

# CIRCUITOS ELÉTRICOS DO VIRTUAL AO REAL:

CONECTANDO TEORIA E PRÁTICA  
COM TINKERCAD E EXPERIMENTOS





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF POLO 26

Guilherme Brendo Medeiros dos Santos

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

CIRCUITOS ELÉTRICOS DO VIRTUAL AO REAL: CONECTANDO TEORIA E  
PRÁTICA COM TINKERCAD E EXPERIMENTOS.

Teresina- PI  
2025

Guilherme Brendo Medeiros dos Santos

**CIRCUITOS ELÉTRICOS DO VIRTUAL AO REAL: CONECTANDO TEORIA E PRÁTICA COM TINKERCAD E EXPERIMENTOS.**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: O USO DA PLATAFORMA TINKERCAD E KITS EXPERIMENTAIS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS NO ENSINO MÉDIO, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 26 – UFPI / IF Teresina-PI, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof(a). Dr (a). Edina Maria de Sousa Luz

TERESINA  
2025

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, minha eterna gratidão por ter me concedido forças, sabedoria e perseverança para superar cada desafio ao longo desta jornada do Mestrado Profissional em Ensino de Física.

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de integrar um programa de pós-graduação tão relevante para a formação continuada de professores da área.

Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos. À minha mãe, por ser meu alicerce, exemplo de coragem e dedicação. À minha esposa Renata, por seu amor, paciência, companheirismo e por estar ao meu lado mesmo nos dias mais desafiadores deste percurso.

Aos colegas de turma Emmanuel, Fernando, Tayla, Amarantes, Felipe, Huanderson, Edivaldo, Eduardo, Ayrton, Jorge, Flavio, Paulo e Rebeca, minha profunda gratidão, pelo incentivo mútuo e pelos momentos de convivência que tornaram essa jornada mais leve e enriquecedora.

Aos coordenadores e docentes do MNPEF – Polo 26, agradeço pelas valiosas contribuições, orientações e pelo compromisso com uma formação de qualidade. Cada etapa desse processo foi marcada por aprendizados que levarei para toda a vida. Agradeço também à minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Edinada Maria, pela orientação segura, incentivo constante e dedicação ao longo deste trabalho.

Este estudo contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Código de Financiamento 001.

Muito obrigado a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta conquista.

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 AULA 1: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	7
2.2. APRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA TINKERCAD.....	8
2.2.1 COMO ACESSAR A PLATAFORMA TINKERCAD .....	8
2.2.3 RECURSOS PRINCIPAIS DA PLATAFORMA .....	11
2.3 AULA 2: INTRODUÇÃO AO TINKERCAD E OS CONCEITOS BÁSICOS DE CIRCUITOS. ....	11
2.3.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO: CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES .....	11
2.4 SEGUNDO EXPERIMENTO: MEDINDO TENSÃO E CORRENTE EM UM CIRCUITO SIMPLES .....	12
2.5 TERCEIRO EXPERIMENTO: CIRCUITO EM SÉRIE .....	14
2.6 QUARTO EXPERIMENTO: CIRCUITO EM PARALELO .....	16
2.7 QUINTO EXPERIMENTO: USO DE POTENCIÔMETRO PARA CONTROLAR A CORRENTE .....	17
3. AULA 3: MONTAGENS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS NO TINKERCAD .....	18
4 AULA: 4 MONTAGENS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS NA PROTOBORD. ....	24
5 AULA 5: CONCLUSÕES SOBRE OS FEEDBACKS DOS ALUNOS: .....	30
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICES:.....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Prezados(a) professor(a) este produto educacional visa usar uma plataforma virtual de simulação chamada Tinkercad de circuito elétrico associado a kits experimentais para o ensino de circuitos elétricos. A sequência didática foi formalizada para turmas do 2º ano do ensino médio.

O objetivo desse produto educacional visa apresentar possibilidades pedagógicas acessíveis para os professores de Física e Ciências no que diz respeito ao ensino de circuitos elétricos. Com o uso em conjunto de uma plataforma virtual Tinkercad associadas a kits experimentais, torna-se uma ferramenta essencial para o ensino de circuitos elétricos no ensino básico.

A sequência didática é fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968), que defende que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando os novos conhecimentos são ancorados em conceitos previamente adquiridos. Neste contexto, o uso da plataforma Tinkercad permite que os alunos relacionem a teoria dos circuitos elétricos com a prática, ao visualizar e manipular os componentes em um ambiente virtual antes de aplicá-los fisicamente com os kits experimentais. Esse processo facilita a construção do conhecimento de forma significativa, à medida que os alunos associam as novas informações às suas experiências e conhecimentos anteriores.

Com base nessas observações, ressalta-se a importância de que os conceitos científicos sejam apresentados de forma que estejam dentro de um campo de possibilidades compreensíveis e acessíveis ao estudante. Dessa maneira, as ideias prévias dos discentes em relação ao contexto do objeto de estudo podem ser identificadas por meio de diálogos e/ou atividades que permitam a expressão de seus conhecimentos anteriores sobre o tema e suas experiências sociais. Como exemplo, pode-se considerar a questão: "O que é eletricidade?": entendida como uma forma de energia que pode ser utilizada para acender lâmpadas, ligar aparelhos eletrônicos, entre outros.

Posteriormente, cabe ao professor estruturar os conceitos apresentados pelos estudantes e associá-los aos conceitos científicos relacionados ao conteúdo abordado.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, duas condições são necessárias. Em primeiro lugar, é preciso que haja disposição para aprender, o que gera um processo de memorização dos conteúdos, denominado aprendizagem mecânica. Em segundo lugar, o conteúdo escolar a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve apresentar significado lógico e psicológico. O significado lógico depende exclusivamente da

natureza do conteúdo, enquanto o significado psicológico refere-se à experiência individual de cada sujeito (PELIZZARI, 2002).

Diante disso, observa-se que muitos estudantes já possuem noções rudimentares de eletricidade, como o uso de aparelhos eletrônicos e o funcionamento básico de baterias e lâmpadas. A experimentação prática e virtual (como no uso do Tinkercad) pode trazer essas ideias implícitas à tona, proporcionando um ponto de partida acessível.

De acordo com Ausubel (1968), a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa quando o novo conhecimento se ancora em conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse sentido, ao interagir com circuitos simples no Tinkercad ou com kits físicos, os estudantes têm a oportunidade de revisar e corrigir gradualmente suas concepções prévias, promovendo uma compreensão mais sólida e significativa dos conceitos de eletricidade.



## 2. ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática consiste de uma estrutura de 5 aulas de 50min ou 100min. Todas as aulas serão ministradas com o auxílio da plataforma online Tinkercad e kits experimentais com a placa protoboard. A figura abaixo descreve a sequência de aulas e seus objetivos.

Tabela 1: Estrutura das etapas da sequência didática.

Encontros	Duração	Tema	Objetivo
1°	50min	Problematização inicial	Levantar informações sobre os conceitos espontâneos dos alunos através de uma atividade e socializar com a turma. Amparar-se a uma situação geradora de aprendizagem que envolve o objeto conceitual de estudo e dialogar sobre o contexto em que se insere.
2°	100min	Introdução ao Tinkercad e os conceitos básicos de circuitos.	Apresentar a plataforma online e seus recursos. Descrever os conteúdos básicos de circuitos elétricos como resistência elétrica, diferença de potencial elétrica e associação de resistores em série e em paralelo e os componentes elétricos.
3°	100min	Montagens dos circuitos elétricos no Tinkercad	Montar circuitos simples com resistores, fios condutores, baterias e LEDs seguindo o roteiro da aula. Descrever o funcionamento e discutir possíveis problemas de montagens.
4°	100min	Montagens dos circuitos elétricos na Protobord	Montar circuitos baseado nas montagens simuladas no Tinkercad usando a placa Protobord. Descrever o funcionamento e comparar com as simulações feitas no tinkercad.
4°	100min	Conclusões sobre os Feedbacks dos Alunos	Aplicação das atividades finais. Discutir com os alunos sobre as percepções entre a simulação virtual e prática.

Fonte: o autor, 2024.

### 2.1 AULA 1: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

No início da problematização, é fundamental que o professor apresente uma questão central capaz de despertar o interesse dos alunos e auxiliar na identificação dos seus conceitos espontâneos sobre circuitos elétricos. Com base nessas informações, o professor poderá criar um ambiente de aprendizagem que esteja alinhado à realidade social dos alunos e ao seu nível de conhecimento.

**Tempo aproximado:** 50 min.

**Objetivo:** Levantar informações sobre os conceitos espontâneos dos estudantes e socializar com a turma.

**Procedimento da 1° aula:**

O professor disponibiliza a atividade em grupos de cinco alunos. Cada aluno ficará com sua atividade.

Em grupos os estudantes dialogam e registram suas respostas.



Após concluírem as respostas, cada grupo socializa o que entende sobre as questões.

### **Questões norteadoras:**

As questões norteadoras sobre conceitos de circuitos elétricos estão disponíveis no anexo I. Essas questões desempenham um papel essencial na obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos. Elas servem como um ponto de partida para o professor entender as concepções espontâneas dos estudantes e identificar as lacunas e equívocos em seu entendimento. Ao questionar sobre circuitos em série, paralelo, corrente, tensão e o uso de componentes como resistores e baterias, o professor consegue mapear o nível de familiaridade dos alunos com esses temas e, a partir disso, estruturar melhor o processo de ensino.

