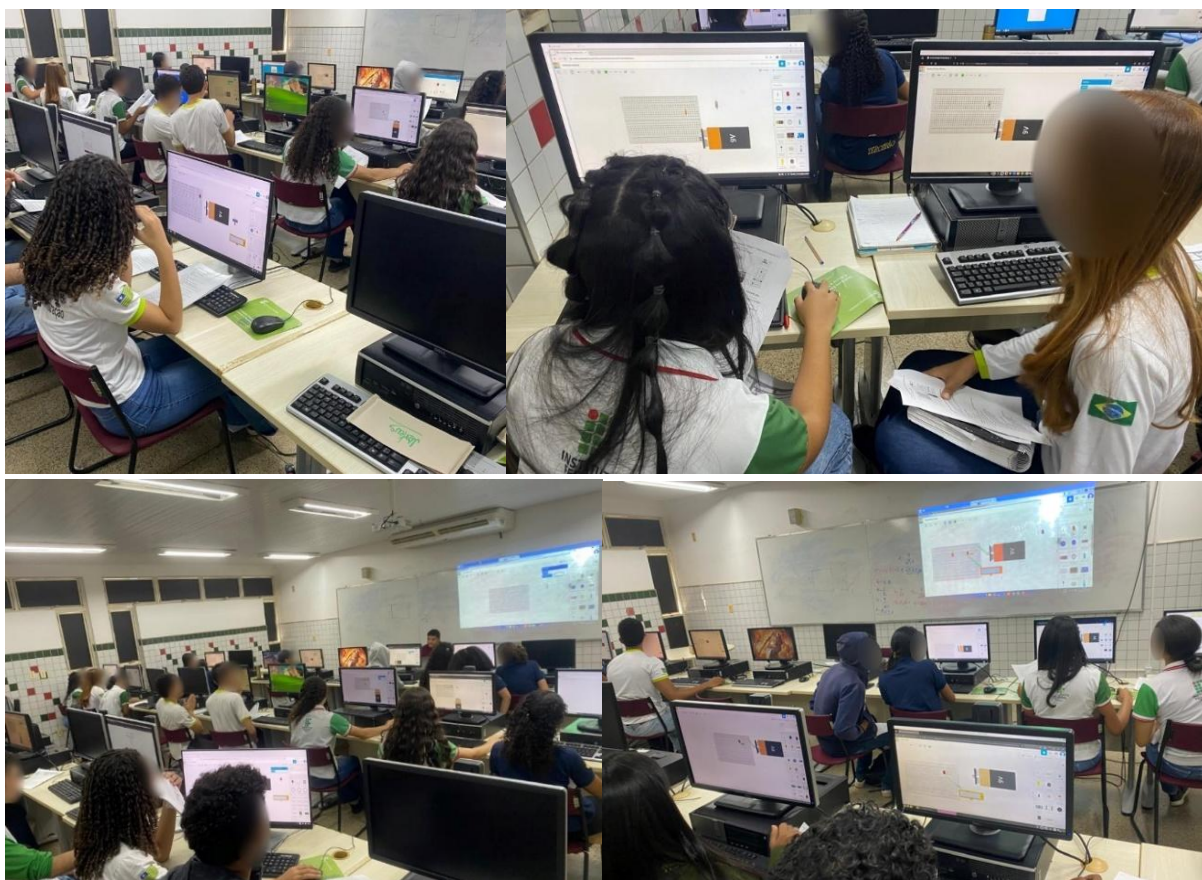
**Figura 3:** Circuito em paralelo



Fonte: Autoria própria (2025)

## APÊNDICE H - FOTOS DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA VIRTUAL E REAL

Figura 21 – Fotos da aula utilizando o *software Tinkercad*



Fonte: Autoria própria (2025)



Figura 22 – fotos da aula utilizando a *protoboard* e seu componente



Fonte: Autoria própria (2025)

## APÊNDICE I - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS PÓS

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

### Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

Este formulário visa avaliar a experiência dos alunos após a participação nas atividades do projeto: *"Uma análise da utilização da protoboard, seus componentes e software Tinkercad para o ensino de eletricidade"*. Sua resposta é importante para analisar os resultados da pesquisa e melhorar futuras atividades.

*\* Indica uma pergunta obrigatória*

1. E-mail \*

---

2. Nome completo \*

---

3. Turma/série \*

---

#### Avaliação da Aula Teórica

**Instruções:** Para cada afirmação, assinale a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a seguinte escala:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo
- 5 – Concordo totalmente

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

4. Sinto que apenas com as aulas teóricas seria possível compreender plenamente o conteúdo \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

5. As aulas teóricas despertaram meu interesse pelo tema de circuitos elétricos. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

6. Consegui visualizar, mentalmente, como funcionam os circuitos apenas com a teoria. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Sobre o Uso do Simulador Tinkercad

**Instruções:** Para cada afirmação, assinale a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a seguinte escala:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo
- 5 – Concordo totalmente

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

7. O Tinkercad é fácil de usar e intuitivo. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8. O simulador ajudou a reforçar os conceitos estudados na teoria. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

9. O uso do Tinkercad e aumentou minha motivação para aprender Física \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

10. O uso do Tinkercad me deixou mais seguro para trabalhar com os componentes reais. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |



20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

11. Senti mais liberdade para explorar e testar ideias usando o simulador. \*

*Marcar apenas uma oval.*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Sobre a Experiência com a Protoboard

**Instruções:** Para cada afirmação, assinale a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a seguinte escala:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo
- 5 – Concordo totalmente

12. Consegui montar os circuitos com pouca ou nenhuma dificuldade. \*

*Marcar apenas uma oval.*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

13. A montagem dos circuitos me ajudou a entender melhor os conceitos teóricos. \*

*Marcar apenas uma oval.*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

14. As atividades com a protoboard me ajudaram a visualizar melhor os conceitos elétricos. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

15. A prática com a protoboard tornou a aula mais interessante. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

16. A prática com a protoboard despertou mais interesse pelas aulas de Física. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Integração entre Aulas Teóricas e Atividades Experimentais

**Instruções:** Para cada afirmação, assinale a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a seguinte escala:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo
- 5 – Concordo totalmente

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

17. As explicações teóricas foram fundamentais para conseguir realizar os experimentos com sucesso. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

18. As atividades práticas me ajudaram a entender conteúdos que achei difíceis nas aulas teóricas. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

#### Comparação entre Experimentos Reais e Virtuais

**Instruções:** Para cada afirmação, assinale a alternativa que melhor representa sua opinião, utilizando a seguinte escala:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo
- 5 – Concordo totalmente

19. Trabalhar com os dois formatos (real e virtual) foi essencial para meu aprendizado. \*

Marcar apenas uma oval.

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

20/08/25, 14:37

Formulário Pós-Atividade – Avaliação da Experiência

## Avaliação final

20. Na sua opinião, o que mais contribuiu para o seu aprendizado: a aula teórica, \*  
o experimento virtual (Tinkercad) ou o experimento físico (protoboard)?  
Justifique sua resposta.

---

---

---

---

---

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários