

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino De Física

UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO


SOCIIDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA
UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO**

JOSÉ ALISSON FREITAS DE SOUSA

Mossoró

2018



ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA
UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO

JOSÉ ALISSON FREITAS DE SOUSA

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes – UFERSA

Mossoró

2018

Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

S725a Sousa, José Alisson Freitas de.

Abordagem experimental para aulas de circuitos de corrente contínua utilizando placa protoboard em turmas do ensino médio / José Alisson Freitas de Sousa. - 2018.
81 f. : il.

Orientadora: Luciana Angélica da Silva Nunes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Física, 2018.

1. Professores. 2. Física. 3. Experimentos. 4. Eletricidade.
5. Baixo custo. I. , Luciana Angélica da Silva Nunes, orient. II.
Título.

ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA
UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO

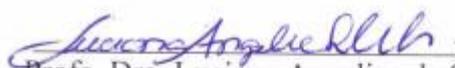
JOSÉ ALISSON FREITAS DE SOUSA

Orientadora:

Profa. Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 23 de março de 2018 por:



Prof. Dra. Luciana Angelica da Silva Nunes



Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima (UFRN)



Prof. Dr. Hudson Pacheco Pinheiro (UFERSA)



Prof. Dra. Jusciane da Costa e Silva (UFERSA)

Aos meus pais José Braga de Sousa e Elevina Freitas de Sousa, pois sem o esforço de ambos não seria possível alcançar mais esse nível de conhecimento na minha vida.

À minha esposa Sheyla Janaina de Sousa Barbosa que sempre esteve ao meu lado em todos os desafios que tivemos nesse período.

Ao meu irmão Adriano Freitas de Sousa que sempre serviu de inspiração e que sempre me ajudou quando precisei.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos meus pais, José Braga de Sousa e Elevina Freitas de Sousa por seus esforços e dedicação para que pudéssemos ter uma vida melhor.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido por ter fornecido toda sua estrutura, seus professores para que tivesse uma formação tão boa.

À Sociedade Brasileira de Física – SBF e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

À professora Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes por estar sempre disposta a ajudar, me orientando e sempre acreditando que eu era capaz.

Ao meu irmão Adriano Freitas de Sousa, que me deu força e incentivo, e com certeza não estaria concluindo essa etapa se não fosse por ele.

À minha esposa Sheyla Janaina de Sousa Barbosa por todo o apoio nesse processo tão conturbado.

A toda a turma de 2015 do polo da UFERSA, pois acabamos nos tornando uma unidade só.

Aos dois colegas Francisco Levi Pereira Braga e Frederico Moura por terem dividido tantas viagens engraçadas e hoje posso dizer que ganhei dois amigos.

Ao meu amigo Jayber Mendes, que me ajudou bastante na parte de eletrônica e sem o qual não teria desenvolvido esse trabalho.

“Na vida não existe nada a temer, mas a entender”.

Marie Curie.

RESUMO

Este trabalho traz uma proposta de abordagem experimental para o ensino de circuitos elétricos, utilizando uma placa de Protoboard e elementos simples como LEDs e um multímetro, abordado no Ensino Médio. Ele visa uma complementação da parte teórica utilizando recursos a preços acessíveis e que abordam toda a extensão desse conteúdo. Uma de suas vantagens é que, por ser compacto, pode ser portado sendo possível sua demonstração em qualquer local, o que é ideal para escolas que não possuem laboratório ou quando o mesmo não é funcional. Durante a condução de produção e aplicação do material, pudemos perceber, além da melhoria de rendimento das turmas, um aumento na motivação dos discentes e docentes para os assuntos tratados. Esse resultado foi obtido através da aplicação de várias práticas, contemplando mais de cem alunos e uma pesquisa com oito professores que trabalham em escolas públicas nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: Professores, Experimentos, Baixo custo, Física, Eletricidade.