## **2.2. APRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA TINKERCAD.**

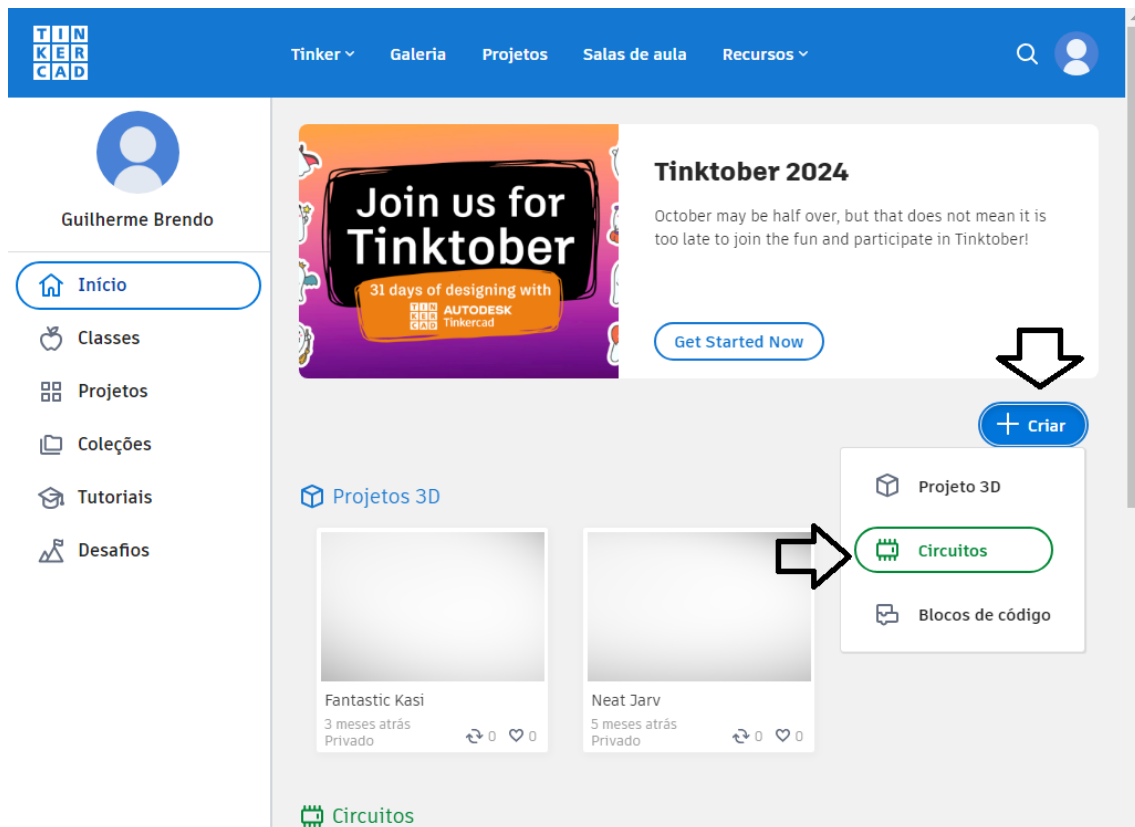
O Tinkercad é uma ferramenta online gratuita desenvolvida pela Autodesk que permite criar projetos 3D, simular circuitos elétricos e programar dispositivos usando a linguagem de blocos ou texto (com o Arduino). Com uma interface amigável, é ideal para iniciantes e para o uso educacional. A plataforma oferece um ambiente interativo, onde professores e alunos podem simular o funcionamento de componentes eletrônicos e visualizar seus comportamentos antes de realizar montagens físicas.

### **2.2.1 COMO ACESSAR A PLATAFORMA TINKERCAD**

Para acessar o Tinkercad, siga os passos abaixo:

- Acesse o site oficial: <https://www.tinkercad.com>.
- Crie uma conta ou faça login utilizando uma conta Google, Apple, ou o e-mail da sua instituição.
- No painel principal, você verá opções como "Projeto 3D", "Circuitos" e "Bloco de Códigos". Para focar em circuitos elétricos, clique na aba "Circuitos".

Figura 1: Como acessar a plataforma Tinkercad



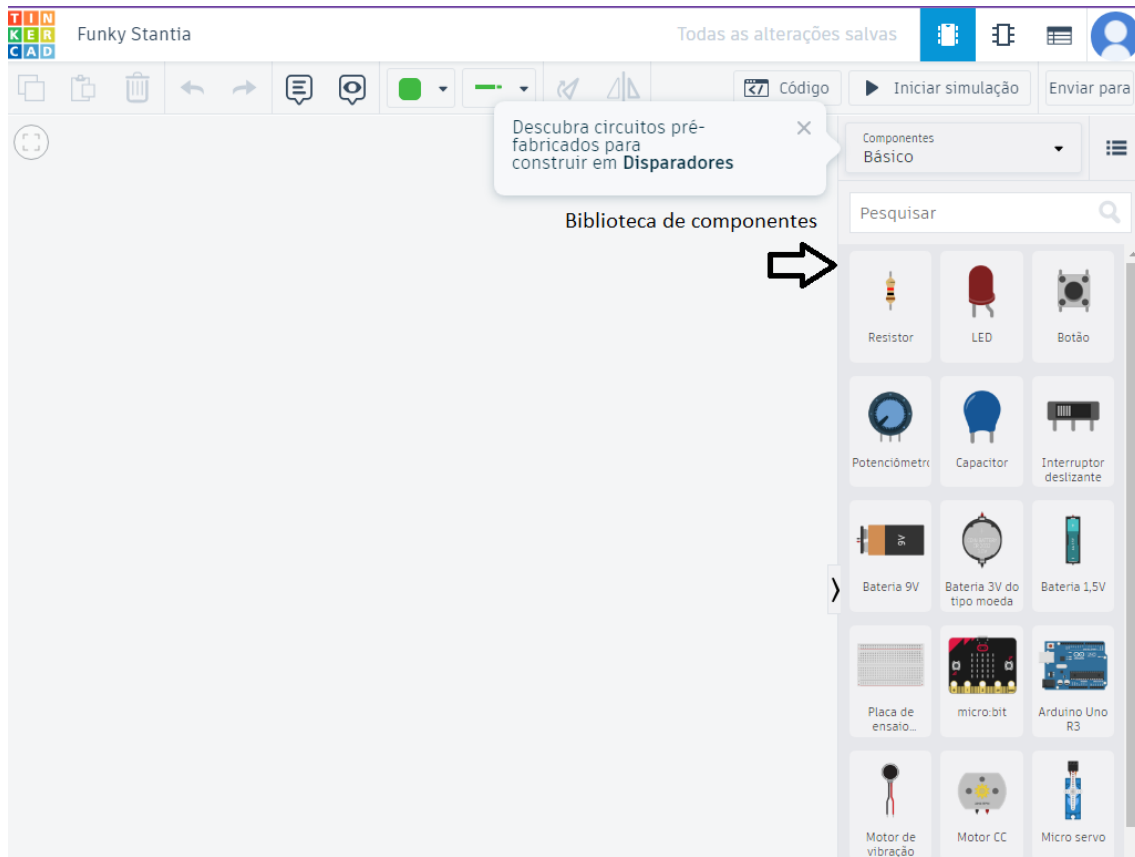
Fonte: print da tela autor 2024.

## 2.2.2 MANIPULANDO CIRCUITOS NO TINKERCAD

Após acessar a aba "Circuitos", siga os passos para criar seu primeiro circuito:

- Criar um Novo Circuito: Clique em "Criar novo circuito" para iniciar um projeto.
- Biblioteca de Componentes: À direita da tela, você terá acesso à biblioteca de componentes, que inclui resistores, LEDs, baterias, chaves, multímetros, e micro controladores (como o Arduino).
- Para adicionar um componente ao circuito, clique sobre ele e arraste-o para o espaço de trabalho.

Figura 2: Como seleccionar os componentes da plataforma Tinkercard



Fonte: print da tela autor 2024.

Para conectar os componentes:

- Selecione o fio na biblioteca de componentes ou clique diretamente no terminal do componente.
- Arraste o fio até o outro terminal desejado.

A plataforma permite ajustar a cor e o caminho do fio, facilitando a visualização e organização.

Configurações e Ajustes:

- Você pode ajustar valores como a resistência de resistores, a tensão de baterias e a corrente máxima para LEDs.
- Utilize potenciômetros, capacitores e transistores para projetos mais avançados.

Simulação:

- Após montar o circuito, clique no botão "Iniciar Simulação" no canto superior direito. A simulação permite verificar o comportamento do circuito em tempo real.
- Utilize multímetros para medir corrente e tensão durante a simulação.

### 2.2.3 RECURSOS PRINCIPAIS DA PLATAFORMA

**Simulação de Circuitos:** O recurso mais valioso do Tinkercad para o ensino de eletrônica é a simulação. Com ele, os alunos podem testar circuitos elétricos sem a necessidade de componentes físicos, o que é especialmente útil para ensaios iniciais e para instituições com recursos limitados.

**Componentes Diversos:** A plataforma disponibiliza uma vasta gama de componentes, desde resistores e LEDs até microcontroladores como o Arduino, permitindo a criação de projetos básicos e complexos.

**Integração com o Arduino:** O Tinkercad permite que os usuários programem microcontroladores Arduino diretamente na plataforma, utilizando tanto programação em blocos (ideal para iniciantes) quanto em C++.

**Análise e Medição:** Com o uso de instrumentos como multímetros e osciloscópios, os alunos podem realizar medições de grandezas elétricas diretamente no ambiente de simulação, reforçando conceitos teóricos.

**Compartilhamento e Colaboração:** Professores podem compartilhar projetos com os alunos e acompanhar seus progressos, tornando a plataforma um excelente ambiente colaborativo para o ensino.

## 2.3 AULA 2: INTRODUÇÃO AO TINKERCAD E OS CONCEITOS BÁSICOS DE CIRCUITOS.

**Duração:** 100 minutos

- Explique brevemente o funcionamento da plataforma Tinkercad, destacando sua interface, como acessar o simulador de circuitos, e os componentes disponíveis.
- Nessa etapa será demonstrado como arrastar e soltar componentes, conectar fios na protoboard e iniciar a simulação.

### 2.3.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO: CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES

**Objetivo:** Criar um circuito simples com os seguintes componentes.

**Componentes necessários:**

- Fonte de alimentação (bateria de 9V)
- LED
- Resistor de 345 ohms
- Fios de conexão

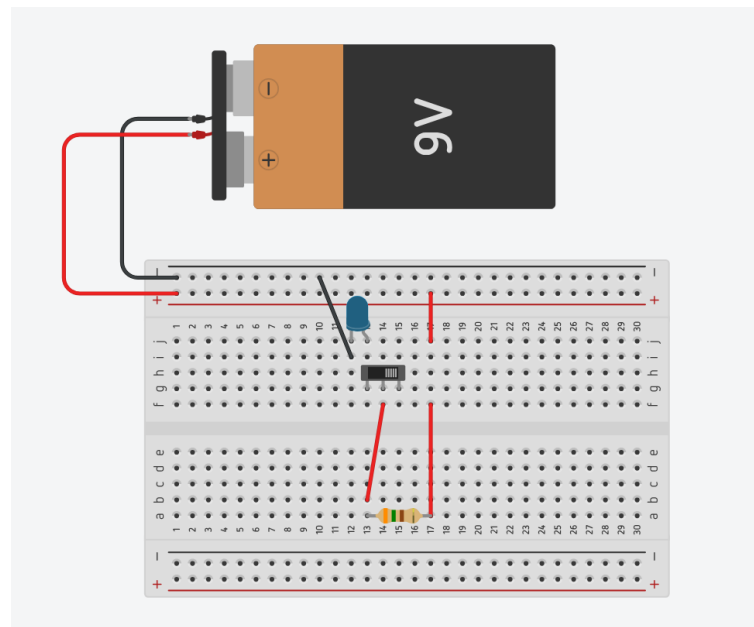
- Interruptor (opcional)

**Passos:**

1. No Tinkercad, adicione uma bateria de 9V ao circuito.
2. Conecte a LED à bateria com fios de conexão, formando um circuito simples.
3. Coloque um resistor de 350 ohms em série com a lâmpada para limitar a corrente e proteger a lâmpada.
4. Execute a simulação e observe o comportamento da lâmpada (se ela acende ou não).

A figura 4 demonstra a estrutura da montagem.

Figura 3: Circuito Simples.



Fonte: autor 2024.

**Perguntas para discussão:**

1. O que aconteceria se não houvesse o resistor?
2. Como o valor do resistor afeta a luminosidade da lâmpada?

## 2.4 SEGUNDO EXPERIMENTO: MEDINDO TENSÃO E CORRENTE EM UM CIRCUITO SIMPLES

**Objetivo:** Introduzir os instrumentos de medição (voltímetro e amperímetro) no Tinkercad e ensinar a medir a tensão e a corrente no circuito.

**Componentes necessários:**

- Fonte de alimentação (bateria de 9V)

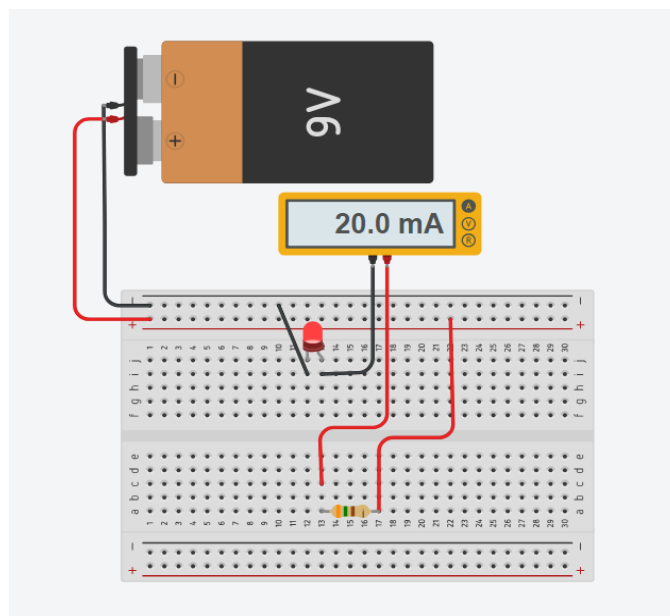
- LED
- Resistor de 345 ohms
- Fios de conexão
- Voltímetro
- Amperímetro

**Passos:**

1. Use o circuito criado anteriormente.
2. Insira um amperímetro em série com a LED para medir a corrente que passa pelo circuito.
3. Adicione um voltímetro em paralelo com a LED para medir a tensão nos terminais da lâmpada.
4. Execute a simulação e observe as leituras de tensão e corrente.

A figura 4 demonstra a estrutura da conexão em série do amperímetro.

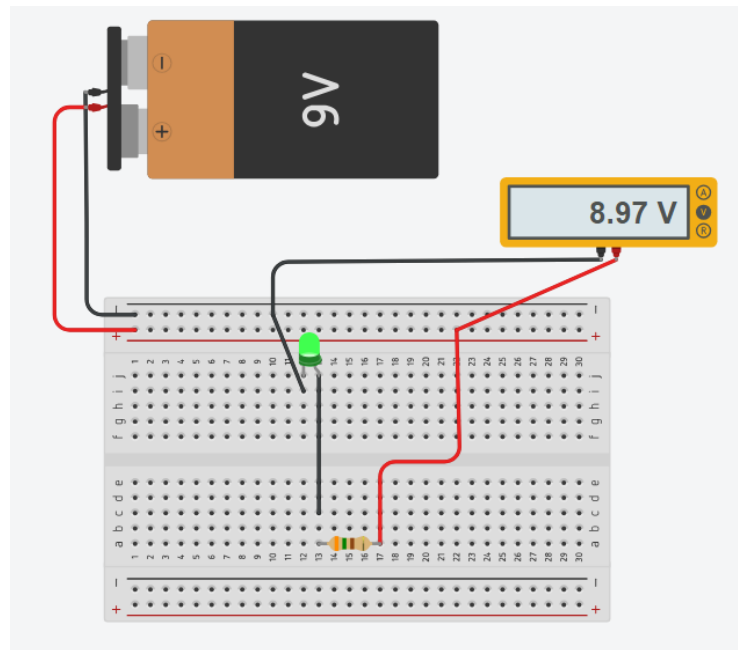
Figura 4: Medindo corrente em um circuito simples.



Fonte: autor 2024

A figura 5 demonstra a estrutura da conexão em paralelo ao voltímetro.

Figura 5: Medindo voltagem em um circuito.



Fonte: autor 2024

### Perguntas para discussão:

1. Como a corrente muda se aumentarmos ou diminuirmos o valor do resistor?
2. O que acontece com a tensão medida se adicionar mais componentes ao circuito?

## 2.5 TERCEIRO EXPERIMENTO: CIRCUITO EM SÉRIE

**Objetivo:** Construir um circuito com dois resistores em série e observar como se comporta a tensão e a corrente.

### Componentes necessários:

- Fonte de alimentação (bateria de 9V)
- Dois resistores (250 ohms e 330 ohms)
- Fios de conexão
- Amperímetro
- Voltímetro

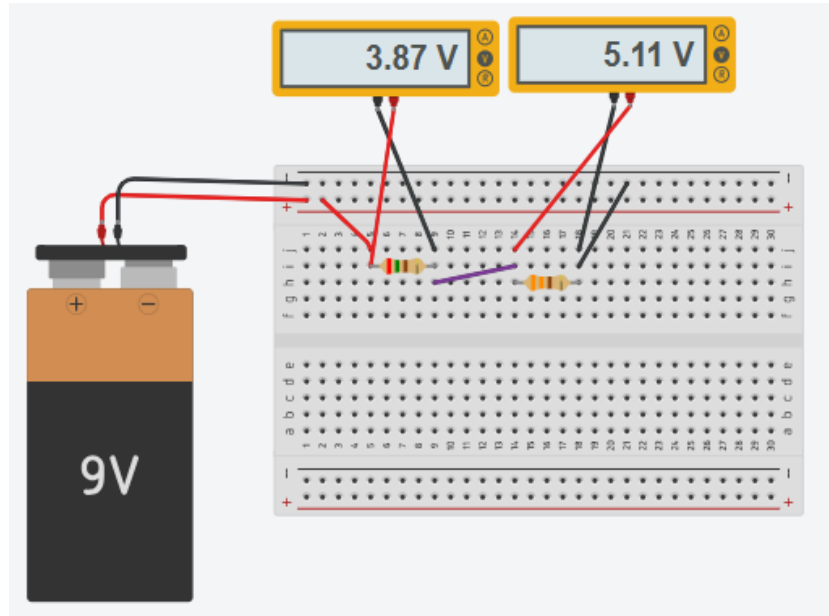
### Passos:

1. Adicione uma bateria de 9 V ao circuito.
2. Conecte dois resistores (250 ohms e 330 ohms) em série.
3. Coloque um voltímetro em paralelo em cada resistor para medir a voltagem.
4. Colocar o amperímetro em série em cada resistor para medir a corrente
5. Execute a simulação e registre as medições de corrente e tensão.



