

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



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

**A UTILIZAÇÃO DA PLATAFORMA ARDUINO COMO SUPORTE AO ENSINO DE
ELETRODINÂMICA**

Produzido por: Prof. Me. Edson Pereira da Silva
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Lira
UFPI - 2022

SUMÁRIO

CARTA AO PROFESSOR.....	02
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	03
2 COMPONENTES E CONCEITOS FÍSICOS UTILIZADOS NAS PRÁTICAS.....	05
3 PRODUTO EDUCACIONAL	17
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
APÊNDICES.....	20
APÊNDICE A – Questionário prévio – Corrente elétrica	21
APÊNDICE B – Roteiro da prática para o grupo de alunos - Corrente elétrica ...	22
APÊNDICE C – Roteiro da prática para o professor - Corrente elétrica	25
APÊNDICE D – Sketch da prática experimental – Corrente elétrica	30
APÊNDICE E – Questionário de verificação da aprendizagem - Corrente elétrica .	31
APÊNDICE F – Questionário prévio – Resistores	32
APÊNDICE G – Roteiro da prática para o grupo de alunos - Resistores	33
APÊNDICE H – Roteiro da prática para o professor - Resistores	37
APÊNDICE I – Sketch da prática experimental – Resistores	42
APÊNDICE J – Questionário de verificação da aprendizagem – Resistores	43
APÊNDICE L – Questionário prévio – Associação de resistores	44
APÊNDICE M – Roteiro da prática para o grupo de alunos - Associação de resistores	45
APÊNDICE N – Roteiro da prática para o professor - Associação de resistores ...	52
APÊNDICE O – Questionário de verificação da aprendizagem- Associação de resistores	61

CARTA AO PROFESSOR

Caríssimo(a) professor(a), sinto-me bastante feliz em poder apresentar o meu trabalho intitulado “A utilização da plataforma Arduino como suporte ao ensino de eletrodinâmica”. A minha intenção é que este produto seja uma alternativa para auxiliá-lo(a) nas suas aulas e despertar o interesse dos(as) alunos(as), tornando as aulas mais atraentes para eles, para que se sintam motivados a aprender os conteúdos abordados neste trabalho, pois a motivação é o principal quesito para que tenham prazer na aquisição de conhecimentos científicos.

O presente trabalho, direcionado para as turmas de 3º ano do Ensino Médio, propõe a realização de um conjunto de experimentos que aborda os conteúdos referentes a corrente elétrica englobando circuitos elétricos, e o estudo de resistores (valor das resistências e associações de resistores).

Devemos destacar que é muito importante a ativa participação do professor(a) como mediador(a) das práticas dos experimentos, promovendo a interação social entre aluno(a)-docente, assim como a interação social aluno(a)-aluno(a). A metodologia adotada tem como referencial a teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky, a qual tem a primícia de que o desenvolvimento do aluno ocorre a partir da interação com um parceiro mais capaz, podendo ser o(a) professor(a) ou mesmo um(a) colega de turma. Pois para Vygotsky, para que se estabeleça o desenvolvimento cognitivo do(a) aluno(a) é necessário que ocorra a conversão de relações sociais em funções mentais (Moreira,2018).

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este trabalho tem como principal proposição desenvolver um produto educacional envolvendo experimentos que possam ser aplicados em qualquer realidade escolar na qual o(a) professor(a) esteja inserido. Os temas abordados pelo produto educacional são os conteúdos iniciais da eletrodinâmica: corrente elétrica e noções básicas de circuitos elétricos como também resistores elétricos, abordando as suas características e as associações em série e em paralelo. O presente trabalho tem o intento de tornar as aulas de física mais interessantes, mais empolgantes para o(a) aluno(a), visando dessa forma romper o ensino tradicional que frequentemente as aulas de física estão inseridas.

Com essa ótica que foi exposta acima, optamos por elaborar este produto educacional com método de ensino que vai ao encontro com a teoria histórico-cultural ou sociointeracionista de Lev Semionovitch Vygotsky.

Vygotsky é um conhecido teórico que tem o ensino como um processo social, em que atribui papel preponderante às relações sociais nesse processo. Tanto que é chamada de sócio construtivismo ou sócio interacionismo.

As contribuições de Vygotsky para o entendimento de como ocorre desenvolvimento cognitivo tem sido reconhecido já há algumas décadas, o que tem despertado interesse de vários pesquisadores. Conforme Rego (2014, p. 17),

Ler Vygotsky é, com certeza, um exercício de reunir e apropriar da fertilidade das descobertas de estudioso inquieto e obstinado, que dedicou sua vida ao esforço de romper, transformar e ultrapassar o estado de conhecimento e reflexão sobre o desenvolvimento humano de seu tempo.

Para Vygotsky o conhecimento é adquirido através da interação com vários interlocutores, numa relação em que todos os envolvidos são ativos. No processo de aprendizagem é importante que o professor(a) desenvolva a sua prática pedagógica no sentido de promover interações entre os alunos, tendo o papel de mediador dessas interações. Veja o que nos diz Gaspar (2014, p. 209),

Pode-se adotar, como princípio básico de uma pedagogia de inspiração vigotskiana, que todo conteúdo de ciências humanas, exatas ou biológicas pode ser ensinado e aprendido por meio das mais variadas estratégias pedagógicas, desde que elas possibilitem o desencadeamento de interações sociais da quais participe o professor ou, eventualmente, outro parceiro mais capaz que domine cognitivamente o conteúdo que é o objeto de ensino dessa interação.

Daí dá-se a importância da prática experimental bem conduzida, pois na sua realização ocorrerá as relações sociais nas quais se refere Vygotsky, em que instigados na obtenção do êxito na prática, os discentes a realizarão com entusiasmo e obstinação. Para que tal propósito seja alcançado é importante que seja despertado a motivação do aluno pela aprendizagem do conteúdo, “Então, se para aprender é preciso pensar, pode-se concluir que para aprender é preciso também querer – não há aprendizagem à revelia” (GASPAR, 2014, p. 178).

Uma tática bastante eficaz de promover a motivação do aluno(a) é conhecer as suas pré-concepções ou concepções prévias em relação ao conteúdo, e dessa forma, se possa estimulá-lo a reformular essas concepções prévias, ou seja, construir novas estruturas de pensamento necessária à aquisição do conteúdo ensinado.

Outro aspecto relacionado a importância do levantamento prévio das concepções dos(as) alunos(as) é a ZDP (zona de desenvolvimento proximal)¹. Na ZPD encontram-se funções que ainda não amadureceram, porém com o auxílio do outro, as funções se amadurecem, ou seja, o aluno consegue fazer o que antes não conseguia.

Para Rego (2014, p. 74),

O aprendiz é o responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal, na medida em que, em interação com outras pessoas, a criança é

¹ A zona de desenvolvimento proximal é aquele lugar onde o aluno tem todo o potencial para se desenvolver, e onde seria o lugar específico que o professor precisa trabalhar. Uma outra definição seria a distância entre o que o aluno já sabe fazer (desenvolvimento real) do que o aluno aprende a fazer com o próximo (desenvolvimento potencial).

capaz de colocar em movimento vários processos de desenvolvimento que, sem a ajuda externa, seriam impossíveis de ocorrer.

Em suma, o professor(a) deve orientar a sua prática de modo a atingir a ZPD dos alunos, estimulando as interações necessárias para que ocorra aprendizado, com conseqüente desenvolvimento cognitivo do(a) aluno(a).

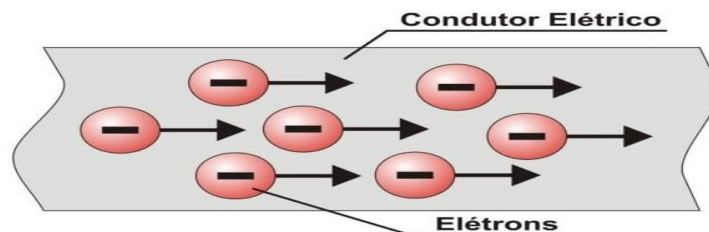
Nessa perspectiva, a constituição deste trabalho que estimula a consolidação da interação por meio da prática experimental mediada pelo professor(a), onde os alunos confrontam o conhecimento teórico ensinado previamente com os fenômenos observados e os resultados obtidos, podendo dessa forma relacionar teoria e prática, além de também relacionar com os seus conhecimentos prévios, tornando assim o aprendizado mais instigante e prazeroso.

2 COMPONENTES E CONCEITOS FÍSICOS UTILIZADOS NAS PRÁTICAS

O estudo da eletricidade nos traz os mais diversos benefícios na nossa vida diária, estamos cercados de aparelhos elétricos e eletrônicos. Então torna-se importante conhecer os conceitos básicos referentes a eletrodinâmica. Nesta seção vamos discutir os aspectos físicos e falar sobre os componentes que utilizaremos nos experimentos deste trabalho.

A corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas (fig.1), no nosso caso particular iremos abordar a corrente oriunda do movimento de elétrons livres no interior de um condutor metálico. A unidade de medida da corrente elétrica é o ampere(A). Geralmente utilizamos os seus submúltiplos mA(miliampères) e o μ A(microampère).

Figura 1 - Fluxo ordenado de cargas elétricas (corrente elétrica)

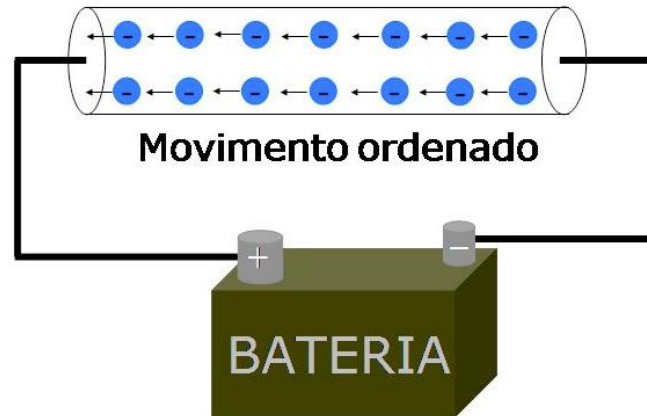


Fonte: Adaptada de: < <https://conhecimentocientifico.com/corrente-eletrica/> > Acesso em set, 2021

Para que surja uma corrente elétrica no interior do condutor é necessário que

se estabeleça uma diferença de potencial (ddp) entre as suas extremidades. A essa situação dizemos que temos um circuito elétrico, em que nada mais é do que um percurso fechado no qual é percorrido pela corrente elétrica (fig.2).

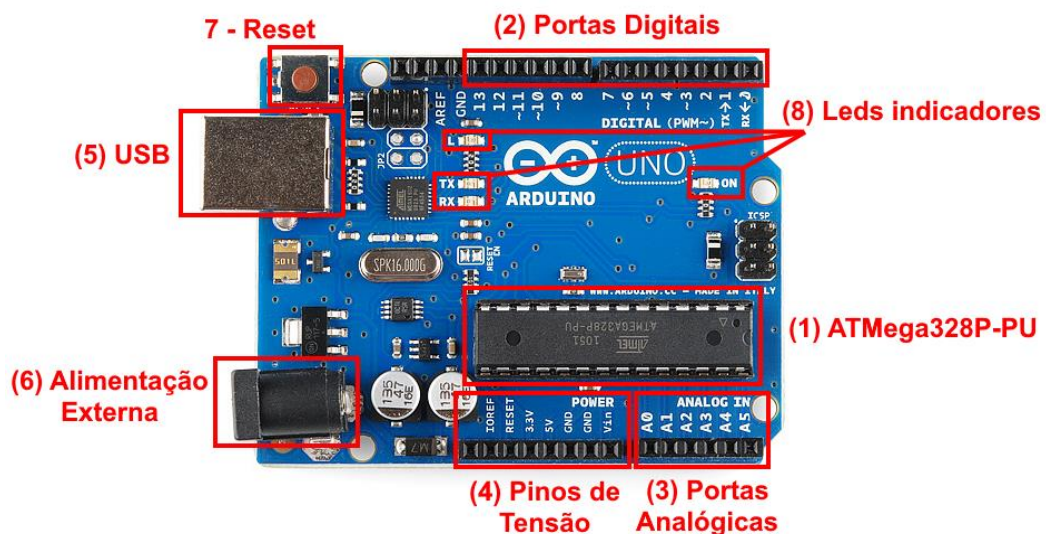
Figura 2 - Circuito elétrico percorrido por uma corrente



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3LuDevw> > Acesso em set, 2021

Temos diferentes fontes de tensão, como pilhas, baterias e tomadas residenciais, mas neste trabalho usaremos como fonte de tensão a plataforma Arduino (ver figura 3). “O Arduino é definido em seu site como uma plataforma aberta de prototipagem para eletrônica” (CULKIN; HAGAN, 2018, p.14). Existem vários tipos de Arduino, neste trabalho utilizamos o Arduino UNO.

Figura 3 - Principais partes do Arduino UNO



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3tOO3m0> > Acesso em set, 2021

O Arduino possui várias portas que são chamadas de portas digitais,

analógicas e os pinos de tensão². Utilizaremos a conexão USB para conectar o Arduino ao computador para que seja possível efetuar as práticas, ver figura 4.

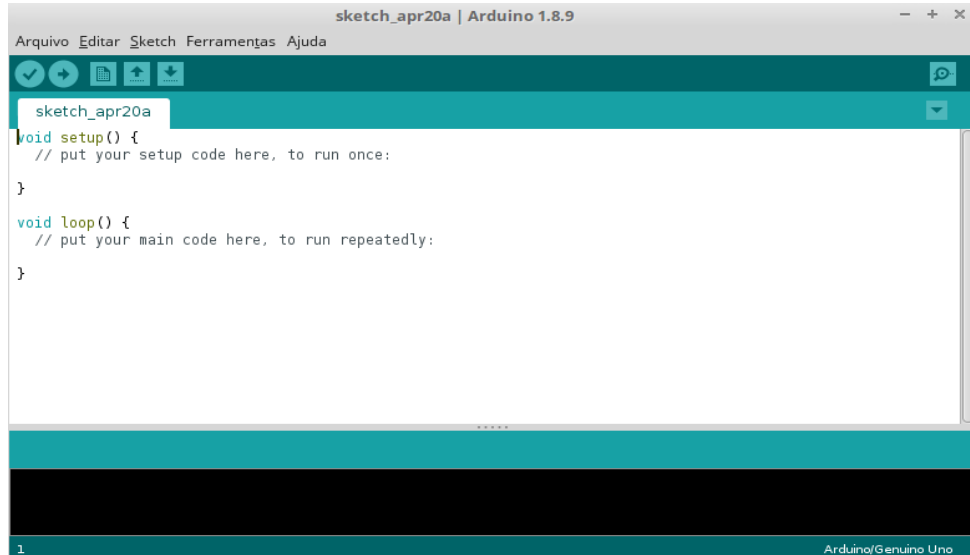
Figura 4 - Conexão do Arduino no computador



Fonte: Disponível em: < http://www.eletronica24h.net.br/aula_arduino_01.html > Acesso em set, 2021

Ao conectar o Arduino ao computador temos que acessar o site: <https://www.arduino.cc/>, baixar a IDE³ da plataforma, para que possamos executar os comandos referentes às práticas. A IDE baixada e instalada no computador pode ser vista na figura 5.

Figura 5 - IDE do Arduino



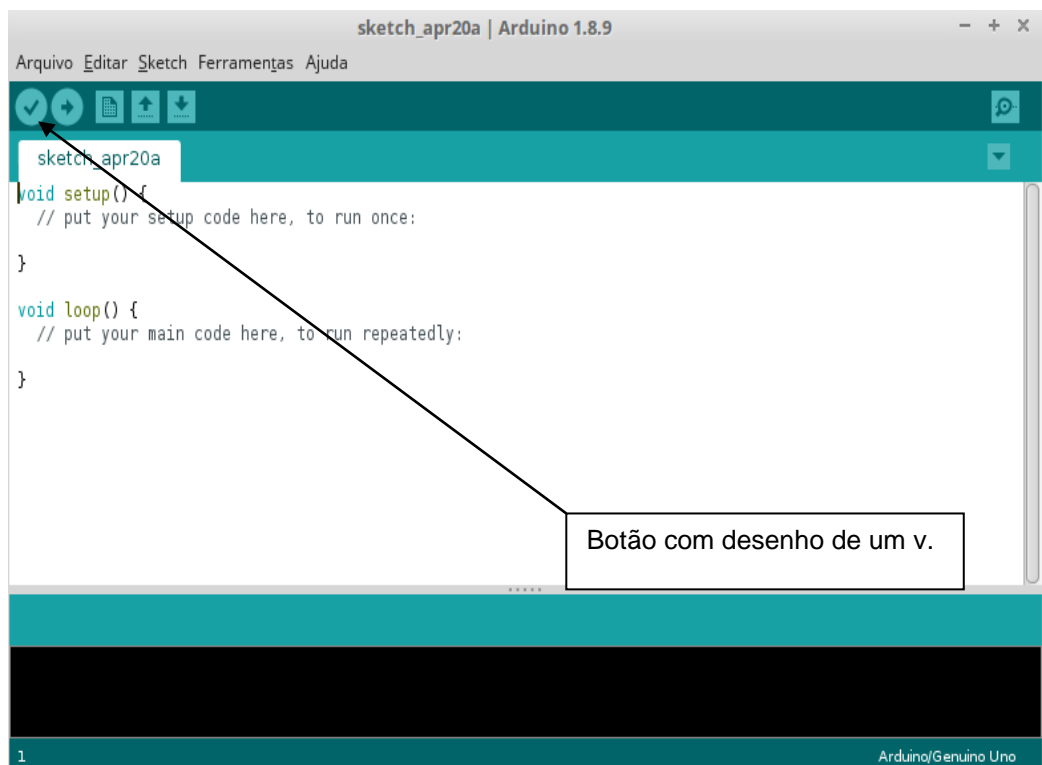
Fonte: Próprio autor

² Esta porta(pino) é a responsável pela ddp que o Arduino irá fornecer ao circuito, que pode ser 3,3V ou 5V. Também nesta porta se encontra o GND (negativo) da alimentação.

³ Ambiente integrado de desenvolvimento (IDE), é o ambiente de programação que permite escrever e testar código na linguagem de programação suportada pela IDE.

Com a IDE instalada no computador bastará apenas copiar os códigos⁴ presentes nos roteiros da prática e executar, para tal ato basta apenas clicar no botão com a figura de um v para poder inicialmente salvar e verificar se o código está correto, posteriormente clicar no botão com desenho de uma seta para que o Arduino execute o código. Esses procedimentos podem ser vistos nas figuras 6 e 7 respectivamente.

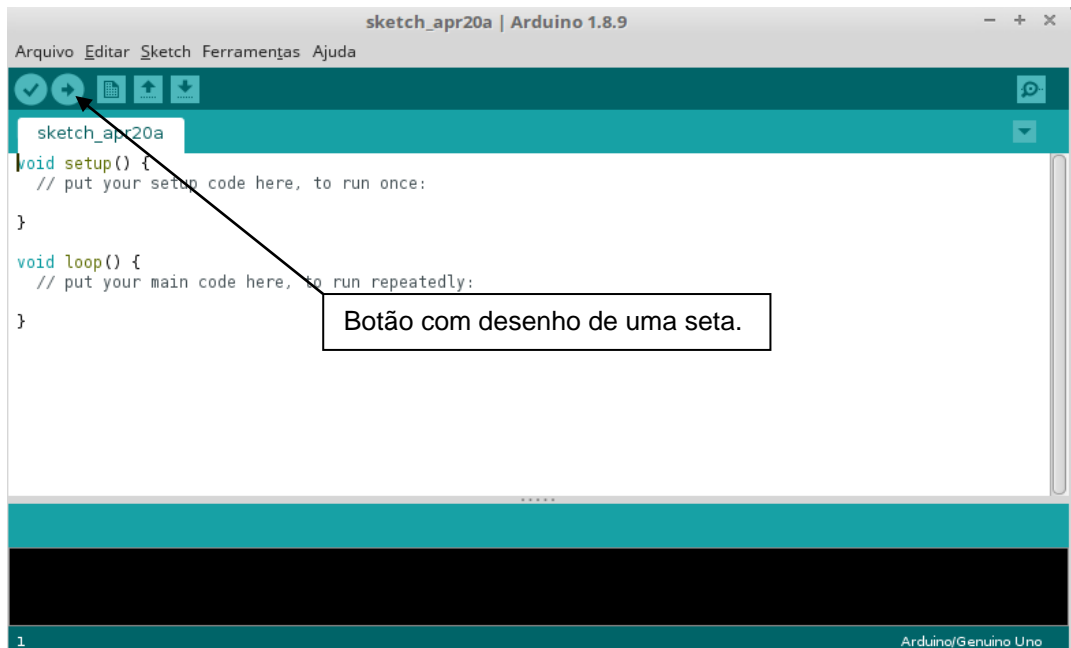
Figura 6 - Indicação do botão para salvar e verificar o código



Fonte: Próprio autor

⁴ É o programa a ser executado pelo Arduino, sendo chamado também de sketch.

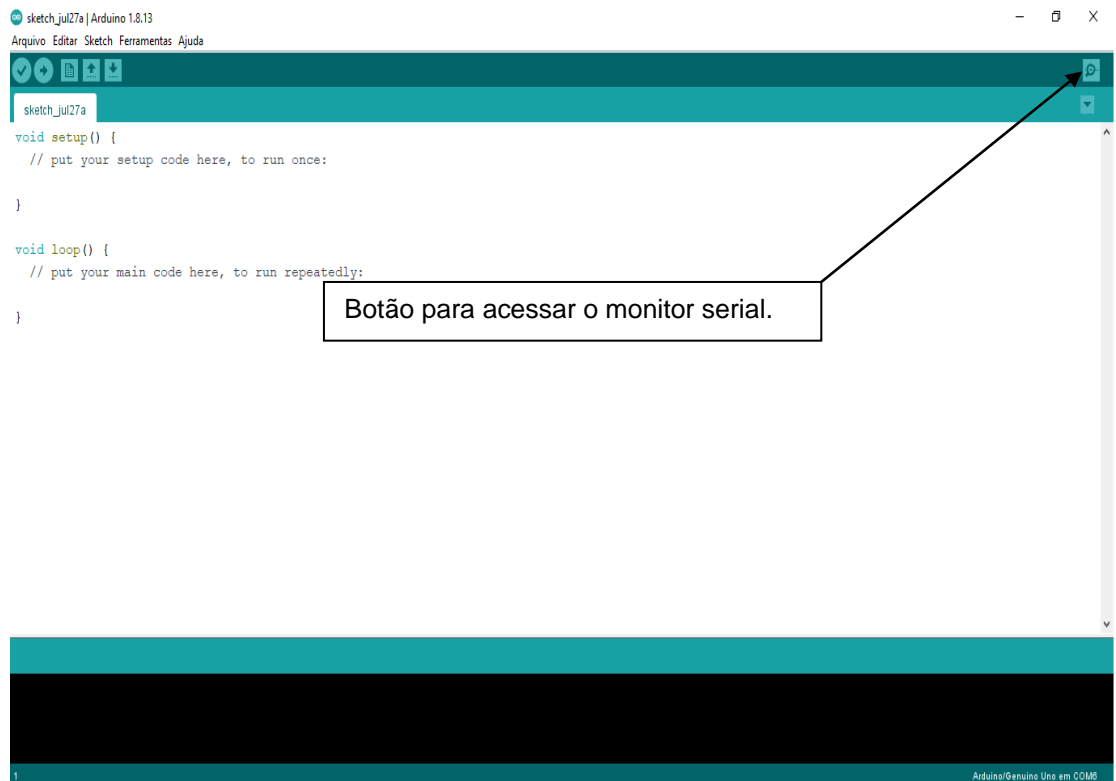
Figura 7- Indicação do botão para o Arduino executar o código



Fonte: Próprio autor

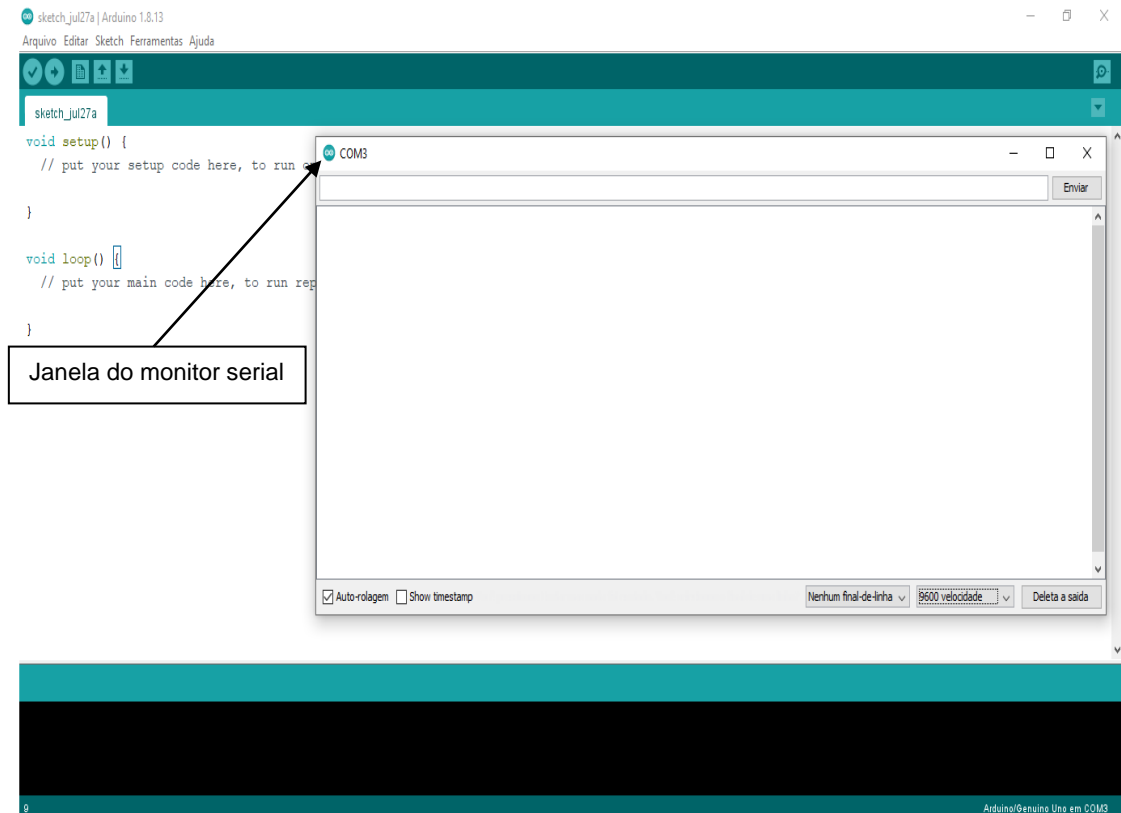
Através da IDE também podemos visualizar a comunicação do Arduino com o computador via cabo USB. Essa comunicação é denominada de comunicação serial, a IDE possui uma janela chamada de monitor serial, cuja função é exibir as informações enviadas do Arduino para o computador. Para exibir o monitor serial é só clicar no botão na parte superior à direita na IDE, assim como demonstrado na figura 8 e figura 9.

Figura 8 - Indicação do botão do monitor serial



Fonte: Próprio autor

Figura 9 - Monitor serial sendo exibido na IDE



Fonte: Próprio autor

Já vimos a definição de um circuito elétrico, onde vimos um circuito bem simples contendo apenas a fonte de ddp e um fio condutor. Ao circuito pode ser adicionados vários elementos, de modo a tornar o circuito mais complexo.

Um elemento que iremos utilizar é o Light Emitting Diode(LED), é um diodo emissor de luz , consiste num semicondutor que emite luz das mais variadas cores. Existem no mercado vários tipos de LED, mas utilizaremos o LED difuso comum (ver figura 10), o LED possui dois terminais⁵.

Figura 10 - LED difuso azul



Fonte: Próprio autor

Um outro elemento que necessitaremos conhecer é buzzer (ver figura 11), é um dispositivo que emite um sinal sonoro, onde dependendo da corrente ele pode emitir sons de diferentes frequências, esse dispositivo apresenta polaridade. O terminal maior é terminal positivo, e o terminal menor é o terminal negativo. Tal como o LED, deve-se ligar corretamente a polaridade do buzzer.

Figura 11 - Buzzer de 5V



Fonte: Disponível em: < <https://www.arducore.com.br/buzzer-5v> > Acesso em set, 2021

⁵ O terminal maior é o terminal positivo, e o outro terminal menor é o terminal negativo, ou seja, o LED possui polaridade, deve-se atentar a esse fato no momento da montagem do circuito.

Os circuitos elétricos podem ser classificados como fechados ou abertos⁶. O componente bastante usado para mudar o estado do circuito de aberto para fechado, ou vice-versa é o interruptor, nas práticas desse trabalho iremos utilizar a chave tátil de dois terminais como interruptor (ver figura 12).

Figura 12 - Chave tátil de dois terminais



Fonte: Próprio autor

Os dispositivos que constituem um circuito normalmente convertem energia elétrica em alguma outra forma de energia, que poder ser luminosa, calorífica, sonora, dentre outras. A grandeza física que mede a transformação da energia elétrica em uma outra forma de energia é denominada de potência elétrica, a unidade de medida da potência é watts (W), e ela pode ser calculada pela seguinte equação: $P=UI$, onde P é a potência elétrica, U é a ddp e I é a corrente elétrica.

Um outro dispositivo bastante usado em circuitos é o resistor, nos resistores há a conversão de energia elétrica em energia térmica, como exemplo bem comum pode-se citar o chuveiro elétrico, que faz uso dessa propriedade para poder aquecer a água. Os resistores possuem uma propriedade física denominada de resistência elétrica, que mede o nível de oposição à passagem da corrente elétrica. Essa oposição é denominada de resistência elétrica (R), e sua unidade de medida é ohm(Ω).

Esse nome dado a unidade de medida da resistência elétrica é uma homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm que formulou a famosa lei de Ohm.

“O físico e matemático alemão George Simon Ohm conclui, em 1827, que, mantida a temperatura constante, a diferença de potencial nos resistores é diretamente proporcional à intensidade da corrente que o atravessa” (Bonjorno,2016, p. 85).

De acordo com o exposto acima temos a seguinte equação para a lei de

⁶ Quando se diz circuito fechado, há passagem de corrente elétrica. Quando se diz circuito aberto, não há passagem de corrente elétrica.

Ohm:

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

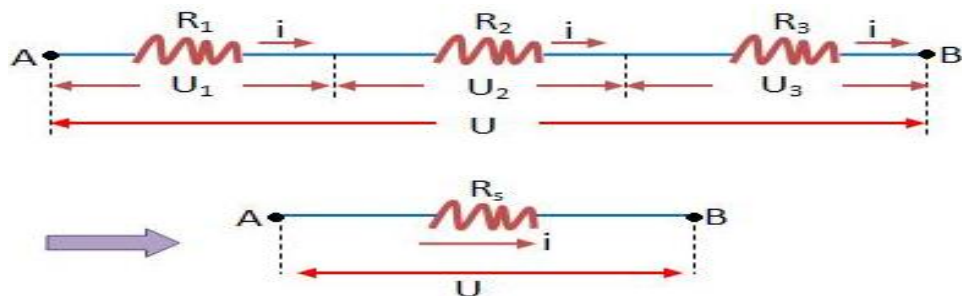
Os resistores também desempenham outras funções num circuito elétrico, dentre elas podemos citar o divisor de tensão e divisor de corrente, cujas funcionalidades dependem da maneira como eles estejam associados com outros resistores. Há dois tipos principais de associações que será explorada neste trabalho: associação em série e em paralelo.

Na associação em série temos as seguintes características:

- 1) As correntes que passam pela resistores da associação é a mesma.
- 2) A ddp total da associação é igual a soma da ddp em cada resistor da associação: $U = U_1 + U_2 + U_3$.
- 3) A soma das resistências da associação resulta no resistor equivalente (R_s): $R_s = R_1 + R_2 + R_3$.

Ver figura 13.

Figura 13 - Associação de resistores em série



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3Dqc5Xq> > Acesso em set, 2021

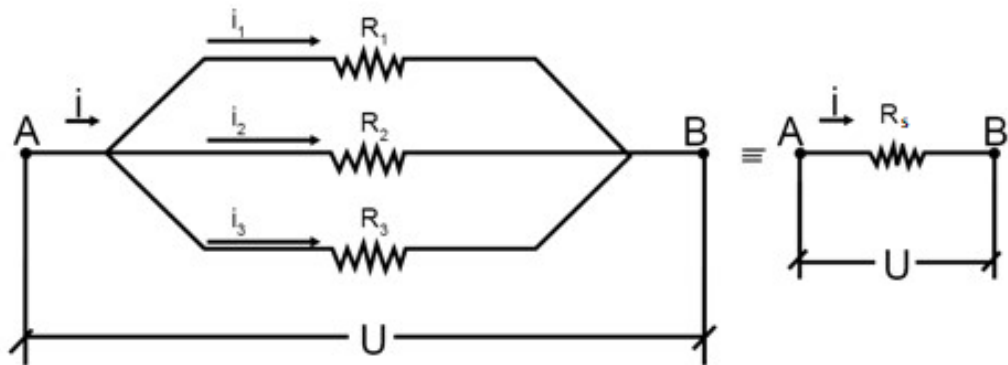
Na associação em paralelo temos as seguintes características:

- 1) A corrente total da associação é igual a soma das correntes em cada resistor da associação: $i = i_1 + i_2 + i_3$.
- 2) A ddp em cada resistor é a mesma, igual a ddp total da associação
- 3) A soma do inverso das resistências é igual ao inverso da resistência equivalente da associação (R_s):

$$\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Ver figura 14.

Figura 14 - Associação de resistores em paralelo



Fonte: Adaptado de: < <https://bit.ly/3j5ACYR> > Acesso em set, 2021

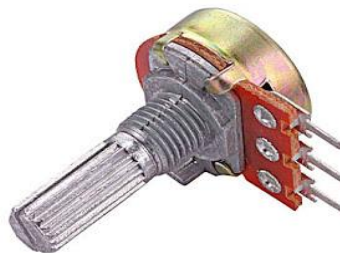
Existem também vários tipos de resistores, eles podem ter resistências de valores fixos ou variáveis. Os resistores de resistências fixas são do tipo mostrado na figura 15, e os resistores de resistências de valor variáveis são do tipo mostrado na figura 16.