ABSTRACT

This work presents a proposal for an experimental approach to the teaching of electrical circuits, using a Protoboard board and simple elements like LEDs and a multimeter, approached in High School. It aims at complementing the theoretical part using resources at affordable prices and addressing the full extent of this content. One of its advantages is because it can be compact, it can be taken to any location and its demonstration possible in any place, which is ideal for schools that do not have a laboratory or when it is not functional. During the conduction of production and application of the material we could see beyond the improvement of class performance an increase in the motivation of students and teachers for the subjects discussed. This result was obtained through the application of several practices involving more than one hundred students and a research with eight teachers working in public schools in the state of Ceará and Rio Grande do Norte.

Key words: Teachers, Experiments, Low cost, Physics, Electricity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DE UM CAPACITOR E SEU PROCESSO DE ARMAZENAMENTO DE CARGA ELÉTRICA	19
FIGURA 2: TIPOS DE CAPACITORES.....	21
FIGURA 3: CAPACITORES EM SÉRIE	22
FIGURA 4: CAPACITORES EM PARALELO	22
FIGURA 5: RESISTOR ÔHMICO.....	244
FIGURA 6: RESISTOR NÃO ÔHMICO.....	24
FIGURA 7: FACHADA DO COLÉGIO LICEU DO CEARÁ	26
FIGURA 8: RESPOSTA DE UM DOS DISCENTES PARA A QUESTÃO 1	30
FIGURA 9: RESPOSTA DE UM DOS DISCENTES PARA A QUESTÃO 2	311
FIGURA 10: RESPOSTA DE UM DOS DISCENTES PARA A QUESTÃO 4	322
FIGURA 11: RESPOSTA DE UM DOS DISCENTES PARA A QUESTÃO 4	32
FIGURA 12: RESPOSTA DE UM DOS DISCENTES PARA A QUESTÃO 6	366
FIGURA 13: MULTÍMETRO HIKARI HM - 1000	445
FIGURA 14: ESCOLHA DE ESCALA PARA MEDIDA DE TENSÃO	456
FIGURA 15: MEDIÇÃO DE TENSÃO DDP DA FONTE (PILHAS AA) DE UM CIRCUITO	457
FIGURA 16: ESCOLHA DA ESCALA PARA MEDIDA DE CORRENTES.....	467
FIGURA 17: MEDIÇÃO DE CORRENTE EM UMA LÂMPADA	478
FIGURA 18: ESCOLHA DA ESCALA PARA MEDIDA DE RESISTÊNCIAS	478
FIGURA 19: MEDIÇÃO DE CORRENTE EM UM RESISTOR	489
FIGURA 20: PLACA PROTOBOARD	51
FIGURA 21: REPRESENTAÇÃO DAS LIGAÇÕES INTERNAS NUMA PLACA PROTOBOARD.....	52
FIGURA 22: INSERÇÃO DE FIO EM PLACA PROTOBOARD	52
FIGURA 23: CONECTANDO UM LED A UMA PLACA PROTOBOARD	523
FIGURA 24: REPRESENTAÇÃO DE CIRCUITO EM PLACA PROTOBOARD	523
FIGURA 25: COMO MEDIR A DDP DA FONTE (PILHAS AA) DE UM CIRCUITO.....	546
FIGURA 26: CONEXÃO DE FONTE A UMA PLACA PROTOBOARD	557
FIGURA 27: INSERÇÃO DE LED EM PLACA PRONTOBOARD.....	557
FIGURA 28: INSERÇÃO DE NOVOS DISPOSITIVOS EM PLACA PROTOBOARD	568
FIGURA 29: REPRESENTAÇÃO DE CHAVE ACIONADA EM CIRCUITO ELÉTRICO EM PLACA PROTOBOARD	568
FIGURA 30: CIRCUITO RC COM LED.....	568
FIGURA 31: REPRESENTAÇÃO DE CIRCUITO RC COM ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES EM PARALELO	579
FIGURA 32: REPRESENTAÇÃO DE CIRCUITO RC COM ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES EM SÉRIE	579
FIGURA 33: CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES	61
FIGURA 34: CONEXÃO DE FONTE À PLACA PROTOBOARD.....	63
FIGURA 35: CONEXÃO DE UM LED À FONTE EM UMA PLACA PROTOBOARD.....	613
FIGURA 36: LEDs EM SÉRIE EM UM CIRCUITO NUMA PLACA PROTOBOARD.....	624
FIGURA 37: LEDs EM PARALELO EM UM CIRCUITO NUMA PLACA PROTOBOARD.....	624
FIGURA 38: LIGAÇÃO EM SÉRIE DE LED E RESISTOR DE $1k\Omega$ NUMA PLACA PROTOBOARD	635
FIGURA 39: LIGAÇÃO EM SÉRIE DE LED E RESISTOR DE 100Ω NUMA PLACA PROTOBOARD	635
FIGURA 40: CIRCUITO COM ASSOCIAÇÃO MISTA DE LEDS	646
FIGURA 41: CIRCUITO APÓS RETIRADA DE UM DOS LEDS	646
FIGURA 42: CIRCUITO APÓS NOVA MODIFICAÇÃO NA POSIÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE LEDS	646
FIGURA 43: CIRCUITOS EM SÉRIE	70
FIGURA 44: CIRCUITO EM SÉRIE DESCONECTADO	71
FIGURA 45: MEDIÇÃO DA CORRENTE COM ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE	71
FIGURA 46: MEDIÇÃO DA DDP DO LED EM UMA ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE COM RESISTOR DE $1k\Omega$	72