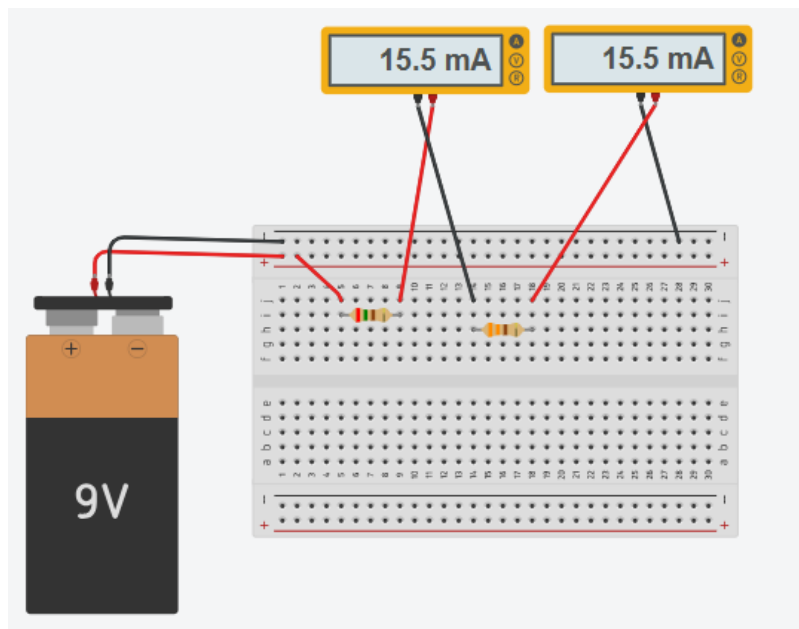
As figuras a seguir demonstram a estrutura do circuito com as conexões do voltímetro em paralelo em cada resistor e o amperímetro em série para cada resistor.

Figura 6: Medindo voltagem nos resistores de  $330\Omega$  e  $250\Omega$ .



Fonte: autor 2024

Figura 7: Medindo corrente elétrica nos resistores de  $330\Omega$  e  $250\Omega$ .



Fonte: autor 2024

### Perguntas para discussão:

1. Como a tensão se distribui entre os resistores em série?

2. A corrente muda em diferentes partes do circuito?

## 2.6 QUARTO EXPERIMENTO: CIRCUITO EM PARALELO

**Objetivo:** Demonstrar o comportamento de um circuito com dois resistores em paralelo e observar como se comporta a tensão e a corrente.

**Componentes necessários:**

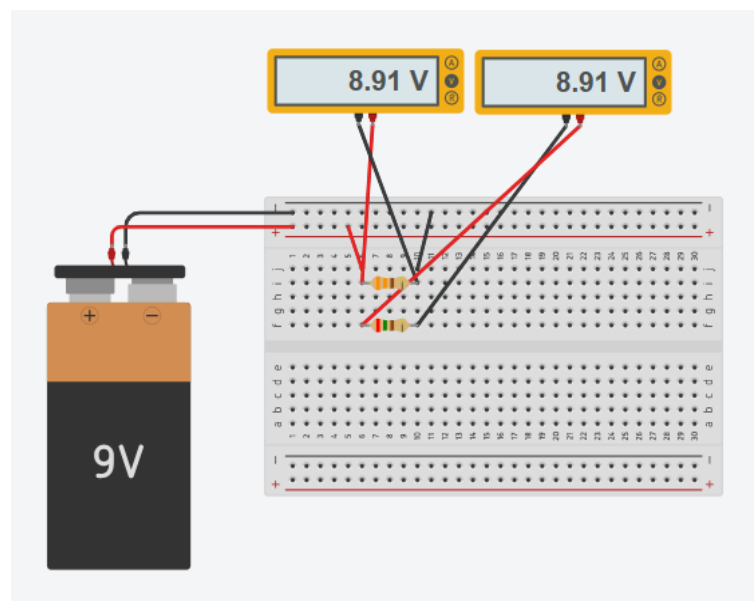
- Fonte de alimentação (bateria de 9V)
- Dois resistores (250 ohms e 330 ohms)
- Fios de conexão
- Amperímetro
- Voltímetro

**Passos:**

1. Monte um circuito com a bateria de 9V.
2. Conecte os dois resistores em paralelo.
3. Use o amperímetro para medir a corrente total e a corrente que passa por cada resistor.
4. Coloque o voltímetro para medir a tensão sobre os resistores.
5. Execute a simulação e observe os valores de corrente e tensão.

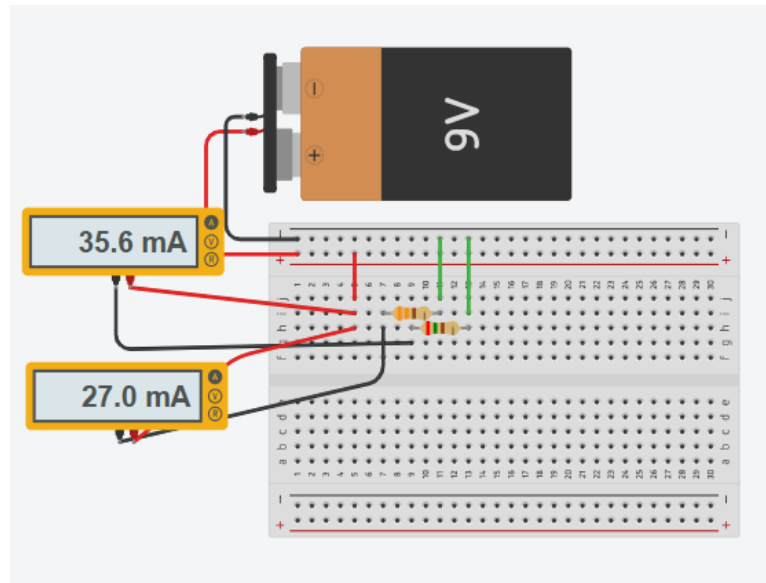
As figuras 8 e 9 abaixo demonstra a montagem do circuito em paralelo. Na figura 8 mostra como é feita o processo de conexão para medir a voltagem. Já na figura 9, é mostrado como é feita a ligação do amperímetro para medir corrente elétrica.

Figura 8: Medindo voltagem do resistor de 330Ω e 250Ω.



Fonte: autor 2024.

Figura 9: Medindo corrente elétrica do resistor de  $330\Omega$  e  $250\Omega$ .



Fonte: autor 2024.

### Perguntas para discussão:

1. Como a corrente total é distribuída entre os resistores em paralelo?
2. A tensão é a mesma em todos os resistores? Por quê?

## 2.7 QUINTO EXPERIMENTO: USO DE POTENCIÔMETRO PARA CONTROLAR A CORRENTE

**Objetivo:** Mostrar como um potenciômetro do tipo reostato pode ser usado para controlar o fluxo corrente.

### Componentes necessários:

- Fonte de alimentação (bateria de 9V)
- LED
- Potenciômetro
- Fios de conexão
- Voltímetro
- Amperímetro

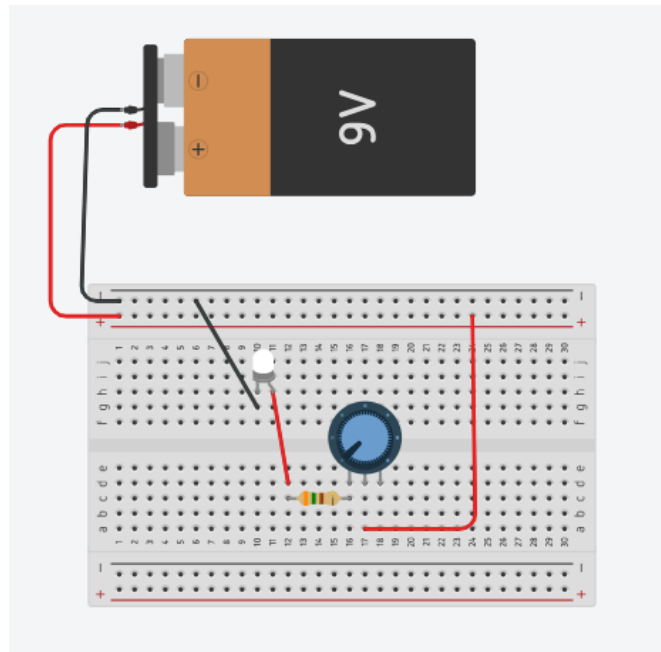
### Passos:

1. Conecte uma bateria de 9V e um LED.
2. Insira um potenciômetro em série com o LED.

3. Adicione um amperímetro para medir a corrente no circuito e um voltímetro para medir a tensão sobre o LED.
4. Ajuste o potenciômetro e observe como a corrente e a tensão muda à medida que a resistência do potenciômetro é alterada.

A figura 10 demonstra a estrutura das conexões do potenciômetro no circuito.

Figura 10: potenciômetro ligado ao circuito simples.



Fonte: autor 2024.

### Perguntas para discussão:

1. O que acontece com a intensidade da luz da lâmpada ao ajustar o potenciômetro?
2. Como a corrente e a tensão mudam conforme você altera a resistência do potenciômetro?

### 3. AULA 3: MONTAGENS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS NO TINKERCAD

A aula experimental sobre circuitos elétricos, utilizando a plataforma Tinkercad, deve ser organizada de modo a proporcionar aos alunos uma experiência prática e colaborativa. Essa abordagem permite que os estudantes coloquem a mão na massa, aplicando os conceitos teóricos na construção e análise de circuitos elétricos.