Figura 15 - Resistor de resistência fixa



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3tOlion> > Acesso em set, 2021

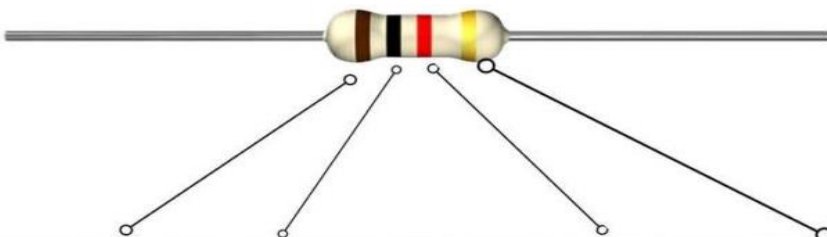
Figura 16 - Potenciômetro (Resistor de resistência variável)



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3tOlion> > Acesso em set, 2021

Os resistores fixos possuem um código de cores para identificar o valor da sua resistência, essas cores correspondem as suas faixas gravadas em seu corpo. O código deve ser lido como está demonstrado na figura 17 abaixo:

Figura 17 - Código de cores de resistores



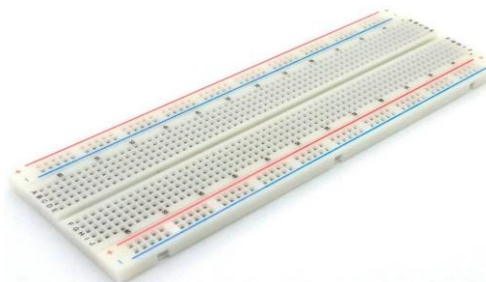
Cor	1° faixa	2° faixa	3° faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x1	
Marrrom	1	1	1	x10	1%
Vermelho	2	2	2	x100	2%
Laranja	3	3	3	x1k	
amarelo	4	4	4	x10k	
Verde	5	5	5	x100k	.5%
Azul	6	6	6	x1M	.25%
Lilas	7	7	7	x10M	.1%
Cinza	8	8	8		.05%
Branco	9	9	9		
Dourado			x0,1	x.1	.5%
Prata			x0,01	x0.1	.10%

Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/36ycZWd> > Acesso em set, 2021

Já os resistores variáveis como o próprio nome diz, eles possuem valores de resistências variáveis, em que essa variação pode ser determinada por vários fatores dentre eles a Luz, onde dependendo da luminosidade do local a resistência varia, a esse resistor denominamos de LDR. Temos também o potenciômetro (ver figura 16), onde a variação da resistência se dá ao girar um eixo mecânico. Nos experimentos iremos utilizar um potenciômetro.

Em todos os experimentos trabalharemos com a montagem de circuitos, para possibilitar a ligação entre os componentes além dos fios condutores, iremos utilizar uma protoboard (ver figura 18), “Uma protoboard possui faixas metálicas encapsuladas em plástico com uma grade de furos por cima. Os furos, chamados pontos de ligação, estão posicionados a intervalos regulares e dispostos em linhas e colunas” (CULKIN; HAGAN, 2018, p. 53).

Figura 18 – Protoboard de 830 pinos



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3wOYOqc> > Acesso em set, 2021

Para efetuar as ligações entre os componentes do circuito, precisaremos utilizar fios condutores denominados de jumpers (ver figura 19). Os jumpers são fios adequados para se fazer as ligações entre os elementos de circuito numa protoboard, visto que possuem pontas em suas extremidades que se encaixam perfeitamente nos pontos de ligação da protoboard.

Figura 19 - Fios jumper



Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3NyJ8xb> > Acesso em set, 2021

Por último falaremos sobre o multímetro (ver figura 20), que é um equipamento que faz medidas elétricas como por exemplo: valores da corrente num circuito elétrico, o valor da ddp em determinados trechos do circuito, como também mede o valor da resistência elétrica. O multímetro também faz outros tipos de medidas, mas vamos focar nas medidas dessas três grandezas elétricas mencionadas.

Figura 20 - Multímetro digital

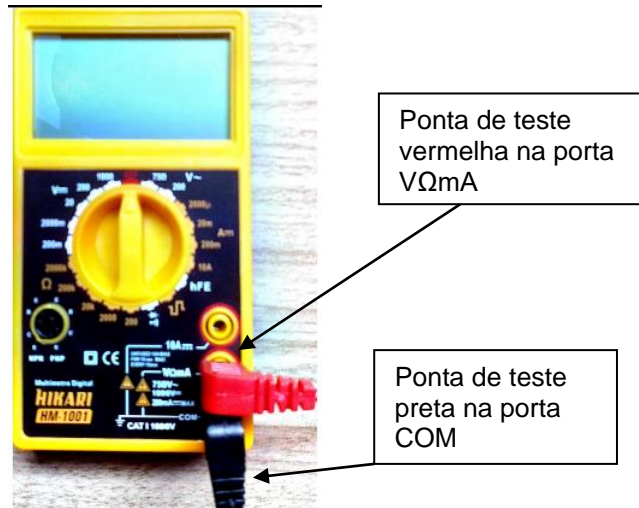


Fonte: Disponível em: < <https://bit.ly/3Nynv0g> > Acesso em set, 2021

Geralmente, o multímetro vem acompanhado por dois fios condutores nas cores preto e vermelho. Esses condutores são chamados de pontas de prova ou teste, são usados para se efetuar as medidas elétricas com o multímetro. Para isso

deve-se por convenção conectar a ponta de teste preta na porta COM, a ponta de teste vermelha na porta V Ω mA, da forma como está demonstrada na figura 21.

Figura 21 – Pontas de prova em suas respectivas portas



Fonte: próprio autor

3 PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional resultado deste trabalho é constituído por um conjunto de experimentos que tratam do ensino de corrente elétrica, circuitos elétricos e resistores. Os materiais mencionados nos experimentos terão que ser fornecidos pelo professor da disciplina, onde são materiais geralmente de baixo custo, podendo ser adquirido sem custo elevado.

Para apoiar o professor durante a execução das práticas experimentais, são disponibilizados roteiros dos experimentos. Os roteiros contêm a descrição dos materiais da prática, como também o código da IDE do Arduino. São disponibilizados dois tipos de roteiros, sendo um para o aluno, descrevendo como realizar o experimento. E outro para o professor ajudando-o na realização e planejamento das aulas.

As duas primeiras aulas iniciais serão dedicadas a uma apresentação aos alunos da plataforma Arduino, falando de seus aspectos gerais e manuseio. Então neste momento de apresentação do Arduino, é também permitido o manuseio da plataforma pelos educandos.

Para a execução das práticas experimentais os alunos utilizarão apenas um

notebook(computador), onde este poderá ser cedido pelo professor responsável pela prática. Já que os experimentos podem ser feitos na própria sala de aula, não precisando irem até um laboratório de informática.

Após uma breve introdução à plataforma, o professor dá sequência às aulas. A cada assunto abordado, inicia-se aplicando o questionário dos conhecimentos prévios, e dando sequência, ministra o conteúdo a ser trabalhado nas atividades, então logo após a esse momento é dado início as atividades práticas com a separação da classe em grupos.

Durante a execução das atividades o professor separa os alunos em grupos, de modo a dá a cada um, os roteiros e deixar que eles discutam entre si, criando um ambiente de debate(interação) entre todos.

Em um momento posterior o professor efetua a prática com um grupo de alunos, enquanto os demais ficam debatendo entre si. E o professor fica mediando tanto a interação da prática, como também a interação do debate.

Em suma, para começar o desenvolvimento da aula, utilizar o roteiro de forma a levantar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conteúdos que serão trabalhados.

A parte final da aula, consiste em uma aplicação de um questionário para verificação do nível de aprendizado adquirido pela turma. Esse questionário servirá de parâmetro de análise por parte do professor da eficiência do conjunto de práticas experimentais.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CULKIN, Jody; HAGAN, Eric. **Aprenda eletrônica com Arduino**: um guia ilustrado de eletrônica para iniciantes. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2018.

FORD, A. Lewis; FREEDMAN, Roger A.; YOUNG, Hugh D. **Física III**: Eletromagnetismo. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2015. v. 3.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física**: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**: Eletromagnetismo. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3.

HEWITT P.G. **Física Conceitual** 12ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KNIGHT, Randall D. **Física uma abordagem estratégica: Eletricidade e Magnetismo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. v. 3.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: GEN, 2018.

MOSCA, Gene; TIPLER, Paul A. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 3.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 25. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

APÉNDICES

APÊNDICE A – Questionário prévio – Corrente elétrica



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário prévio

1) O que você entende pelo conceito de corrente elétrica?

2) Cite exemplos de aparelhos elétricos que existem em sua casa.

3) Como é que você acha que funciona uma lâmpada elétrica?

4) Como é que você caracteriza a corrente elétrica que "sai" da tomada de sua casa?

5) O que você entende por circuito elétrico?

6) A corrente elétrica é perigosa? justifique sua resposta.

APÊNDICE B – Roteiro da prática para o grupo de alunos - Corrente Elétrica (Efeitos da corrente elétrica e elementos de circuitos)

Nº de aulas: 2

Tempo de uma aula: 50 minutos

Tema: Corrente elétrica

Subtema: Circuito elétricos

Justificativa do tema:

A corrente elétrica foi uma grande conquista da humanidade fruto de sucessivas descobertas científicas ajudando o nosso entendimento sobre o comportamento da natureza, que nos tem proporcionado grandes avanços tecnológicos.

Objetivo Geral:

- Montar e identificar os elementos básicos de um circuito elétrico.

Objetivos Específicos:

- Verificar a transformação de energia elétrica em outras formas de energia.
- Aprender a diferenciar circuito aberto e circuito fechado.
- Medir a corrente elétrica que percorre o LED.

Materiais utilizados:

- 1 LED (preferencialmente vermelho);
- 1 Buzzer;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 1 resistor de 10k ohms;
- 1 botão tátil;
- 1 Placa protoboard;
- Jumpers;
- Arduino Uno;
- Cabo USB;
- Computador com Arduino IDE;
- 1 Multímetro;

Montagem da prática experimental (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

● Passo 1:

Ligue os sinais de alimentação e terra do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard.

● Passo 2:

Conecte um jumper entre o Pino 13 no Arduino e uma linha de pontos de ligação na protoboard.

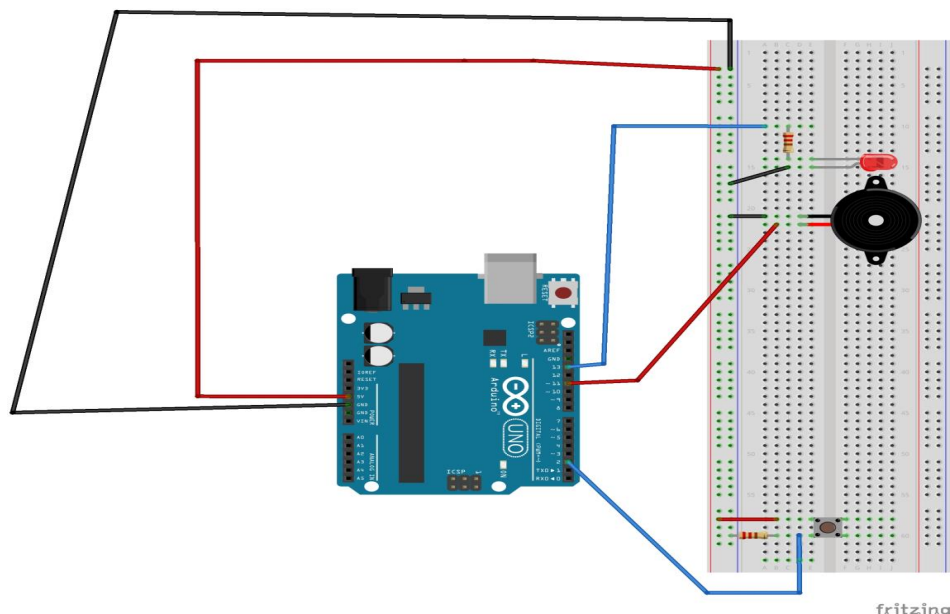
● Passo 3:

Conecte um resistor de 220 ohms à mesma linha dos pontos de ligação do Pino 13.

- Passo 4:
Conecte o anodo (terminal longo) do LED à outra extremidade do resistor e ligue com um jumper o catodo (terminal curto) do LED ao barramento de terra.
- Passo 5:
Conecte o botão sobre a trincheira, com dois pinos inseridos na linha de pontos de ligação em cada uma dela.
- Passo 6:
Adicione um jumper conectando o barramento de alimentação da protoboard ao canto superior esquerdo do botão.
- Passo 7:
Agora, conecte um resistor de 10 000 ohms. Ligue um dos terminais do resistor ao botão e o outro terminal ao barramento de terra.
- Passo 8:
Neste passo, será ligado um jumper ao Pino 2 do Arduino. Coloque uma extremidade do jumper em um ponto de ligação na mesma linha entre os terminais do botão e do resistor de 10 000 ohms. E outra extremidade do jumper conecte no Pino 2 do Arduino.
- Passo 9:
Vamos agora conectar o buzzer no circuito, ligue uma das extremidades do buzzer (terminal maior) ao pino 11 do Arduino, e a outra extremidade (terminal menor) ao barramento de terra da protoboard.

- Ao concluir todos os passos de montagem e auxiliado pelo professor, conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

Com a ajuda do professor e cooperando entre si, montar o circuito abaixo, e analisar o seu funcionamento.



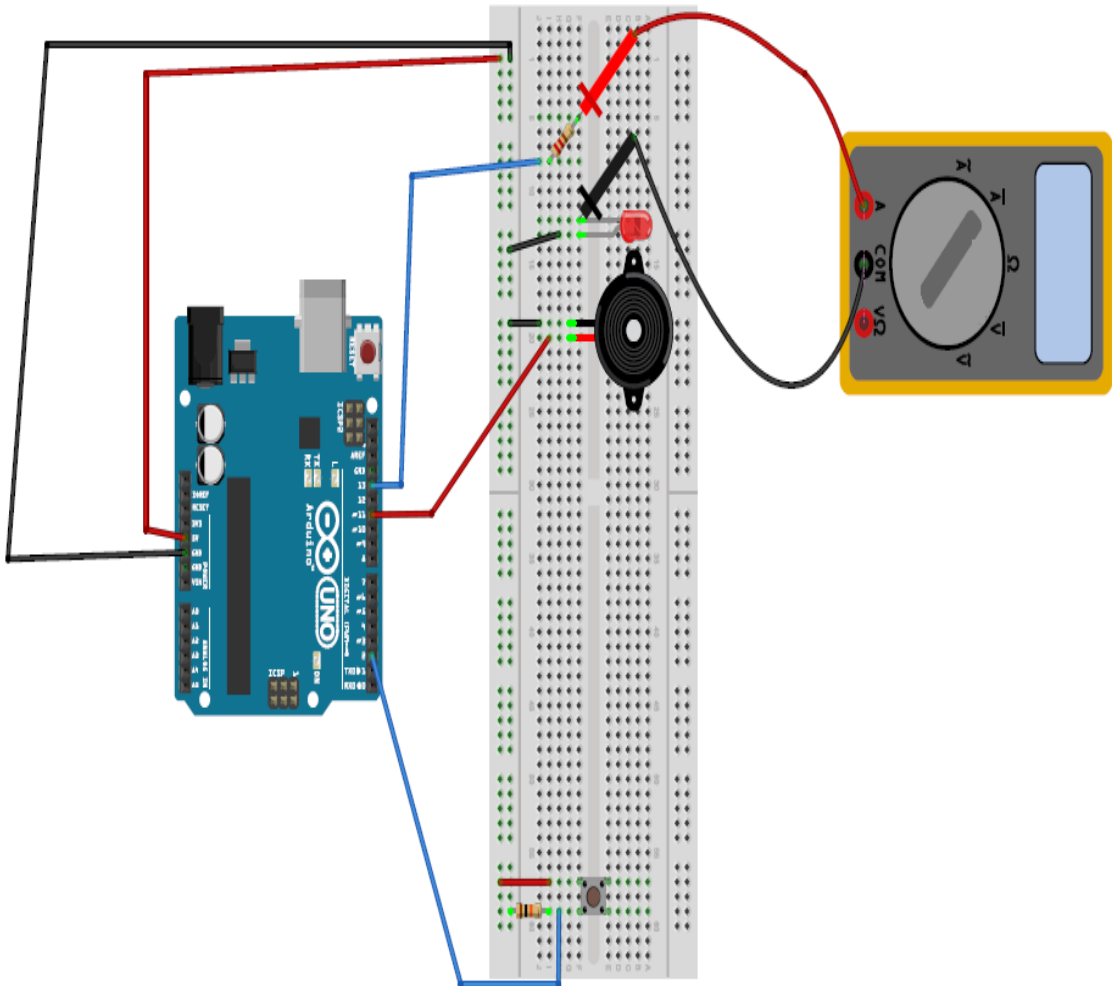
Agora com o auxílio do professor, meça a corrente elétrica que atravessa o LED, como está indicado na figura abaixo, seguindo os seguintes passos.

- Passo 1:

Retire o terminal do resistor que está na mesma linha de pontos de ligação do terminal maior do LED, e coloque em qualquer ponto de ligação da protoboard.

- Passo 2:

Agora meça a corrente elétrica, colocando a ponta de prova vermelha do multímetro no terminal do resistor, e a ponta de prova preta no terminal maior de LED.



Valor encontrado para a corrente no LED: _____

APÊNDICE C – Roteiro da prática para o professor - Corrente Elétrica (Efeitos da corrente elétrica e elementos de circuitos)

Nº de aulas: 2

Tempo de uma aula: 50 minutos

Tema: Corrente elétrica

Subtema: Circuito elétrico

Justificativa do tema:

A corrente elétrica foi uma grande conquista da humanidade fruto de sucessivas descobertas científicas ajudando o nosso entendimento sobre o comportamento da natureza, que nos tem proporcionado grandes avanços tecnológicos.

Objetivos Geral:

- Montar e identificar os elementos básicos de um circuito elétrico.