FIGURA 47: MEDIÇÃO DA DDP DO RESISTOR DE 1KΩ EM UMA ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE COM UM LED	72
FIGURA 48: MEDIÇÃO DA DDP DO LED EM UMA ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE EM UM REGISTOR DE 100Ω	73
FIGURA 49: MEDIÇÃO DA DDP DE UM REGISTOR DE 100Ω LIGADO EM SÉRIE COM UM LED	73
FIGURA 50: DOIS LEDS ASSOCIADOS EM PARALELO	74
FIGURA 51: DESCONECTANDO UM DOS LEDS O CIRCUITOS CONTINUA FUNCIONANDO	74
FIGURA 52: MEDIÇÃO DA CORRENTE DO LED ASSOCIADO EM PARALELO A OUTRO LED	75
FIGURA 53: MEDIÇÃO DA CORRENTE DO LED ASSOCIADO AO RESISTOR DE 1KΩ	76
FIGURA 54: MEDIÇÃO DA CORRENTE DO LED ASSOCIADO EM PARALELO COM O REGISTOR DE 100Ω	76
FIGURA 55: MEDIÇÃO DA DDP DE RESISTOR DE 100Ω EM UMA ASSOCIAÇÃO EM PARALELO	77
FIGURA 56: MEDIÇÃO DA DDP DO RESISTOR DE 1KΩ EM UMA ASSOCIAÇÃO PARALELA.	77
FIGURA 57: MEDIÇÃO DE DDP DO RESISTOR DE 100Ω EM UMA ASSOCIAÇÃO EM PARALELO	78
FIGURA 58: ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE COM CURTO CIRCUITO EM UM DOS LEDS	79