A tabela abaixo descreve o roteiro da aula:

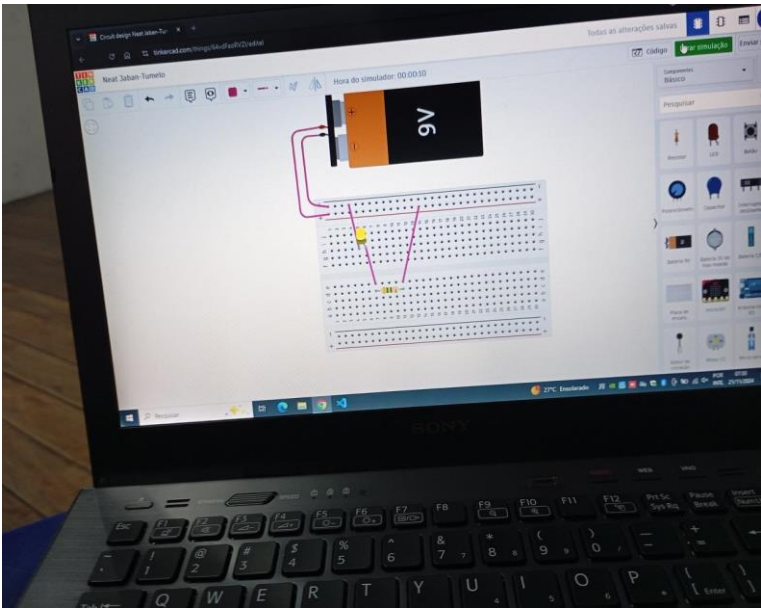
Tabela 2: Roteiro das montagens na plataforma tinkercad

Etapas	objetivos
Etapa 1: Construção de um circuito simples usando LED, bateria, protoboard e resistor.	Os alunos devem compreender a montagem de um circuito elétrico simples utilizando os componentes básicos, identificando as funções de cada elemento no circuito.
Etapa 2: Usando o mesmo circuito simples, conecte um potenciômetro para variar a resistência elétrica e entender o conceito de resistência.	Os alunos devem compreender como a resistência elétrica influencia o funcionamento do circuito e perceber a relação entre resistência, corrente e tensão ao ajustar o potenciômetro.
Etapa 3: Usando o mesmo circuito simples, os alunos realizaram as medidas da corrente elétrica ligando o amperímetro em série no circuito.	É necessário que os alunos aprendam a conectar o amperímetro corretamente em série para medir a corrente elétrica e compreender como ela se comporta no circuito.
Etapa 4: Usando o mesmo circuito simples, os alunos realizaram as medidas da voltagem ligando o voltímetro em paralelo no circuito.	Os alunos devem aprender a conectar o voltímetro em paralelo para medir a voltagem no circuito e entender o conceito de diferença de potencial.

Fonte: autor 2024.

Seguindo o roteiro proposto, a atividade deve iniciar com a montagem de um circuito simples, no qual os alunos devem conectar um LED, uma fonte de alimentação e resistores básicos em uma protoboard. Essa etapa inicial tem como objetivo familiarizar os estudantes com os componentes e com a estrutura dos circuitos, assegurando a compreensão da lógica básica de funcionamento. A sequência de figuras a seguir devem ilustrar as montagens realizadas pelos alunos.

Figura 11: construção do circuito simples: resistor, LED, Fios condutores e resistor.



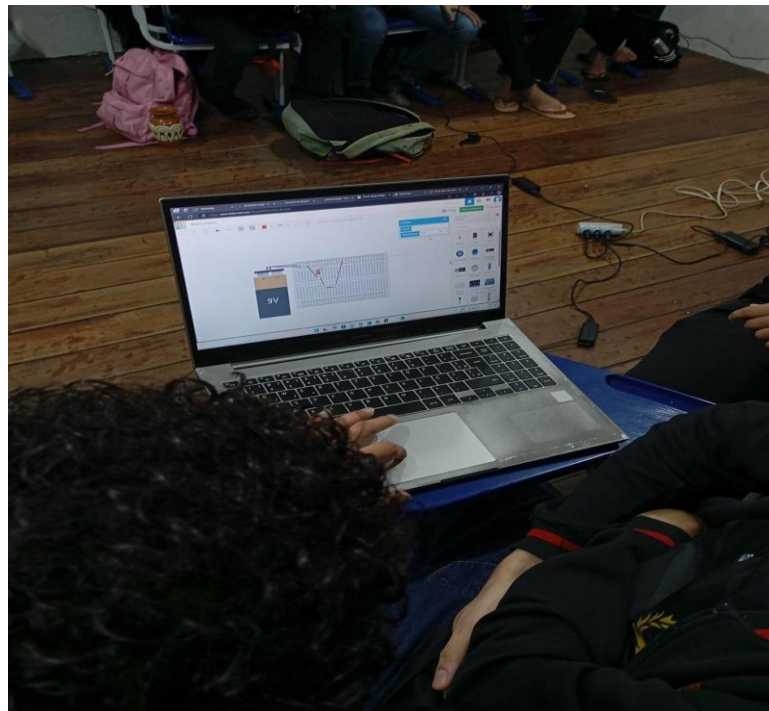
Fonte: autor 2024.

Figura 12: construção do circuito simples: resistor, LED, Fios condutores e resistor.



Fonte: autor 2024.

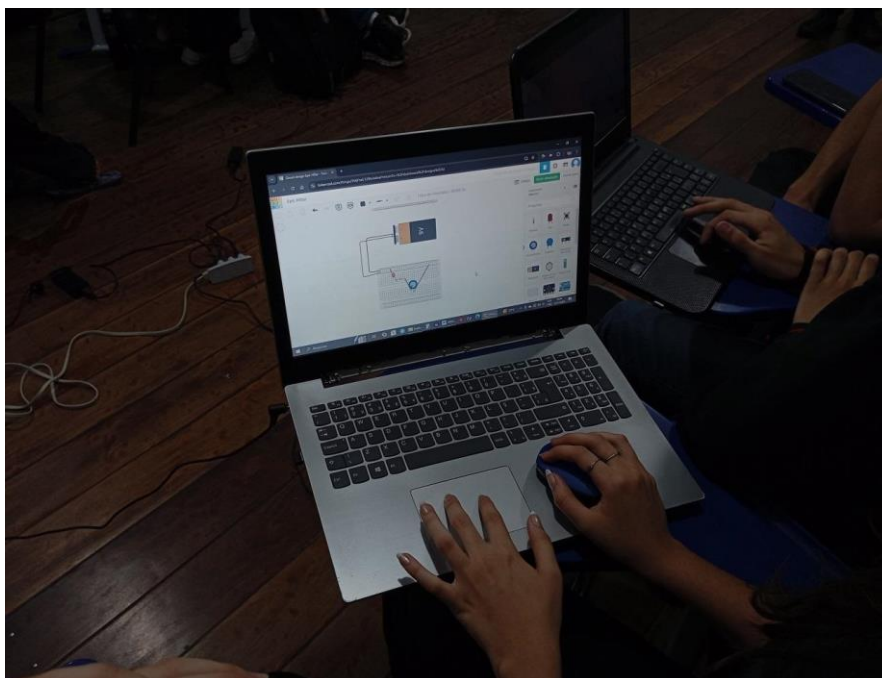
Figura 13: construção do circuito simples: resistor, LED, Fios condutores e resistor:



Fonte: autor 2024.

Na sequência, é recomendável que os alunos sejam desafiados a utilizar o mesmo circuito simples, introduzindo a variação da resistência elétrica por meio do uso de um potenciômetro. Durante essa atividade, os estudantes devem observar diretamente as mudanças no brilho do LED em função da variação do potenciômetro, promovendo uma discussão sobre o impacto da resistência na intensidade da corrente elétrica. Essa etapa é fundamental para a exploração do conceito de resistência elétrica, permitindo a conexão entre o comportamento observado e a teoria previamente apresentada em sala de aula. A sequência de figuras a seguir devem ilustrar as montagens realizadas pelos alunos com o uso do potenciômetro.

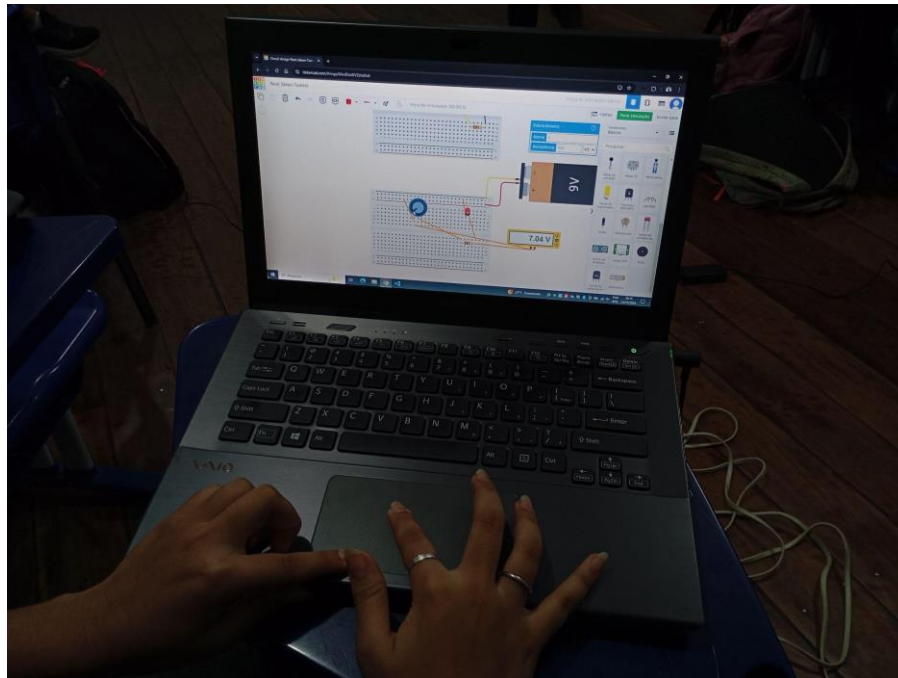
Figura 14: construção do circuito simples: usando o potenciômetro para a variação da resistência.