Objetivos Específicos:

- Verificar a transformação de energia elétrica em outras formas de energia.
- Aprender a diferenciar circuito aberto e circuito fechado.
- Medir a corrente elétrica que atravessa o LED.

Materiais utilizados:

- Data show
- Quadro negro e/ou quadro branco
- Giz e/ou canetão
- 1 LED;
- 1 Buzzer;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 1 resistor de 10k ohms;
- 1 botão tátil;
- 1 Placa protoboard;
- Jumpers;
- Arduino Uno;
- Cabo USB;
- Computador com Arduino IDE;
- 1 Multímetro;

Montagem da prática experimental (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

● Passo 1:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard.

● Passo 2:

Conecte um jumper entre o Pino 13 no Arduino e uma linha de pontos de ligação na protoboard.

● Passo 3:

Conecte um resistor de 220 ohms à mesma linha dos pontos de ligação do Pino 13.

- Passo 4:

Conecte o anodo (terminal longo) do LED à outra extremidade do resistor e ligue com um jumper o catodo (terminal curto) do LED ao barramento de terra.

- Passo 5:

Conecte o botão sobre a trincheira, com dois pinos inseridos na linha de pontos de ligação em cada uma dela.

- Passo 6:

Adicione um jumper conectando o barramento de alimentação da protoboard ao canto superior esquerdo do botão.

- Passo 7:

Agora, conecte um resistor de 10 000 ohms. Ligue um dos terminais do resistor ao botão e o outro terminal ao barramento de terra.

- Passo 8:

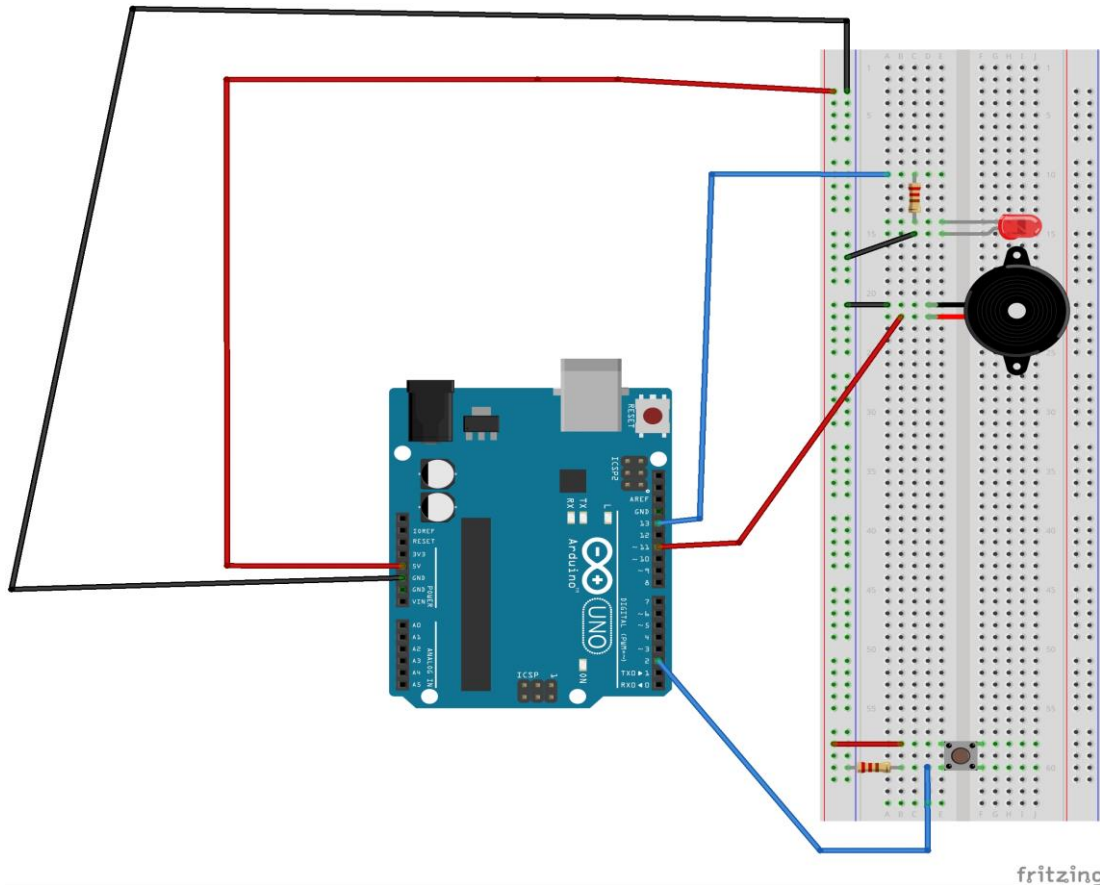
Neste passo, será ligado um jumper ao Pino 2 do Arduino. Coloque uma extremidade do jumper em um ponto de ligação na mesma linha entre os terminais do botão e do resistor de 10 000 ohms. E outra extremidade do jumper conecte no Pino 2 do Arduino.

- Passo 9:

Vamos agora conectar o buzzer no circuito, ligue uma das extremidades do buzzer (terminal maior) ao pino 11 do Arduino, e a outra extremidade (terminal menor) ao barramento de terra da protoboard.

- Ao concluir todos os passos de montagem, auxiliar os alunos, a conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

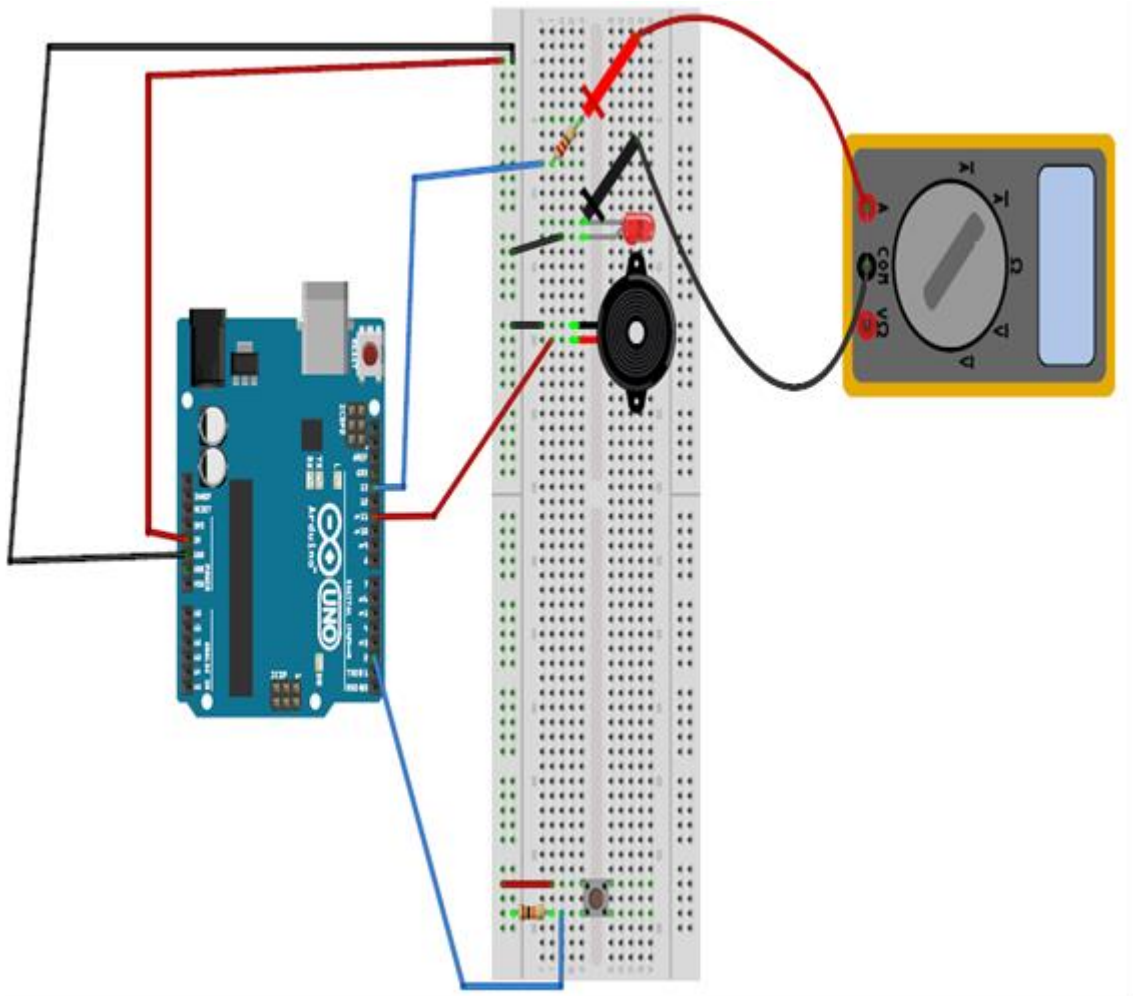
Montar o seguinte experimento ajudando e cooperando com o grupo de alunos, discutindo sobre o seu funcionamento e enumerando os principais elementos que constitui o circuito. Salientar o que é circuito fechado e aberto, como também as transformações de energia elétrica em outras formas de energia que acontece no circuito montado.



Agora montar o seguinte experimento ajudando e cooperando com o grupo de alunos, a medir a corrente elétrica que percorre o LED. Lembre-se que o multímetro deve fazer parte do circuito de modo que a corrente elétrica atravessasse o multímetro. Abra e feche o circuito através do botão e peça aos alunos para observarem o comportamento do multímetro e comente as indicações do display do equipamento.

Os procedimentos a serem feitos estão demonstrados nos passos e na figura abaixo.

- **Passo 1:**
Retire o terminal do resistor que está na mesma linha de pontos de ligação do terminal maior do LED, e coloque em qualquer ponto de ligação da protoboard.
- **Passo 2:**
Agora meça a corrente elétrica, colocando a ponta de prova vermelha do multímetro no terminal do resistor, e a ponta de prova preta no terminal maior de LED.



Valor encontrado para a corrente no LED: _____

Metodologia:

- Dividir a sala em grupos e aplicar o questionário com os conhecimentos prévios, para posterior debate com a turma.
- Introduzir a aula, com o debate das respostas dos grupos ao questionário de conhecimentos prévios, e então iniciar a aula do tema a ser trabalhado, ensinando os conceitos em relação ao conteúdo.
- Agora auxiliar os alunos na montagem do experimento, estipulando um tempo de 10 a 20 minutos para realização do experimento.
- Na execução do experimento. Saliente o que é circuito aberto e fechado, fale sobre quais os tipos de energia em que a energia elétrica pode transformar ao analisar o circuito.
- Logo após ao experimento inicial, auxilie os alunos a medirem a corrente que atravessa o LED, observando a medição no display do multímetro. Peça aos alunos anotar o valor da medida no local indicado no roteiro experimental.
- Aplicar o questionário de verificação da aprendizagem com os grupos ao final da prática experimental.
- Ao final da prática realizada por todos os grupos, debater com os alunos sobre a prática e como ela se relaciona com os dispositivos da vida diária.

• Observação:

- Ao medir o valor da corrente elétrica no LED quando a prática solicitar, o seletor deve estar na região de corrente contínua do multímetro na posição 20m (20 mA).

Ver figura abaixo:



APÊNDICE D – Sketch da prática experimental – Corrente elétrica

Código do experimento: (lembrando, que basta apenas copiar e colar na IDE do Arduino, e seguir os passos descritos na seção Componentes e conceitos físicos)

```
const int buttonPin = 2; // o número do pino do botão
const int ledPin = 13; // o número do pino do LED
const int speakerPin = 11; // o número do pino do Buzzer
int buttonState = 0;
void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT);
  pinMode(speakerPin,OUTPUT);
}
void loop() {
  buttonState = digitalRead(buttonPin);
  if (buttonState == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    tone(speakerPin,740);
  }
  else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    noTone(speakerPin);
  }
}
```

APÊNDICE E – Questionário de verificação da aprendizagem – Corrente elétrica



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário de verificação da aprendizagem

- 1) A corrente nos condutores metálicos é devido ao movimento de:
 - a) Elétrons;
 - b) Íons;
 - c) Prótons;
 - d) Nêutrons;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 2) Qual é a unidade de medida de corrente elétrica no sistema internacional de unidade (SI)?
 - a) joule (J);
 - b) caloria (cal);
 - c) ampere(A);
 - d) tesla (T);
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 3) No LED no circuito da prática experimental, há a conversão de energia elétrica em qual outra forma de energia?
 - a) sonora;
 - b) calorífica;
 - c) cinética;
 - d) luminosa;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 4) No circuito do experimento, qual o componente responsável por fechar o circuito, assim permitindo a passagem da corrente elétrica pelo circuito?
 - a) LED;
 - b) buzzer;
 - c) botão;
 - d) resistor;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

APÊNDICE F – Questionário prévio – Resistores



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário prévio

1) O que você entende pelo conceito de resistência elétrica?

2) Você acha que existe alguma relação entre ddp, resistência e corrente elétrica?

- a) Sim;
b) Não.

3) Como é que você acha que funciona um ferro elétrico?

4) Ao utilizar um liquidificador por um certo tempo, percebe-se que ele esquenta. Por qual motivo você atribui esse fato?

5) Você sabe o que é supercondutividade?

APÊNDICE G – Roteiro da prática para o grupo de alunos - Resistores**Nº de aulas:** 2**Tempo de uma aula:** 50 minutos**Tema:** Resistores**Subtema:** Resistores fixos e variáveis (potenciômetros)**Justificativa do tema:**

Num circuito elétrico são utilizados vários tipos de componentes elétricos. Sendo os resistores um dos principais elementos de circuitos, devido a sua grande versatilidade e utilização na eletrônica, torna-se importante conhecer as suas características de funcionamento.

Objetivo Geral:

- Conhecer um dos principais componentes elétricos: o resistor.

Objetivos Específicos:

- Conhecer os tipos de resistores.
- Saber identificar o valor da resistência de um resistor.

Materiais utilizados:

- 1 Potenciômetro de 10K ohm;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 3 resistores de diferentes valores de resistência;
- 1 Placa protoboard;
- Jumpers;
- Arduino Uno;
- Cabo USB;
- Computador com Arduino IDE;

Montagem da prática experimental 1- ohmímetro (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

● Passo 1:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard.

● Passo 2:

Conecte um dos terminais do resistor de 220 ohms no barramento de terra da protoboard. O outro terminal conecta em qualquer ponto de ligação.

● Passo 3:

Agora conecte um jumper à mesma linha dos pontos de ligação em que se encontra o terminal do resistor de 220 ohms. A outra extremidade do jumper, conecta no pino analógico A0.

● Passo 4:

Para finalizar a montagem do circuito, conecte um resistor de resistência desconhecida da seguinte maneira: um terminal conecta na mesma linha de pontos de ligação em que se encontram o terminal do resistor de 220 ohms e o jumper do pino analógico A0 e o outro terminal no barramento de alimentação da protoboard.

- Passo 5:

Agora, com o circuito montado, encontre o valor das resistências de 3 resistores desconhecidos, e compare no quadro abaixo com o valor teórico de acordo com o código de cores dos resistores.

- Ao concluir todos os passos de montagem e auxiliado pelo professor, conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

Montagem da prática experimental 1

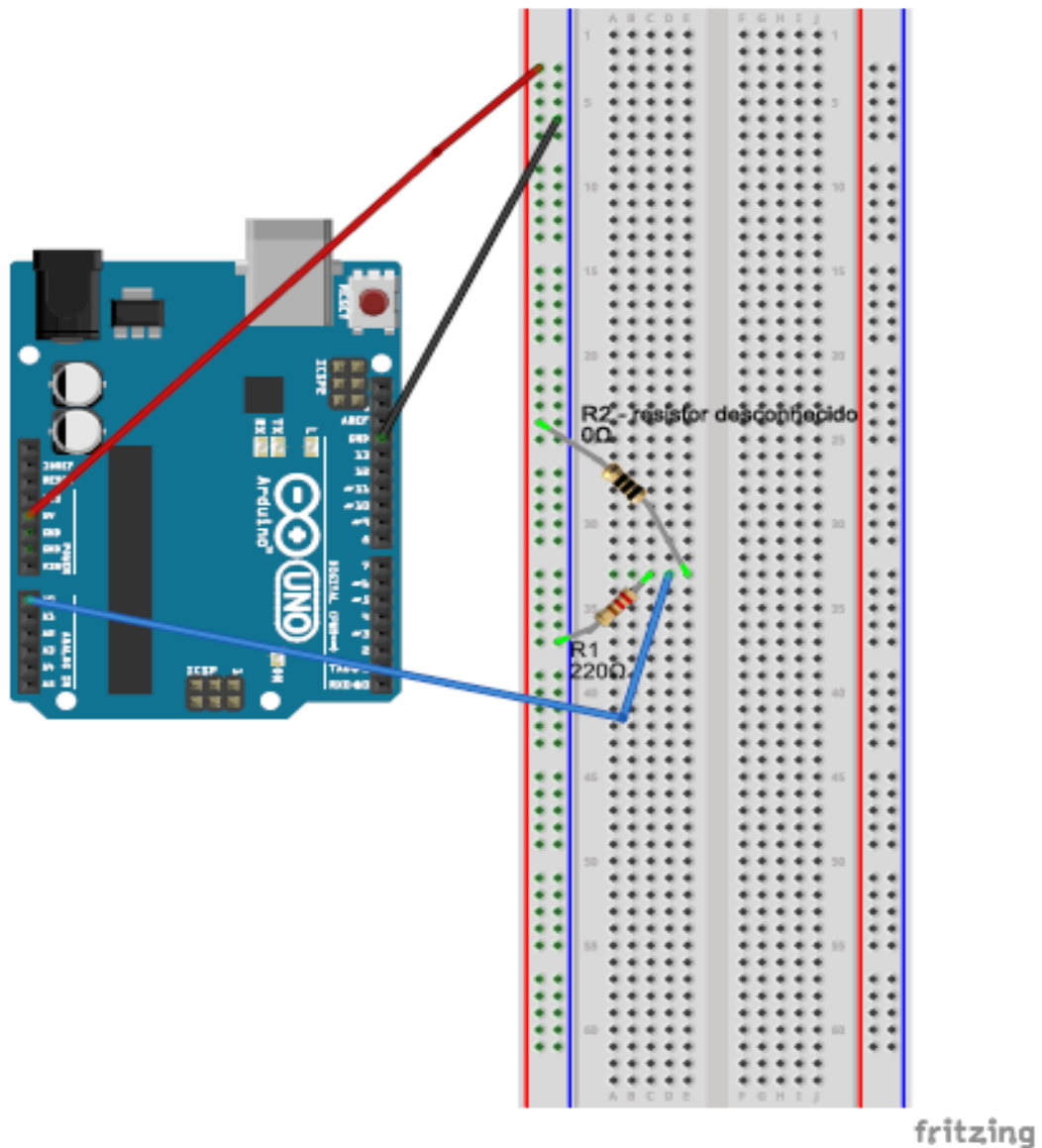
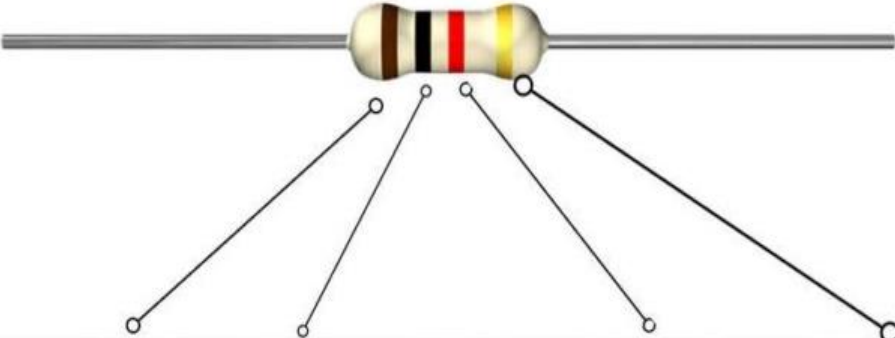


Tabela 1 - tabela de comparação entre valor teórico e valor encontrado

Valor teórico (Código de cores)	Valor encontrado no experimento

Código de cores de resistores



Cor	1° faixa	2° faixa	3° faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x1	
Marrom	1	1	1	x10	1%
Vermelho	2	2	2	x100	2%
Laranja	3	3	3	x1k	
amarelo	4	4	4	x10k	
Verde	5	5	5	x100k	.5%
Azul	6	6	6	x1M	.25%
Lilas	7	7	7	x10M	.1%
Cinza	8	8	8		.05%
Branco	9	9	9		
Dourado			x0,1	x.1	.5%
Prata			x0,01	x0.1	.10%

Montagem da prática experimental 2- potenciômetro (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

- Passo 1:

Conecte o potenciômetro na protoboard, de modo que cada terminal ocupe uma linha de pontos de ligação diferentes.

- Passo 2:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos terminais dos extremos do potenciômetro de modo a estarem na mesma linha de pontos de ligação.

- Passo 3:

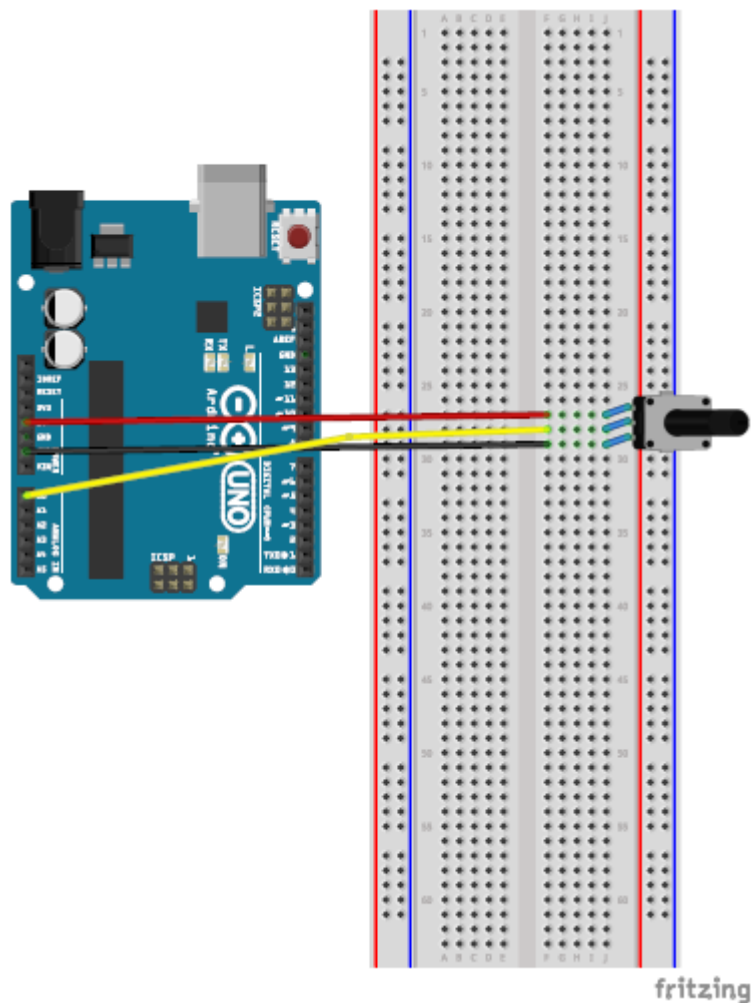
Agora conecte um jumper à mesma linha dos pontos de ligação em que se encontra o terminal central do potenciômetro. A outra extremidade do jumper, conecta no pino analógico A0.

- Ao concluir todos os passos de montagem e auxiliado pelo professor, conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

- Passo 4:

Agora, com o circuito montado, e a IDE com o sketch da prática funcionando, acesse o monitor serial, e observe como o potenciômetro funciona ao variar a sua resistência.

Montagem da prática experimental 2



APÊNDICE H – Roteiro da prática para o professor - Resistores

Nº de aulas: 2

Tempo de uma aula: 50 minutos

Tema: Resistores

Subtema: Resistores fixos e variáveis (potenciômetros)

Justificativa do tema:

Num circuito elétrico são utilizados vários tipos de componentes elétricos. Sendo os resistores um dos principais elementos de circuitos, devido a sua grande versatilidade e utilização na eletrônica, torna-se importante conhecer as suas características de funcionamento.

Objetivos Geral:

- Conhecer um dos principais componentes elétricos: o resistor.

Objetivos Específicos:

- Conhecer os tipos de resistores.
- Saber identificar o valor da resistência de um resistor.

Materiais utilizados:

- 1 Potenciômetro de 10K ohm;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 3 resistores de diferentes valores de resistência;
- 1 Placa protoboard;
- Jumpers;
- Arduino Uno;
- Cabo USB;
- Computador com Arduino IDE;

Montagem da prática experimental 1- ohmímetro (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

● Passo 1:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard.

● Passo 2:

Conecte um dos terminais do resistor de 220 ohms no barramento de terra da protoboard. O outro terminal conecta em qualquer ponto de ligação.

● Passo 3:

Agora conecte um jumper à mesma linha dos pontos de ligação em que se encontra o terminal do resistor de 220 ohms. A outra extremidade do jumper, conecta no pino analógico A0.

● Passo 4:

Para finalizar a montagem do circuito, conecte um resistor de resistência desconhecida da seguinte maneira: um terminal conecta na mesma linha de pontos de ligação em que se encontram o terminal do resistor de 220 ohms e o jumper do pino analógico A0 e o outro terminal no barramento de alimentação da protoboard.

- Passo 5:

Agora, com o circuito montado, encontre o valor das resistências de 3 resistores desconhecidos, e compare no quadro abaixo com o valor teórico de acordo com o código de cores dos resistores.

- Ao concluir todos os passos de montagem, auxiliar os alunos, a conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

Montar o seguinte experimento ajudando e cooperando com o grupo de alunos, discutindo sobre o seu funcionamento e ajudando-os a preencher a tabela da prática.

Montagem da prática experimental 1

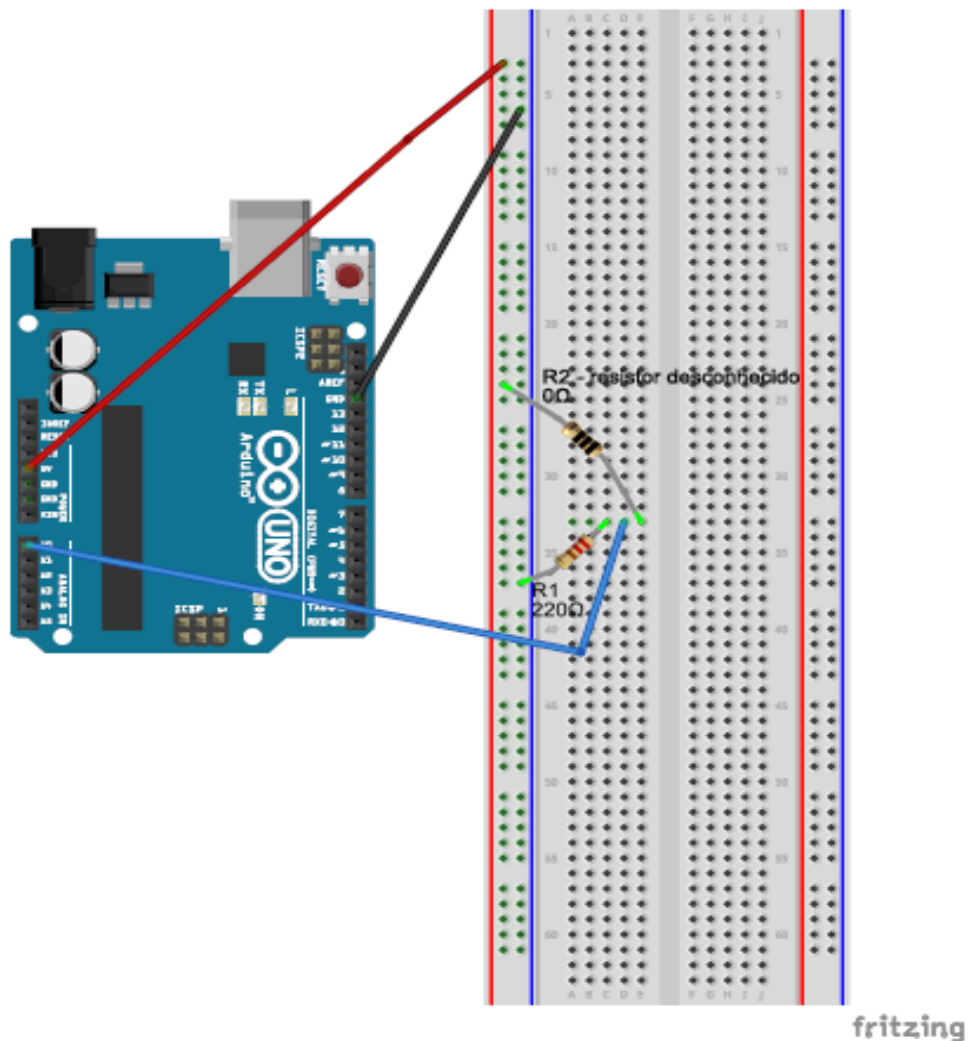
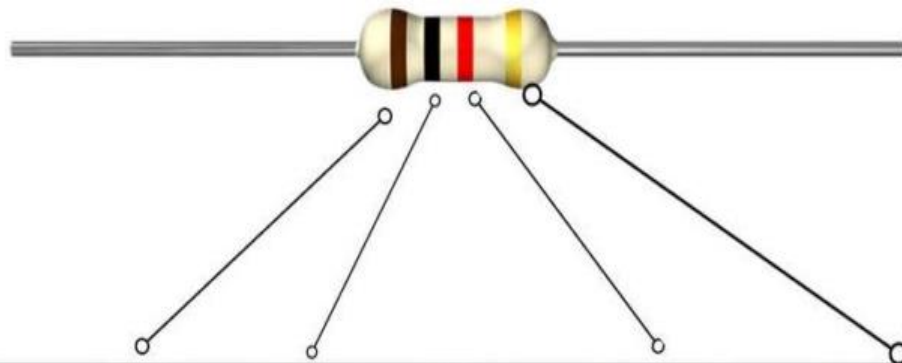


Tabela 1 - tabela de comparação entre valor teórico e valor encontrado

Valor teórico (Código de cores)	Valor encontrado no experimento

Código de cores de resistores



Cor	1° faixa	2° faixa	3° faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	x1	
Marrom	1	1	1	x10	1%
Vermelho	2	2	2	x100	2%
Laranja	3	3	3	x1k	
amarelo	4	4	4	x10k	
Verde	5	5	5	x100k	.5%
Azul	6	6	6	x1M	.25%
Lilas	7	7	7	x10M	.1%
Cinza	8	8	8		.05%
Branco	9	9	9		
Dourado			x0,1	x.1	.5%
Prata			x0,01	x0.1	.10%

Metodologia:

- Dividir a sala em grupos e aplicar o questionário com os conhecimentos prévios, para posterior debate com a turma.
- Introduzir a aula, com o debate das respostas dos grupos ao questionário de conhecimentos prévios, e então iniciar a aula do tema a ser trabalhado, ensinando os conceitos em relação ao conteúdo.
- Agora auxiliar os alunos na montagem do experimento, estipulando um tempo de 10 a 20 minutos para realização do experimento.
- Nesta etapa, peça para que o grupo de alunos determine o valor da resistência de três resistores através da leitura do código de cores inscritos no resistor. E coloque o valor encontrado no quadro correspondente na tabela.

- Logo após a etapa anterior, faça a medição da resistência dos mesmos três resistores no ohmímetro com o Arduino e coloque o valor encontrado no quadro correspondente na tabela.
- Ao final debater com os alunos sobre a prática e como ela se relaciona com os dispositivos da vida diária.

Montagem da prática experimental 2- potenciômetro (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito na protoboard.

- **Passo 1:**

Conecte o potenciômetro na protoboard, de modo que cada terminal ocupe uma linha de pontos de ligação diferentes.

- **Passo 2:**

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos terminais dos extremos do potenciômetro de modo a estarem na mesma linha de pontos de ligação.

- **Passo 3:**

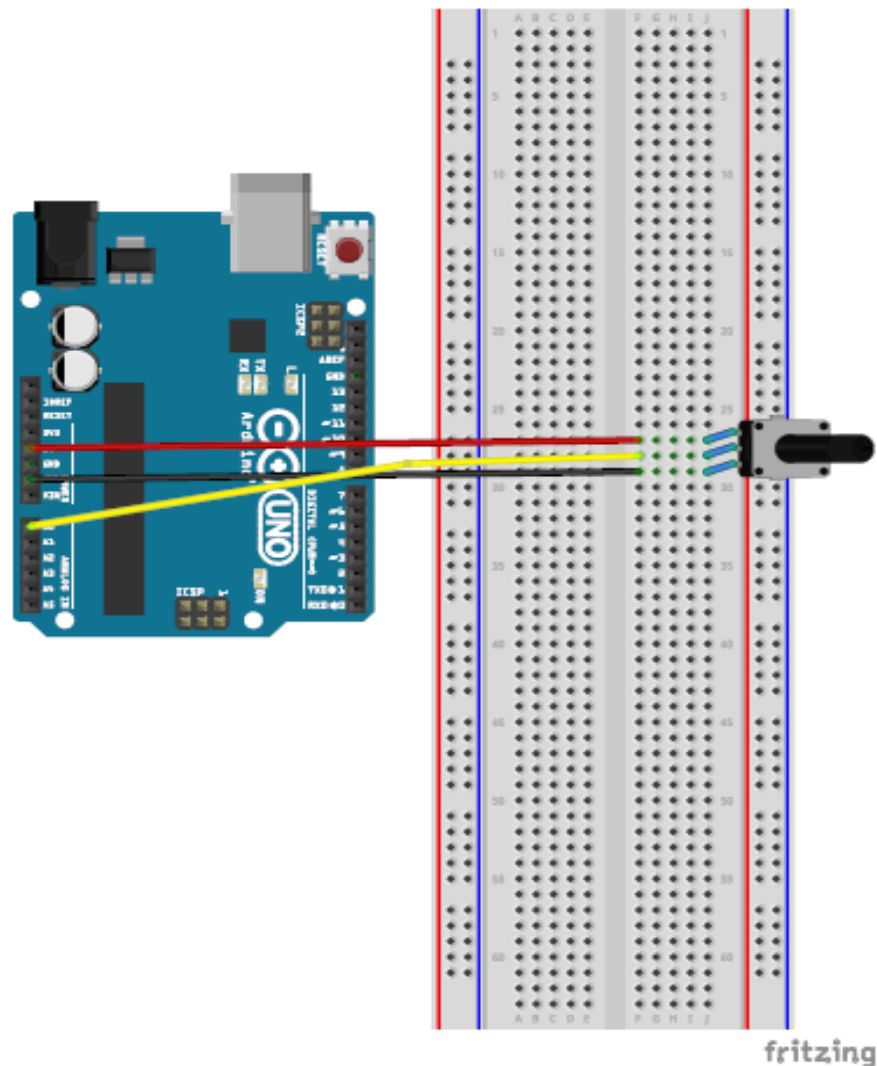
Agora conecte um jumper à mesma linha dos pontos de ligação em que se encontra o terminal central do potenciômetro. A outra extremidade do jumper, conecta no pino analógico A0.