Fonte: autor 2024.



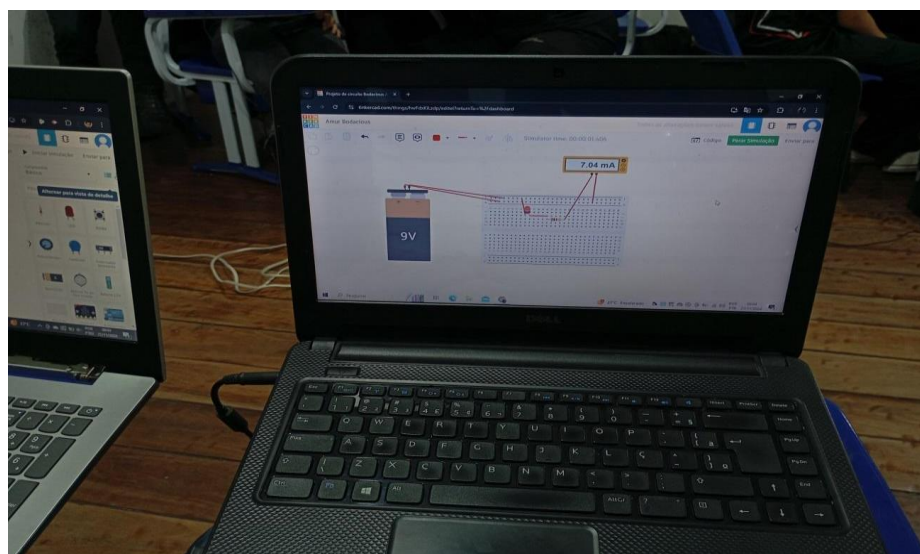
Figura 15: Construção do circuito simples: usando o potenciômetro para a variação da resistência.



Fonte: autor 2024.

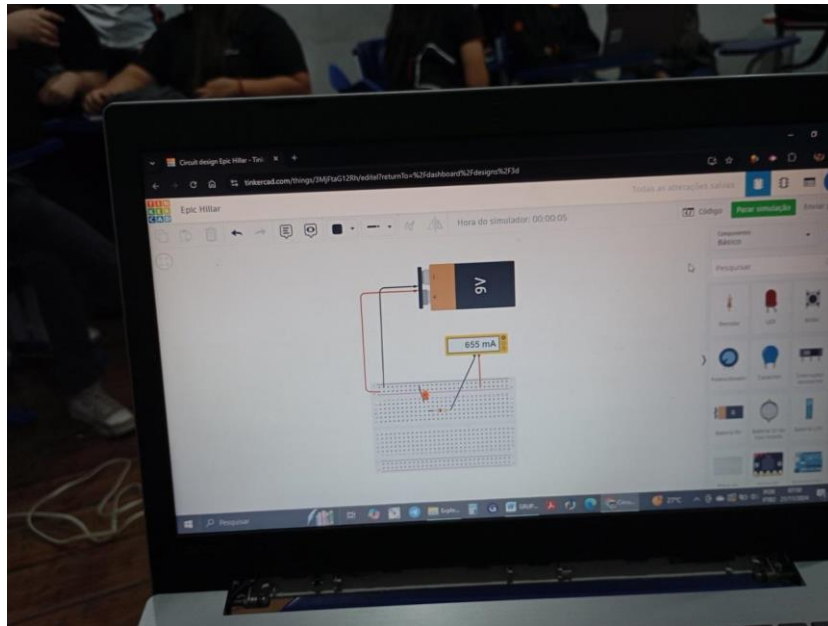
Na terceira etapa, é necessário que os alunos utilizem o mesmo circuito simples para realizar a medição da corrente elétrica, empregando o multímetro na função de amperímetro. Essa montagem tende a ser desafiadora, uma vez que exige a conexão do amperímetro em série no circuito. É esperado que alguns grupos encontrem dificuldades iniciais na execução, mas, com orientação e após algumas tentativas, consigam completar a tarefa com sucesso. As figuras abaixo devem ilustrar as montagens realizadas por alguns dos grupos.

Figura 16: Medindo corrente no circuito simples



Fonte: autor 2024.

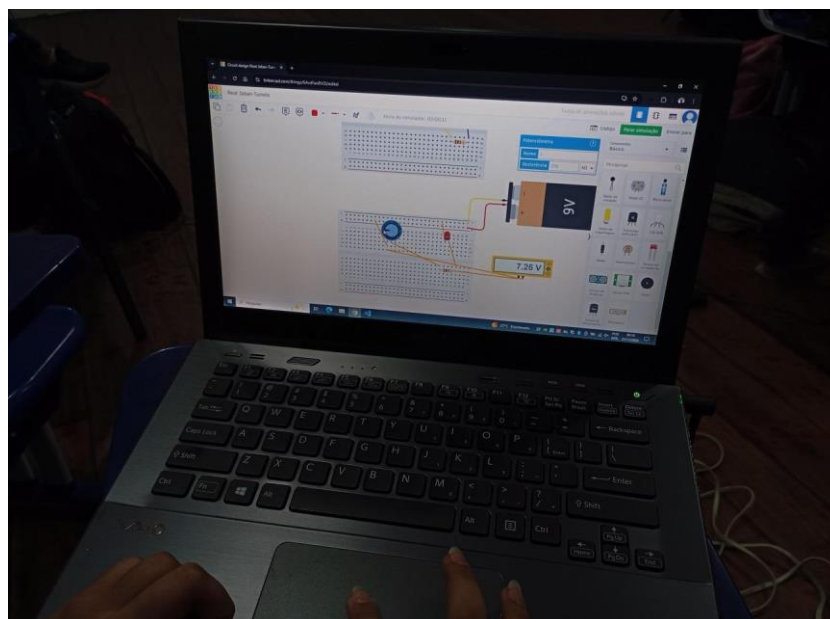
Figura 17: Medindo corrente no circuito simples.



Fonte: autor 2024.

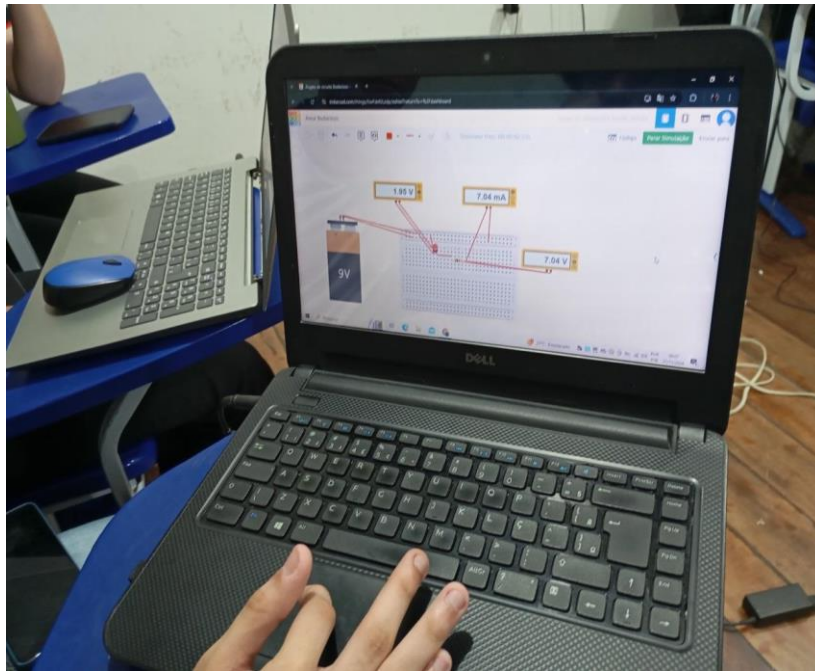
Por fim, na última etapa, os alunos devem realizar a medição da voltagem no circuito simples. Nesta fase, os estudantes podem ser orientados a conectar o voltímetro de forma paralela ao componente onde se deseja medir a diferença de potencial elétrico. As figuras a seguir mostram a conexão do voltímetro feita pelos alunos.

Figura 18: Medindo voltagem no circuito simples



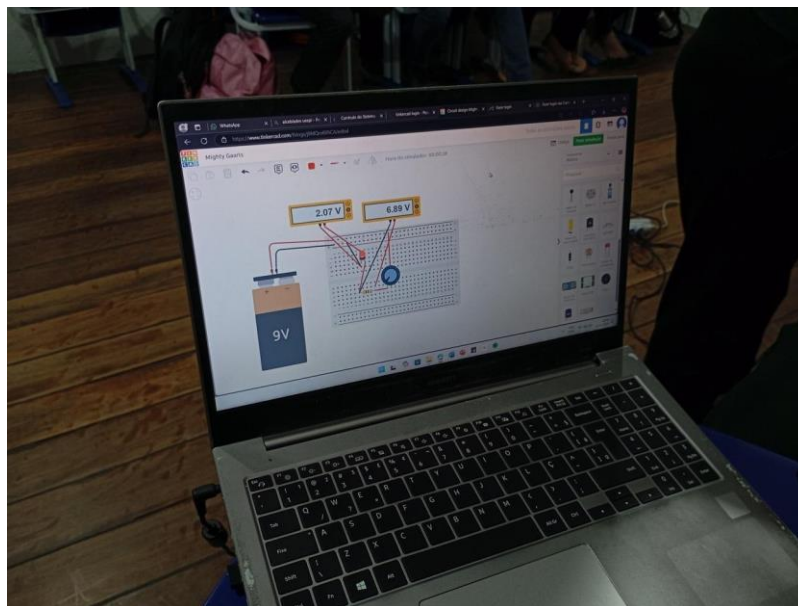
Fonte: autor 2024.