- Ao concluir todos os passos de montagem e auxiliado pelo professor, conectar o Arduino ao computador e carregar a IDE com o sketch da prática experimental.

- **Passo 4:**

Agora, com o circuito montado, e a IDE com o sketch da prática funcionando, acesse o monitor serial, e observe como o potenciômetro funciona ao variar a sua resistência.

Montagem da prática experimental 2

**Metodologia:**

- Dividir a sala nos mesmos grupos já formados anteriormente.
- Agora auxiliar os alunos na montagem do experimento, estipulando um tempo de 10 a 20 minutos para realização do experimento.
- Ao executar o experimento, os alunos devem observar a variação da ddp sobre o potenciômetro pelo monitor serial do Arduino, essa variação da ddp ocorre devido a variação da resistência do potenciômetro.
- No decorrer do experimento, comente sobre as características do potenciômetro.
- Aplicar o questionário de verificação da aprendizagem com os grupos ao final da prática experimental.
- Ao final debater com os alunos sobre a prática e como ela se relaciona com os dispositivos da vida diária.

APÊNDICE I – Sketch da prática experimental – Resistores

Código dos experimentos: (lembrando, que basta apenas copiar e colar na IDE do Arduino, e seguir os passos descritos na seção Componentes e conceitos físicos)

Sketch da prática experimental 1- ohmímetro

```
void setup() {
  // Cria a comunicação serial para exibir os valores no monitor serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Mede o valor de 0 a 1023 e converte para tensão
  // o (float) faz um coerção, pois o comando analogRead retorna um número inteiro e a
  // tensão é um float
  float tensao = (float)analogRead(A0)*5/1023;

  // Converte a tensao para resistencia
  float R1 = (220*5 - tensao*220)/tensao;

  // Exibe o valor de R1
  Serial.print(" Valor de R1 = ");
  Serial.print(R1);
  Serial.println(" ohm");

  // Cria um pequeno atraso entre cada medição
  delay(1000);
}
```

Sketch da prática experimental 2 - potenciômetro

```
// Obtendo a leitura da ddp sobre um potenciômetro
#define sensorPin A0 // define entrada analógica A0
int sensorValue = 0; // variável inteiro igual a zero
float voltage; // variável número fracionário
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // monitor serial - velocidade 9600 Bps
  delay(100); // atraso de 100 milisegundos
}
void loop()
{
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // leitura da entrada analógica A0
  voltage = sensorValue * (5.0 / 1024); // cálculo da tensão
  Serial.print("Tensão do potenciometro: "); // imprime no monitor serial
  Serial.print(voltage); // imprime a tensão
  Serial.println("V"); // imprime no monitor serial
  delay(500); // atraso de 500 milisegundos
}
```

APÊNDICE J – Questionário de verificação da aprendizagem – Resistores



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário de verificação da aprendizagem

- 1) Qual a unidade de medida de resistência elétrica:
 - a) ohm(Ω);
 - b) ampere(A);
 - c) coulomb(C);
 - d) tesla(T);
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 2) Qual o valor da resistência de um resistor que possui as seguintes cores: laranja, amarelo e vermelho, respectivamente.
 - a) 2200 Ω ;
 - b) 5000 Ω ;
 - c) 3400 Ω ;
 - d) 1000 Ω ;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 3) Qual o valor da resistência e da tolerância de um resistor que possui as seguintes cores: marrom, preto, laranja e prata, respectivamente:
 - a) 100 $\Omega \pm 25\%$;
 - b) 1000 $\Omega \pm 5\%$;
 - c) 500 $\Omega \pm 10\%$;
 - d) 10000 $\Omega \pm 10\%$;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

- 4) Em circuitos resistivos existe o efeito de aquecimento, o qual denominamos de:
 - a) Efeito Joule;
 - b) Efeito resistência;
 - c) Efeito ohm;
 - d) Efeito de corrente;
 - e) Não sei opinar sobre o assunto.

APÊNDICE L – Questionário prévio – Associação de resistores



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário prévio

1) O que você entende por associação em série de resistores?

2) O que você entende por associação em paralelo de resistores?

3) Você sabe citar algum exemplo de aplicação da associação em série?

4) Você sabe citar algum exemplo de aplicação da associação em paralelo?

5) É possível obter um circuito que utilize os dois tipos de associações de resistores?

APÊNDICE M – Roteiro da prática para o grupo de alunos – Associação de resistores

Nº de aulas: 4

Tempo de uma aula: 50 minutos

Tema: Associação de resistores

Subtema: Associação em série e Associação em paralelo

Justificativa do tema:

Em muitas situações práticas não é possível encontrar um determinado valor de resistência para um resistor, para solucionar essa dificuldade utiliza-se a associação de resistores. Além disso o tema é uma ótima aplicação da 1ª lei de OHM.

Objetivo Geral:

- Conhecer de que forma os resistores podem ser associados.

Objetivos Específicos:

- Conhecer as características da associação em série.
- Conhecer as características da associação em paralelo.

Materiais utilizados:

- 1 resistor de 10000 ohm;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 1 Placa protoboard;
- 1 LED vermelho (de preferência);
- Jumpers;
- 1 Arduino Uno;
- 1 Cabo USB;
- 1 Computador;
- 1 Multímetro;

Montagem da prática experimental 1- Associação em série (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito da **Montagem 1- série** na protoboard.

● Passo 1:

Conecta o LED na protoboard, colocando o terminal maior do LED no barramento de alimentação, e o outro terminal menor em qualquer ponto de ligação.

● Passo 2:

Conecte um dos terminais do resistor de 220 ohms na mesma linha de pontos de ligação que está o terminal menor do LED. Outro terminal do resistor conecte no barramento da terra da protoboard.

● Passo 3:

Agora conecte o Arduino no computador e meça com o multímetro a ddp fornecida pelo Arduino, seguindo as orientações do professor orientador da atividade. E depois anote o valor obtido na tabela.

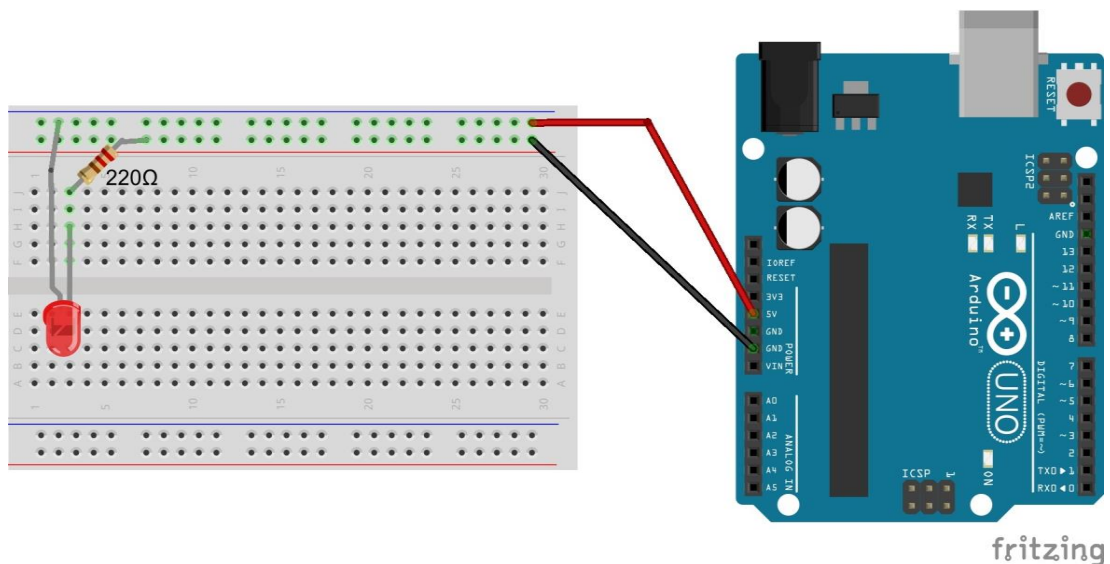
- Passo 4:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.

- Passo 5:

Agora o Arduino alimentará o circuito, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

Montagem 1 - associação em série



- Passo 6:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem 1

	LED	Resistor(220ohms)	Soma das tensões (LED + Resistor)
Tensão medidas (V)			
Tensão de alimentação – Arduino (V)			

Montagem do circuito da **Montagem 2 - série** na protoboard.

- Passo 1:

Desconecte os jumpers dos barramentos de alimentação e terra da protoboard. Depois retire o terminal do resistor de 220 ohms do barramento terra, e coloque em qualquer linha de pontos de ligação.

- Passo 2:

Conecte agora no circuito um resistor de 10000 ohms, colocando um dos terminais na mesma linha de pontos de ligação no qual está o terminal do resistor de 220 ohms, que você retirou do barramento terra.

- Passo 3:

O outro terminal do resistor de 10000 ohms conecte no barramento terra da protoboard.

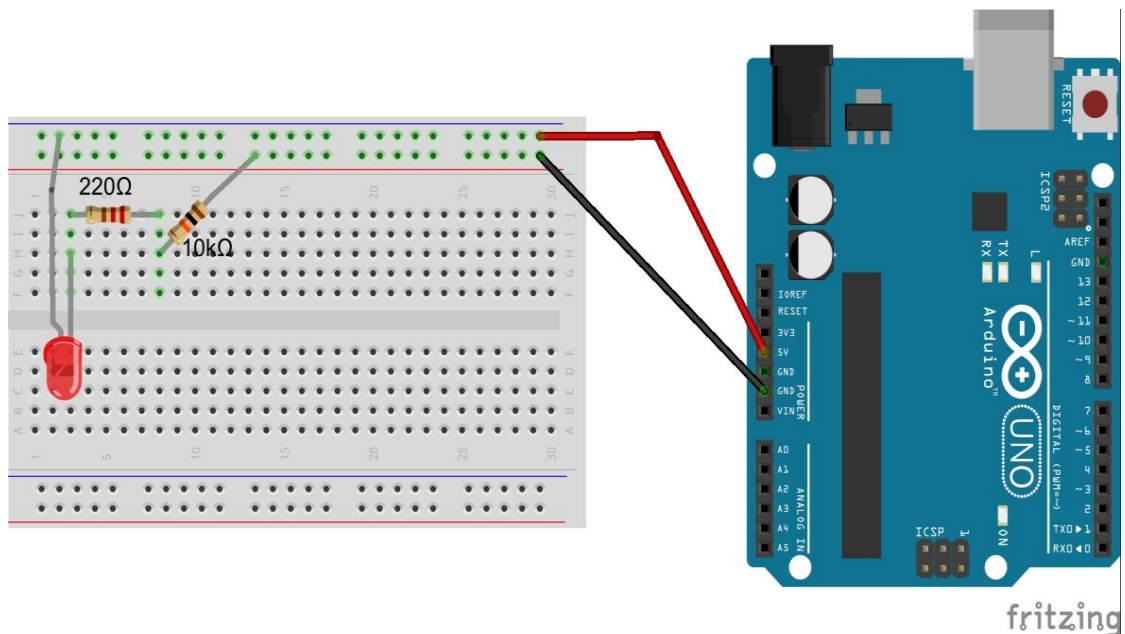
- Passo 4:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.

- Passo 5:

Agora conecte o Arduino ao computador através do cabo USB, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

Montagem 2 - associação em série



- Passo 6:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms, do resistor de 10000 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem 2

	LED	Resistor(220 Ω)	Resistor (10 K Ω)	Soma das tensões (LED + Resistores)
Tensão medidas (V)				
Tensão de alimentação – Arduino (V)*				

• Passo 7:

Retire os jumpers de alimentação e o LED da protoboard e meça com o multímetro o valor da resistência equivalente do circuito como demonstrado na figura abaixo. Calcule também o valor teórico e depois anote na tabela.

Medindo a resistência equivalente da associação em série

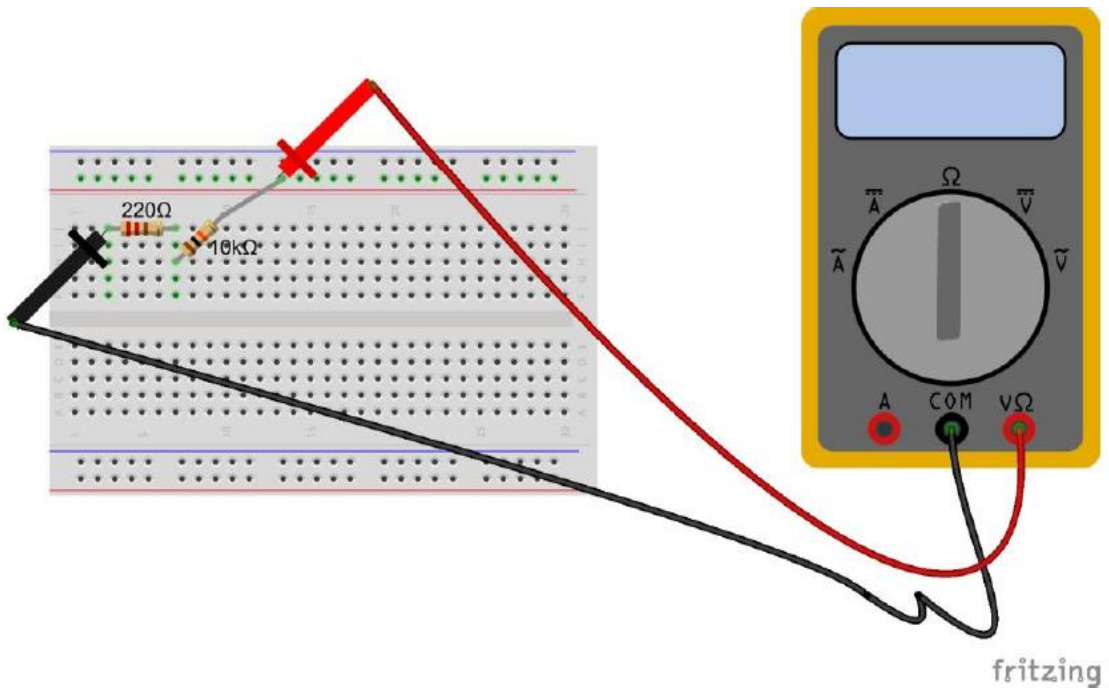


Tabela da resistência equivalente em série

	Resistência equivalente em série
Valor teórico	
Valor medido	

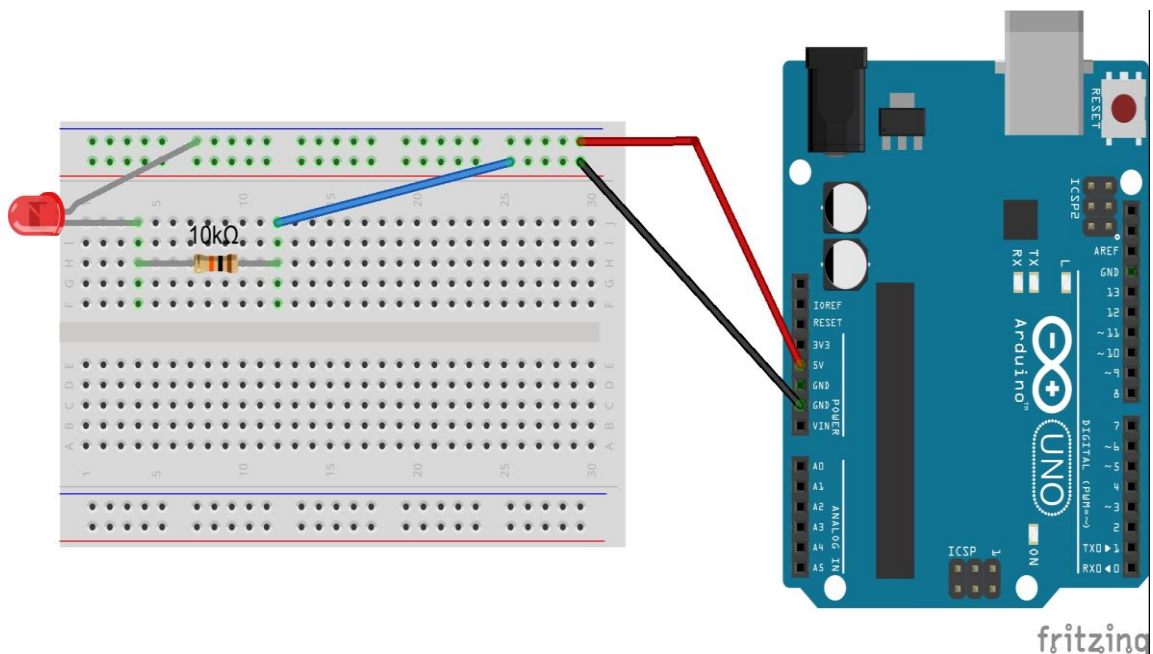
* Utilize sempre para a tensão de alimentação do Arduino a tensão encontrada no experimento Montagem1 - série.

Montagem da prática experimental 2 - Associação em paralelo (Análise a figura do circuito montado):

-Inicialmente monta-se o circuito da **Montagem 1- paralelo** na protoboard.

- Passo 1:
Conecta o LED na protoboard, colocando o terminal maior do LED no barramento de alimentação, e o outro terminal menor em qualquer linha de pontos de ligação.
- Passo 2:
Conecte um dos terminais do resistor de 10000 ohms na mesma linha de pontos de ligação que está o terminal menor do LED. Outro terminal do resistor conecte em qualquer linha de pontos de ligação.
- Passo 3:
Antes de conectar o Arduino na protoboard, conecte o terminal do resistor que está só na linha de pontos de ligação ao barramento terra utilizando um jumper.
- Passo 4:
Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.
- Passo 5:
Agora conecte o Arduino ao computador através do cabo USB, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

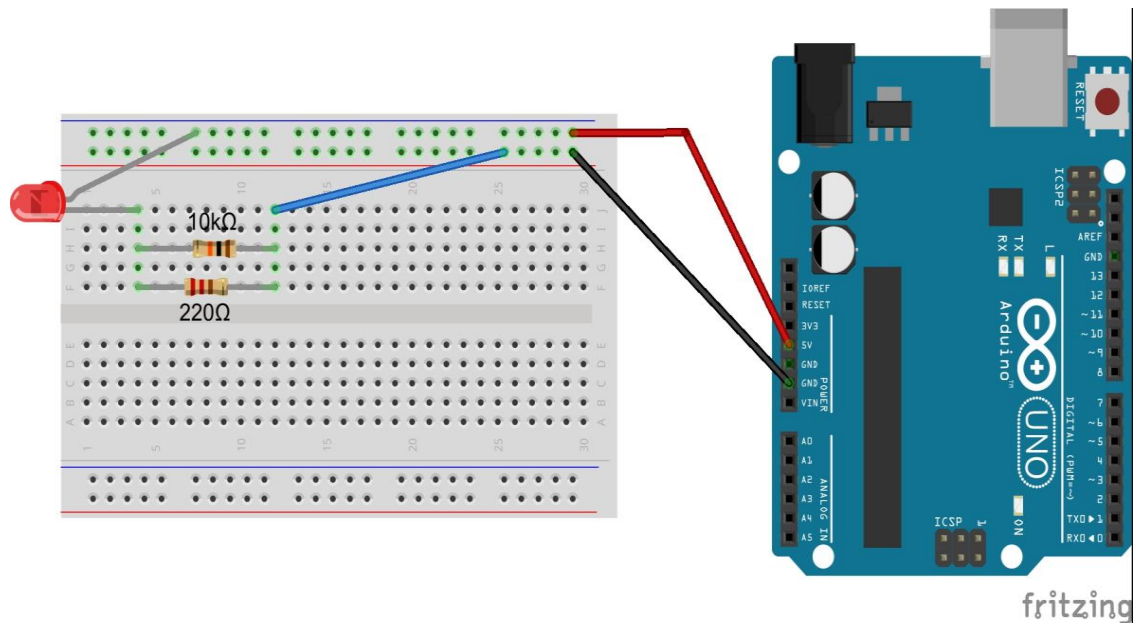
Montagem 1 - associação em paralelo



- Passo 6:
Agora conecte ao circuito um resistor de 220 ohms, da seguinte forma:

Coloque os seus terminais na mesma linha de pontos de ligação dos terminais do resistor de 10000 ohms, como pode ser visualizado na figura da **montagem 2**. Observe o que acontece com o brilho do LED.

Montagem 2 - associação em paralelo



- Passo 7:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms, no resistor de 10000 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem – associação em paralelo

	LED	Resistor (220Ω e 10KΩ)	Soma das tensões (LED + Resistores)
Tensão medidas (V)			
Tensão de alimentação – Arduino (V)			

- Passo 8:

Desconecte os jumpers de alimentação, e também o outro jumper que liga a associação de resistores ao barramento do terra da protoboard.

- Passo 9:

Meça com o multímetro o valor da resistência equivalente do circuito como demonstrado na figura abaixo, coloque as pontas de prova tanto no resistor de 10kΩ como no de 220Ω. Calcule também o valor teórico e depois anote na tabela.

Medindo a resistência equivalente da associação em paralelo

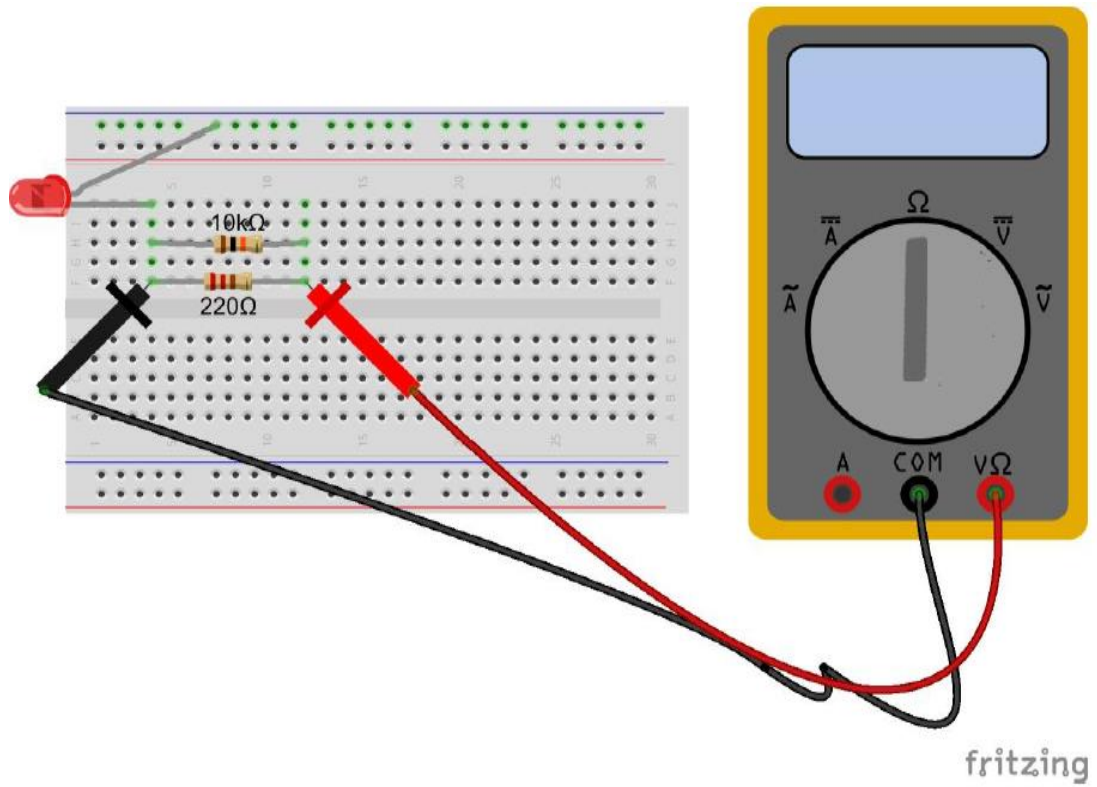


Tabela da resistência equivalente em paralelo

	Resistência equivalente em série
Valor teórico	
Valor medido	

APÊNDICE N – Roteiro da prática para o professor – Associação de resistores**Nº de aulas:** 4**Tempo de uma aula:** 50 minutos**Tema:** Associação de resistores**Subtema:** Associação em série e Associação em paralelo**Justificativa do tema:**

Em muitas situações práticas não é possível encontrar um determinado valor de resistência para um resistor, para solucionar essa dificuldade utiliza-se a associação de resistores. Além disso o tema é uma ótima aplicação da 1ª lei de OHM.

Objetivo Geral:

- Conhecer de que forma os resistores podem ser associados.

Objetivos Específicos:

- Conhecer as características da associação em série.
- Conhecer as características da associação em paralelo.

Materiais utilizados:

- 1 resistor de 10000 ohm;
- 1 resistor de 220 ohm;
- 1 Placa protoboard;
- 1 LED vermelho (de preferência);
- Jumpers;
- 1 Arduino Uno;
- 1 Cabo USB;
- 1 Computador;
- 1 Multímetro;

Montagem da prática experimental 1- Associação em série (Análise a figura do circuito montado):

- Ao concluir todos os passos de montagem, auxiliar os alunos, a conectar o Arduino ao computador. Neste experimento o Arduino será utilizado como uma fonte de ddp, ou seja, uma bateria. Por este motivo o experimento não possui um sketch.

Montar o seguinte experimento ajudando e cooperando com o grupo de alunos, discutindo sobre o seu funcionamento e ajudando-os a preencher a tabela da prática.

-Inicialmente monta-se o circuito da **Montagem 1- série** na protoboard.

● Passo 1:

Conecta o LED na protoboard, colocando o terminal maior do LED no barramento de alimentação, e o outro terminal menor em qualquer ponto de ligação.

- Passo 2:

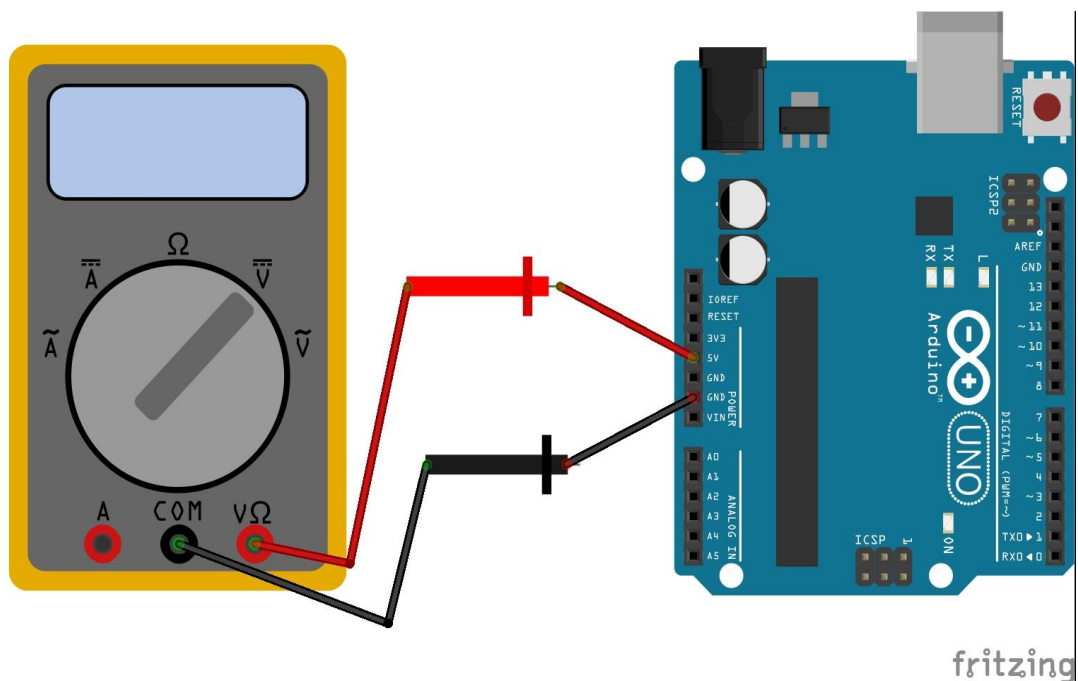
Conecte um dos terminais do resistor de 220 ohms na mesma linha de pontos de ligação que está o terminal menor do LED. Outro terminal do resistor conecte no barramento da terra da protoboard.

- Passo 3:

Agora conecte o Arduino no computador e meça com o multímetro a ddp fornecida pelo Arduino, seguindo as orientações do professor orientador da atividade. E depois anote o valor obtido na tabela.

Neste passo 3, deve-se proceder a medição da ddp, como demonstrado na figura abaixo:

Medindo a ddp fornecida pelo Arduino



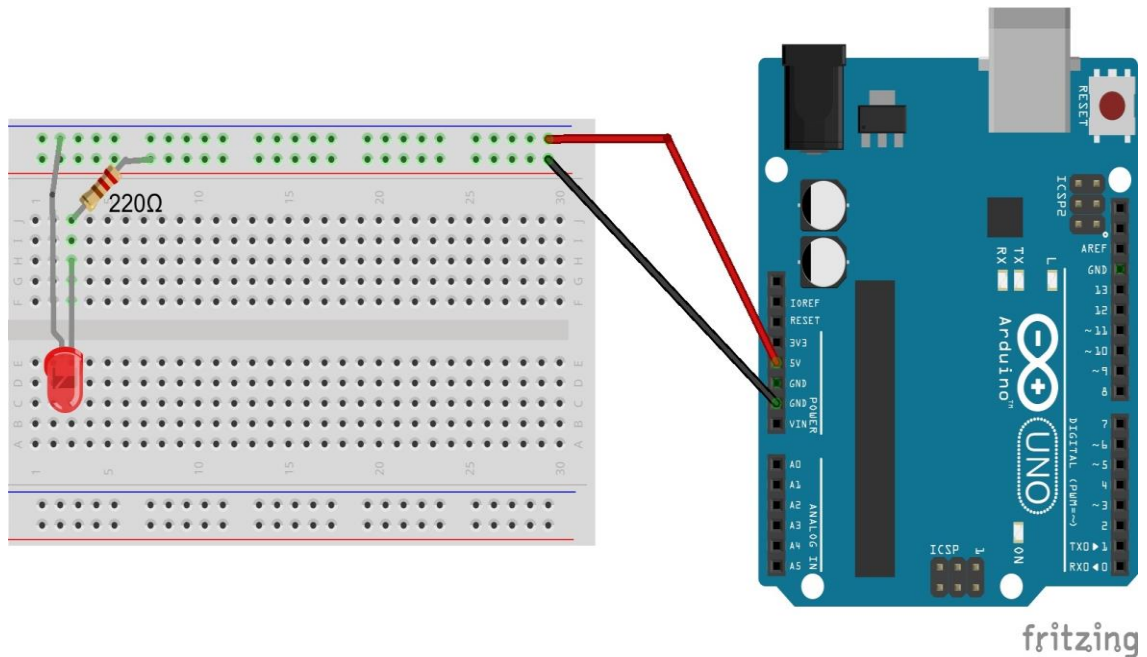
- Passo 4:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.

- Passo 5:

Agora o Arduino alimentará o circuito, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

Montagem 1 - associação em série



- Passo 6:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem 1- série

	LED	Resistor(220ohms)	Soma das tensões (LED + Resistor)
Tensão medidas (V)			
Tensão de alimentação – Arduino (V)			

Montagem do circuito da **Montagem 2 - série** na protoboard.

- Passo 1:

Desconecte os jumpers dos barramentos de alimentação e terra da protoboard. Depois retire o terminal do resistor de 220 ohms do barramento terra, e coloque em qualquer linha de pontos de ligação.

- Passo 2:

Conecte agora no circuito um resistor de 10000 ohms, colocando um dos terminais na mesma linha de pontos de ligação no qual está o terminal do resistor de 220 ohms, que você retirou do barramento terra.

- Passo 3:

O outro terminal do resistor de 10000 ohms conecte no barramento terra da protoboard.

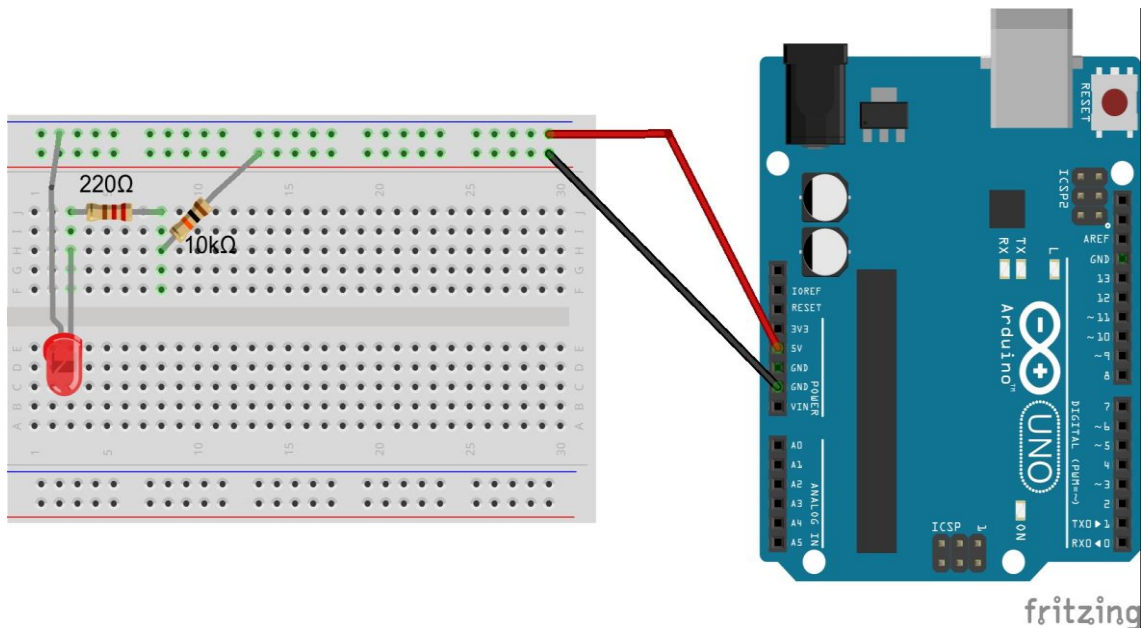
- Passo 4:

Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.

- Passo 5:

Agora conecte o Arduino ao computador através do cabo USB, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

Montagem 2 - associação em série



- Passo 6:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms, do resistor de 10000 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem 2 - série

	LED	Resistor(220Ω)	Resistor (10 KΩ)	Soma das tensões (LED + Resistores)
Tensão medidas (V)				
Tensão de alimentação – Arduino (V)*				

- Passo 7:

Retire os jumpers de alimentação e o LED da protoboard e meça com o multímetro o valor da resistência equivalente do circuito como demonstrado na figura abaixo. Calcule também o valor teórico e depois anote na tabela.