Figura 19: Medindo voltagem no circuito simples.



Fonte: autor 2024.

Figura 20: Medindo voltagem no circuito simples



Fonte: autor 2024.

#### 4 AULA: 4 MONTAGENS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS NA PROTOBORD.

A aula experimental sobre circuitos elétricos, utilizando a placa protoboard, é recomendável que seja organizada em três etapas, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma experiência prática na montagem de circuitos e na utilização de instrumentos de medição, como o voltímetro e o amperímetro.

A tabela abaixo expressa o roteiro da aula experimental:

Tabela 2: roteiro da aula de montagens experimentais dos circuitos na protoboard

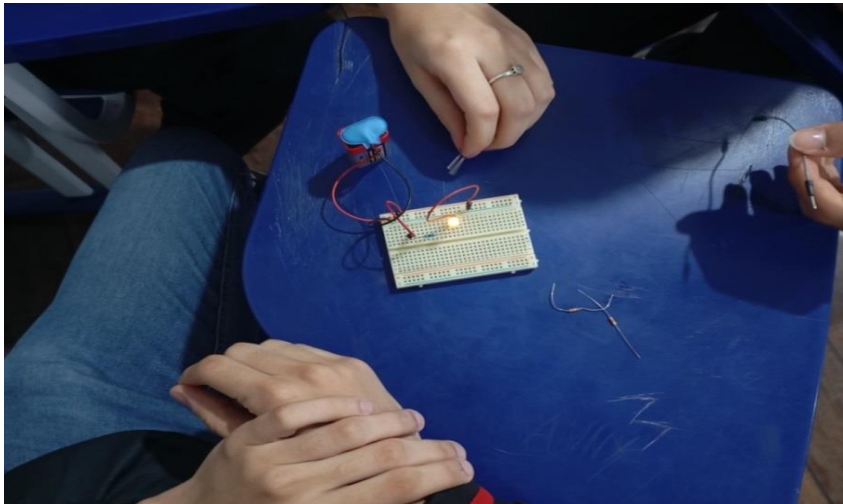
Etapa	Descrição	Objetivos
1	Construir um circuito simples com os componentes: LED, bateria de 9V, resistor, fios de conexão e a placa protoboard.	Ensinar a montagem básica de um circuito elétrico na protoboard. Observar o funcionamento do LED.
2	Construir um circuito em série com resistores para medir voltagem e corrente .	Explicar como funciona um circuito em série. Demonstrar o uso do voltímetro e amperímetro.
3	Construir um circuito em paralelo com resistores para medir voltagem e corrente usando o multímetro.	Explicar como funciona um circuito em paralelo. Demonstrar as diferenças de voltagem e corrente em paralelo.

Fonte: autor 2024

Na primeira etapa, os alunos serão desafiados a construir um circuito simples utilizando componentes básicos, como um LED, uma bateria de 9 volts, um resistor e fios de conexão, todos montados em uma protoboard. O objetivo dessa atividade é introduzir os conceitos fundamentais de montagem de circuitos elétricos, permitindo a observação do funcionamento do LED e garantindo que os componentes estejam corretamente conectados, respeitando os polos positivo e negativo da bateria. Esta etapa tem também como finalidade destacar a importância do resistor na proteção do LED contra correntes excessivas.

A sequência de figuras abaixo mostra as montagens dos alunos:

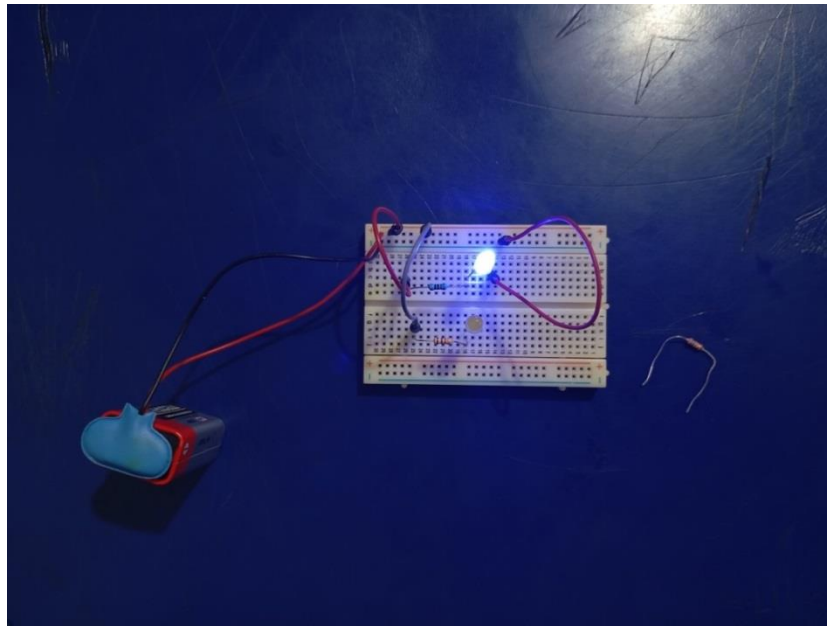
Figura 21: circuito simples com LED, Bateria de 9V, resistor e fios conectores.



Fonte: autor 2024

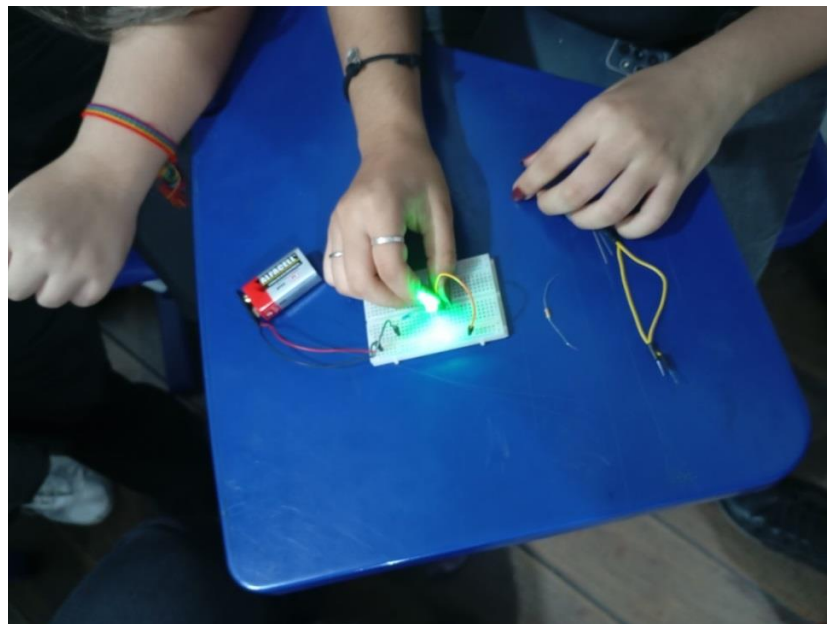


Figura 22: circuito simples com LED, Bateria de 9V, resistor e fios conectores.



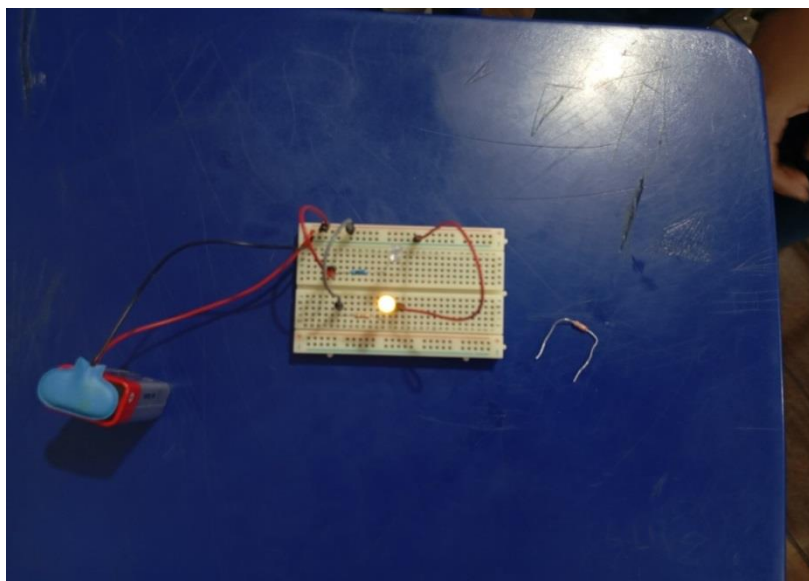
Fonte: autor 2024.

Figura 23: circuito simples com LED, Bateria de 9V, resistor e fios conectores.



Fonte: autor 2024.

Figura 24: circuito simples com LED, Bateria de 9V, resistor e fios conectores.



Fonte: autor 2024.

Na segunda etapa, os estudantes devem construir um circuito em série utilizando resistores. Durante essa atividade, precisam ser orientados a medir a voltagem do circuito com o auxílio de um voltímetro e a corrente com um amperímetro. O objetivo principal é explicar o conceito de circuito em série, demonstrar como a corrente elétrica se mantém constante nesse tipo de configuração e ensinar o uso adequado dos instrumentos de medição.

As figuras abaixo ilustram como os alunos realizaram a medição da voltagem no circuito em série.

Figura 25: Medindo voltagem em um circuito em série.