* Utilize sempre para a tensão de alimentação do Arduino a tensão encontrada no experimento Montagem1 - série.

Medindo a resistência equivalente da associação em série

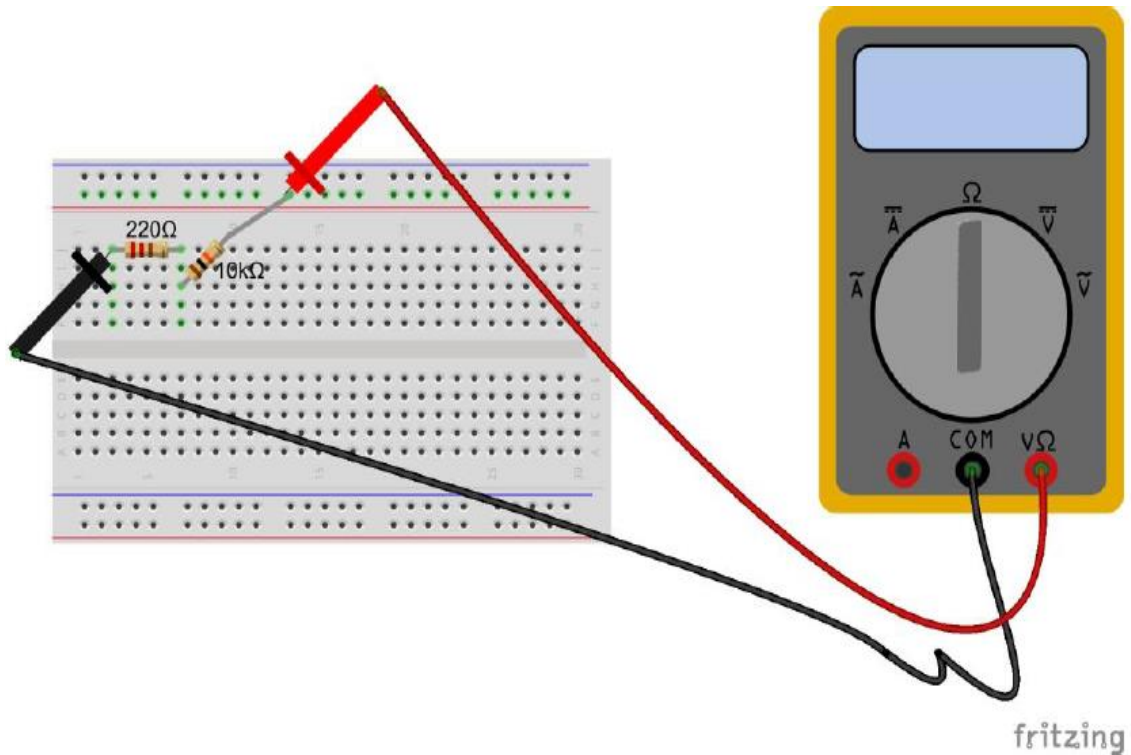


Tabela da resistência equivalente em série

	Resistência equivalente em série
Valor calculado	
Valor medido	

Metodologia:

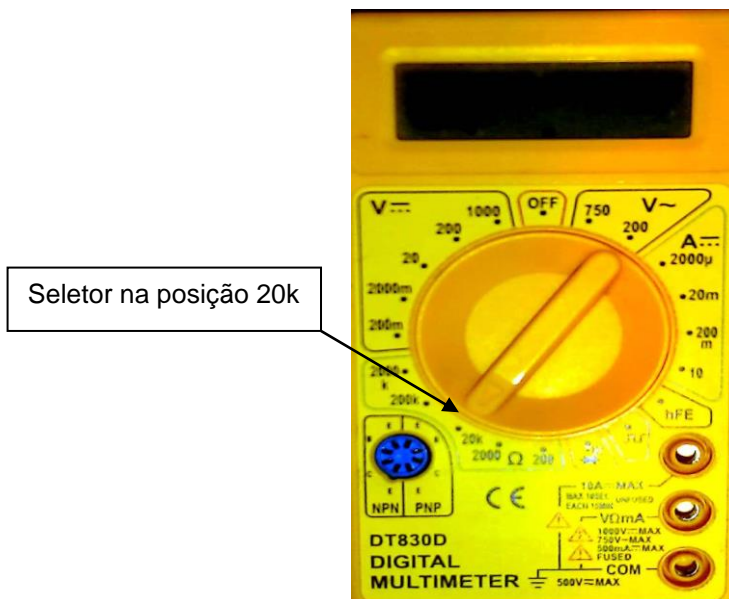
- Dividir a sala em grupos e aplicar o questionário com os conhecimentos prévios, para posterior debate com a turma.
- Introduzir a aula, com o debate das respostas dos grupos ao questionário de conhecimentos prévios, e então iniciar a aula do tema a ser trabalhado, ensinando os conceitos em relação ao conteúdo.
- Agora auxiliar os alunos na montagem do experimento, estipulando um tempo de 10 a 20 minutos para realização do experimento.

Observação:

- 1. Ao medir o valor das ddp's dos componentes, assim como a ddp fornecida pelo Arduino, quando a prática solicitar, o seletor deve estar na região de voltagem DC do multímetro na posição 20(20 volts), ver figura abaixo.



- 2. Ao medir o valor da resistência equivalente em série, quando a prática solicitar, o seletor deve estar na região de resistência do multímetro na posição 20k(20k Ω), ver figura abaixo.



Montagem da prática experimental 2 - Associação em paralelo (Análise a figura do circuito montado):

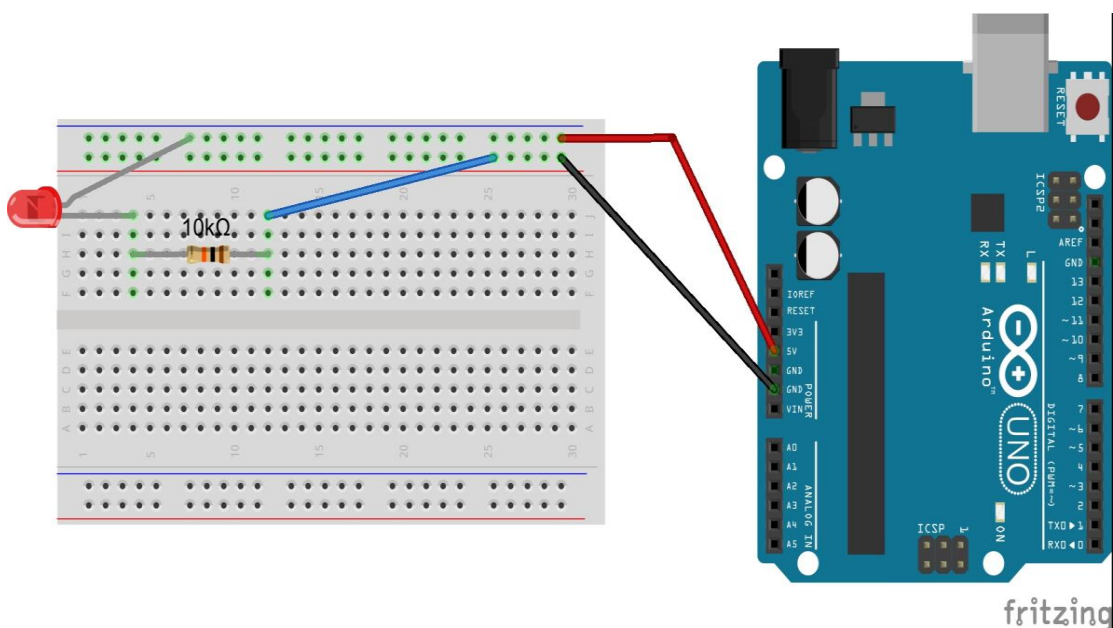
- Ao concluir todos os passos de montagem, auxiliar os alunos, a conectar o Arduino ao computador. Neste experimento o Arduino será utilizado como uma fonte de ddp, ou seja, uma bateria. Por isso este experimento não possui um sketch.

Montar o seguinte experimento ajudando e cooperando com o grupo de alunos, discutindo sobre o seu funcionamento e ajudando-os a preencher a tabela da prática.

- Inicialmente monta-se o circuito da **Montagem 1- paralelo** na protoboard.

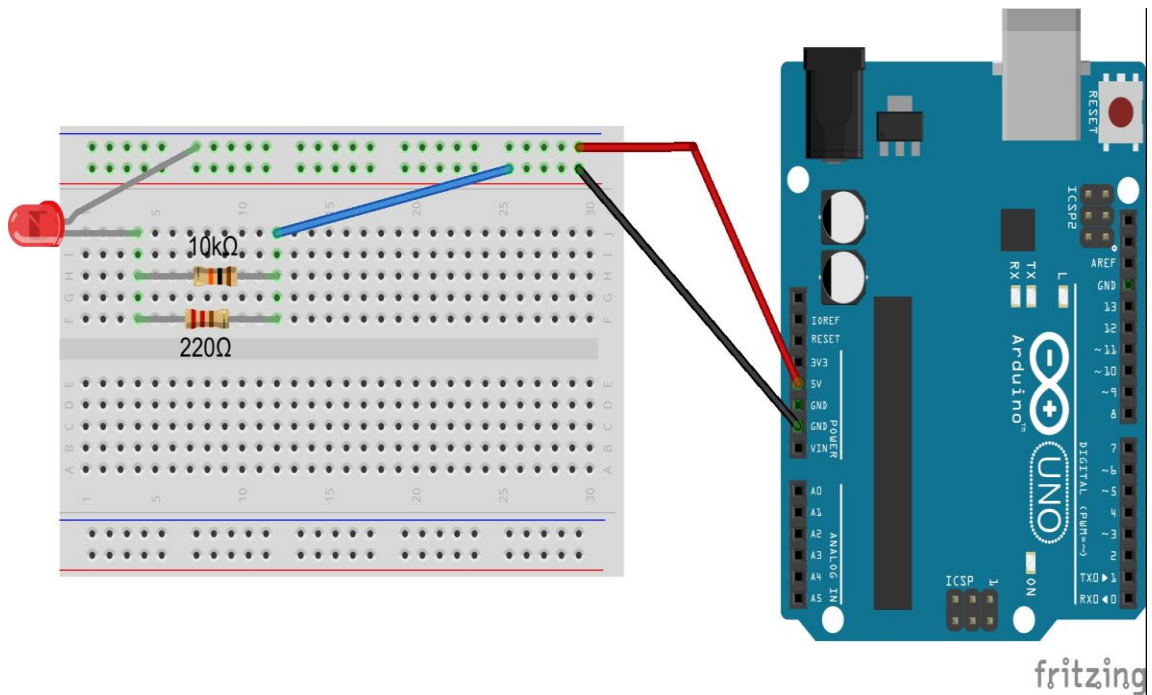
- Passo 1:
Conecta o LED na protoboard, colocando o terminal maior do LED no barramento de alimentação, e o outro terminal menor em qualquer linha de pontos de ligação.
- Passo 2:
Conecte um dos terminais do resistor de 10000 ohms na mesma linha de pontos de ligação que está o terminal menor do LED. Outro terminal do resistor conecte em qualquer linha de pontos de ligação.
- Passo 3:
Antes de conectar o Arduino na protoboard, conecte o terminal do resistor que está só na linha de pontos de ligação ao barramento terra utilizando um jumper.
- Passo 4:
Ligue os sinais de alimentação (pino de 5V) e terra (pino GND) do Arduino aos barramentos de alimentação e terra da protoboard, respectivamente.
- Passo 5:
Agora conecte o Arduino ao computador através do cabo USB, pois desta vez o Arduino terá a função de bateria, para fornecer ddp ao circuito.

Montagem 1 - associação em paralelo



- Passo 6:
Agora conecte ao circuito um resistor de 220 ohms, da seguinte forma: Coloque os seus terminais na mesma linha de pontos de ligação dos terminais do resistor de 10000 ohms, como pode ser visualizado na figura da **montagem 2**. Observe o que acontece com o brilho do LED.

Montagem 2 - associação em paralelo



- Passo 7:

Meça com o multímetro a ddp nos terminais do resistor de 220 ohms, no resistor de 10000 ohms e do LED, e depois o valor encontrado anote na tabela.

Tabela referente a montagem – associação em paralelo

	LED	Resistor (220Ω e 10KΩ)	Soma das tensões (LED + Resistores)
Tensão medidas (V)			
Tensão de alimentação – Arduino (V)			

- Passo 8:

Desconecte o jumper que liga os resistores ao barramento do terra da protoboard.

- Passo 9:

Meça com o multímetro o valor da resistência equivalente do circuito como demonstrado na figura abaixo, coloque as pontas de prova tanto no resistor de 10kΩ como no de 220Ω. Calcule também o valor teórico e depois anote na tabela.

Medindo a resistência equivalente da associação em paralelo

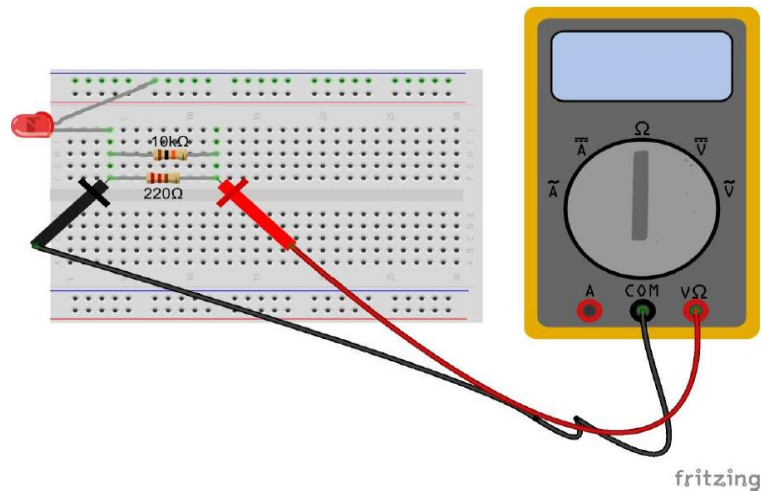


Tabela da resistência equivalente em paralelo

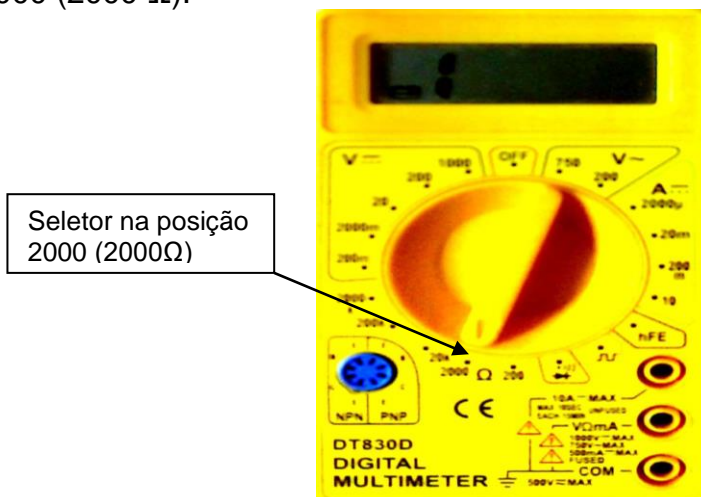
	Resistência equivalente em série
Valor teórico	
Valor medido	

Metodologia:

- Dividir a sala em grupos, mantendo os grupos já formados anteriormente.
- Iniciar a aula do tema a ser trabalhado, ensinando os conceitos em relação ao conteúdo.
- Agora auxiliar os alunos na montagem do experimento, estipulando um tempo de 10 a 20 minutos para realização do experimento.

• Observação:

- 1. Ao medir o valor das ddp's dos componentes quando a prática solicitar, o seletor na região de voltagem DC do multímetro na posição 20(20 volts).
- 2. Ao medir o valor da resistência equivalente em paralelo, quando a prática solicitar, o seletor do multímetro deve estar na região de resistência na posição 2000 (2000 Ω).



APÊNDICE O – Questionário de verificação da aprendizagem – Associação de resistores



Integrantes do grupo: _____

Turma: _____

Grupo: _____

Questionário de verificação da aprendizagem

Se nos experimentos realizados sobre associação de resistores, tivéssemos usados dois resistores de valores iguais a 20Ω e 30Ω . Com base nesta suposição responda as questões 1 e 2.

1) Qual seria o valor da resistência equivalente em série?

- a) 100Ω ;
- b) 60Ω ;
- c) 50Ω ;
- d) 70Ω ;
- e) Não sei opinar sobre o assunto.

2) Qual seria o valor da resistência equivalente em paralelo, aproximadamente?

- a) 20Ω ;
- b) 12Ω ;
- c) 40Ω ;
- d) 24Ω ;
- e) Não sei opinar sobre o assunto.

3) Numa associação em série, tem dois resistores R_1 e R_2 . Sabendo que os resistores são alimentados por uma fonte de $9V$, e que a ddp em R_1 é $3,5V$. Qual a ddp do resistor R_2 ?

- a) $8V$;
- b) $5,5V$;
- c) $4V$;
- d) $6,5V$;
- e) Não sei opinar sobre o assunto.

4) Com relação à associação de resistores em paralelo, assinale a alternativa correta.

- a) A corrente elétrica é igual para todos os resistores.
- b) A tensão elétrica é igual para todos os resistores.
- c) A resistência equivalente é determinada pela soma das resistências individuais.
- d) A resistência equivalente é sempre maior do que a menor das resistências.
- e) Não sei opinar sobre o assunto.