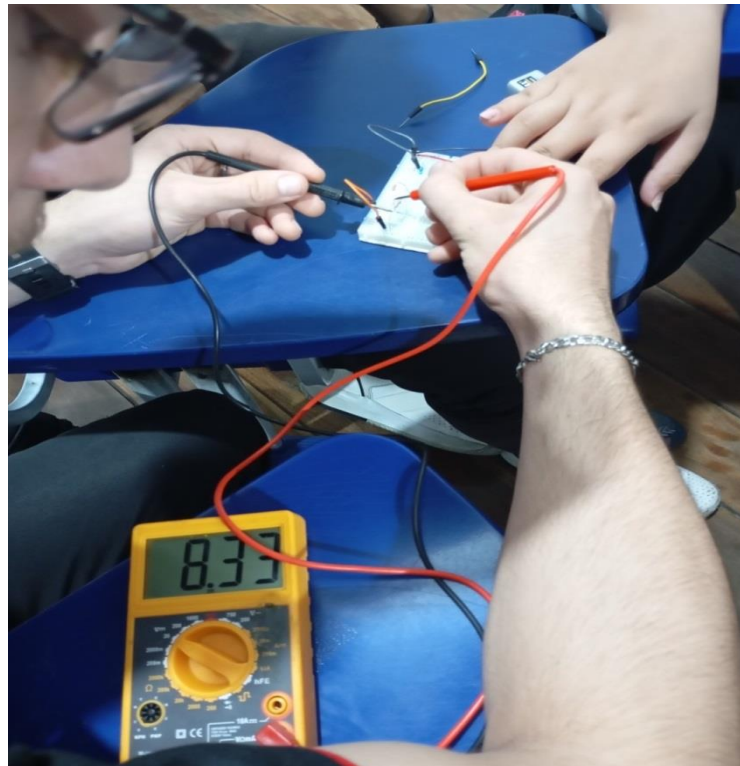
Fonte: autor 2024.

Figura 26: Medindo voltagem em um circuito em série



Fonte: autor 2024.

Figura 27: Medindo voltagem em um circuito em série



Fonte: autor 2024.

Na terceira etapa, os alunos devem construir um circuito em paralelo com resistores, com o objetivo de medir tanto a voltagem quanto a corrente em diferentes pontos do circuito,



utilizando um multímetro. Essa atividade tem como finalidade demonstrar as características de um circuito em paralelo, destacando que a voltagem se mantém constante em todas as ramificações, enquanto a corrente é dividida entre elas. Esta etapa também possibilita uma comparação prática entre os circuitos em série e em paralelo, reforçando a importância dos conceitos teóricos abordados anteriormente.

As figuras abaixo ilustram como os alunos realizaram a medição da voltagem no circuito em paralelo.

Figura 28: Medindo voltagem em um circuito em paralelo



Fonte: autor 2024.

Figura 29: Medindo voltagem em um circuito em paralelo



Fonte: autor 2024

Durante a execução dessas atividades, deve-se observar que os alunos podem apresentar dificuldades na medição da corrente, tanto no circuito em série quanto no paralelo. Essa dificuldade geralmente está relacionada à complexidade do uso do amperímetro, que requer a interrupção do circuito para que o instrumento seja corretamente inserido em série com os componentes.

Ao final da aula, espera-se que os alunos compreendam, de forma prática, as diferenças entre os circuitos simples, em série e em paralelo. Além disso, devem se familiarizar com os principais componentes eletrônicos como bateria, resistores e LEDs, com a montagem de circuitos na protoboard e com a utilização adequada dos instrumentos de medição elétrica, como o multímetro.

## 5 AULA 5: CONCLUSÕES SOBRE OS FEEDBACKS DOS ALUNOS:

Os relatos dos alunos evidenciam diferenças marcantes entre os dois ambientes de aprendizagem: enquanto a simulação virtual facilita a compreensão inicial ao oferecer um ambiente controlado e livre de riscos, a prática com materiais reais proporciona uma aprendizagem mais sólida, ainda que acompanhada de desafios técnicos. Muitos estudantes reconheceram ter subestimado o trabalho com os componentes físicos, mas relataram que a superação dessas dificuldades contribuiu para uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos físicos.

Ao longo das atividades, observou-se uma evolução significativa por parte dos alunos: passaram a distinguir corretamente circuitos em série e em paralelo, aplicar a Lei de Ohm com maior segurança e prever o comportamento das grandezas elétricas a partir das configurações montadas. A vivência prática, como ver um LED acender ou interpretar a leitura de um voltímetro, despertou maior interesse e curiosidade, demonstrando que a Física pode ser concreta, acessível e transformadora.

Na etapa final, foram aplicadas duas atividades com o intuito de avaliar a aprendizagem e a percepção dos estudantes. A Atividade II teve como objetivo verificar se os conceitos de eletricidade foram efetivamente compreendidos após a realização das aulas experimentais com o Tinkercad e a protoboard. Já a Atividade III buscou registrar as percepções dos alunos sobre suas experiências, promovendo uma reflexão comparativa entre a simulação virtual e a prática real. Essas atividades contribuíram para identificar avanços conceituais, dificuldades persistentes e o impacto do uso combinado de recursos digitais e materiais físicos no processo de ensino-aprendizagem.

Conclui-se, portanto, que a integração entre simulações digitais e práticas experimentais deve ocupar papel central no ensino de circuitos elétricos, por tornar a aprendizagem mais duradoura e significativa. Cabe ao educador equilibrar essas abordagens, proporcionando aos alunos oportunidades de explorar conceitos com liberdade e de enfrentar, na prática, os desafios reais da experimentação.

**REFERÊNCIAS**

AUSUBEL, David Paul. Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

PELIZZARI, Eliane Maria; KRIEGL, Márcia A. M.; BARBIERI, Valtuir Duarte. A aprendizagem significativa: teoria de David Ausubel. Caderno Pedagógico, UNIJUÍ, Ijuí, v. 3, n. 1, p. 7-18, 2002.

AUTODESK. Tinkercad: Simulador de circuitos elétricos. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 14 maio 2025.

**APÊNDICES:****ATIVIDADE I**

Apêndice A – atividade com as questões norteadoras sobre circuitos elétricos.

ALUNO(A): \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_

PROFESSOR(A): \_\_\_\_\_

1- O que vocês entendem por circuitos elétricos, e onde eles estão presentes no nosso dia a dia?

2- Qual a função de uma bateria ou pilha em um circuito elétrico?

3- Você sabe a diferença entre um circuito em série e um circuito em paralelo? Se sim, explique.

5- O que é corrente elétrica? Como ela se comporta em um circuito?

6- Como podemos medir a corrente elétrica em um circuito? Que instrumento é usado para essa medição?

7- O que é tensão (ou voltagem) em um circuito elétrico?

8- Você sabe como medir a tensão em um circuito elétrico? Qual instrumento devemos utilizar?

9- Para que serve um resistor em um circuito elétrico? O que ele faz?

10- O que acontece com a corrente em um circuito quando colocamos mais resistores? Explique sua ideia.

**ATIVIDADE II**

ALUNO(A): \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_

PROFESSOR(A): \_\_\_\_\_

1- Circuitos no dia a dia: Como você acha que o circuito funciona em um eletrodoméstico, como uma geladeira ou um micro-ondas?

2- Função da bateria: Por que a bateria precisa ter uma carga e como isso afeta o funcionamento do circuito? Você acha que o circuito continuaria funcionando sem bateria? Por quê?

3- Diferença entre circuitos em série e paralelo: Como você acha que a corrente se comporta em paralelo? Como a corrente se comporta em cada tipo de circuito?

4- Corrente elétrica: Como você imagina que esses elétrons se movem dentro de um fio? O que acontece com a corrente ao passar por um resistor?

5- Medindo a corrente: Onde devemos colocar o amperímetro no circuito para medir a corrente corretamente? O que exatamente o amperímetro mede e como ele faz isso?

6- Tensão no circuito: Qual é a relação entre tensão e corrente em um circuito? Como essa energia é distribuída entre diferentes componentes em série?

7-Medindo a tensão: Em quais pontos do circuito devemos conectar o voltmímetro para medir a tensão corretamente? Essa medida muda se o circuito for em série ou em paralelo?

8-Função do resistor: Como ele controla a corrente e o que isso significa para o funcionamento de outros componentes? Como isso ajuda a proteger os componentes do circuito?

9- Efeito de resistores na voltagem: em um circuito em série de resistores o que acontece com a voltagem comparada a um circuito em paralelo.

10- Circuitos e segurança: Como o resistor e outros componentes ajudam a manter o circuito seguro? Quais dispositivos você conhece que evitam sobrecarga e como eles funcionam?

### **ATIVIDADE III**

ALUNO(A): \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_

PROFESSOR(A): \_\_\_\_\_

- 1 - Comparação da simulação e da montagem real: Qual foi a principal diferença que você percebeu entre simular o circuito elétrico no Tinkercad e montá-lo na protoboard?
- 2- Desafios na montagem real: Quais foram os principais desafios que você enfrentou ao montar o circuito na protoboard em comparação à simulação?
- 3- Análise de Componentes: houve alguma dificuldade em identificar ou conectar os componentes reais, como resistores, LEDs e fios, durante a montagem? Explique.
- 4- Com a experimentação tanto na simulação ou na construção do circuito com a protoboard foi fácil visualizar as quedas de tensões em circuitos em série e a diferença nas correntes elétricas no circuito em paralelo?
- 5- Resultados Obtidos: ao comparar os resultados (tensão, corrente ou funcionamento geral) entre o circuito simulado e o circuito real, os valores ou comportamentos foram semelhantes? Caso não, a que você atribui essas diferenças?
- 6- Aprendizado e Melhorias: o que você aprendeu com essa experiência de comparar simulação e prática? Que melhorias você faria no próximo experimento?