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: RESPOSTAS À QUESTÃO 1 - EXPERIMENTO 1	29
GRÁFICO 2: RESPOSTAS À QUESTÃO 3 - EXPERIMENTO 1	30
GRÁFICO 3: RESPOSTAS À QUESTÃO 3 - EXPERIMENTO 1	31
GRÁFICO 4: RESPOSTAS À QUESTÃO 4 - EXPERIMENTO 1	32
GRÁFICO 5: RESPOSTAS À QUESTÃO 5 - EXPERIMENTO 1	33
GRÁFICO 6: RESPOSTAS À QUESTÃO 1 - EXPERIMENTO 2	33
GRÁFICO 7: RESPOSTAS À QUESTÃO 2 - EXPERIMENTO 2	34
GRÁFICO 8: RESPOSTAS À QUESTÃO 3 - EXPERIMENTO 2	34
GRÁFICO 9: RESPOSTAS À QUESTÃO 4 - EXPERIMENTO 2	35
GRÁFICO 10: RESPOSTA À QUESTÃO 1 - QUESTIONÁRIO DOCENTES	37
GRÁFICO 11: RESPOSTA À QUESTÃO 2 - QUESTIONÁRIO DOCENTES	37
GRÁFICO 12: RESPOSTA À QUESTÃO 3 - QUESTIONÁRIO DOCENTES	38
GRÁFICO 13: RESPOSTA À QUESTÃO 4 - QUESTIONÁRIO DOCENTES	38
GRÁFICO 14: RESPOSTA À QUESTÃO 5 - QUESTIONÁRIO DOCENTES	39

SUMÁRIO

Capítulo 1 Introdução.....	12
Capítulo 2 Fundamentação Teórica.....	15
2.1. Motivações Pedagógicas	15
2.2. Física dos Experimentos.....	17
2.2.1. <i>Diferença de Potencial – ddp</i>	17
2.2.2. <i>Capacitores</i>	18
2.2.2.1. Tipos de Capacitores	19
2.2.2.2. Associação de Capacitores	21
2.2.3. <i>Corrente Elétrica</i>	23
2.2.4. <i>Resistência Elétrica e Lei de Ohm</i>	23
2.2.5. <i>Resistores</i>	25
Capítulo 3 Materiais e Métodos	26
3.1. Espaço de Aplicação do Produto Educacional	26
3.2. Atividades Experimentais Propostas no Manual do Professor	27
Capítulo 4 Resultados e Discussões	29
4.1. Análise dos questionários aplicados aos discentes após a realização dos experimentos	29
4.2. Análise dos questionários aplicados aos docentes após contato com o produto educacional	36
Considerações Finais.....	40
Referências	41
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL.....	42
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO APLICADO COM DOCENTES (MNPEF)	66
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO APLICADO COM DISCENTES CAPACITORES	68
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO APLICADO COM DISCENTES RESISTORES.....	69
APÊNDICE E: SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O KIT UTILIZADO	70

Capítulo 1

Introdução

Desde criança, sempre fui muito curioso, sempre quis saber como as coisas funcionavam, desmontava os carrinhos e muitas vezes não sabia remontar, trabalho que ficava para meu pai. Na oitava série do ensino fundamental, estudei Física e Química pela primeira vez e fiquei maravilhado com a disciplina, mas com o passar dos dias ela virou meio que uma extensão da matemática.

O colégio era privado, mas sem muita qualidade; o livro não era dos melhores, mas eu tinha facilidade para substituir valores nas equações; era tão simples. Chegando ao Ensino Médio fui para uma escola grande, mas o foco sempre era aprovação no vestibular; materiais caros; ótimos professores com quem, por sinal, tive o prazer de trabalhar após minha formação. E as aulas de Física? Sempre a mesma coisa, teoria e questões de todos os níveis. O resultado disso é que, pra mim, Física era resolução de exercícios, nada de práticas. A disciplina de História ficou mais interessante, creio que o motivo foi o modo como a Física foi passada. Cheguei a pensar em fazer Filosofia, mas decidi pela licenciatura em Física na Universidade Federal do Ceará.

No segundo semestre, tive a disciplina de laboratório de mecânica. Que disciplina interessante, dava prazer ir a essas aulas era brincar com o que eu sempre admirei. Comecei a dar aulas e como a maioria na época, na escola pública, pelo processo de contrato temporário. Nessa escola tinha alguns kits de laboratório em um armário e comecei a utilizar, o interesse dos alunos mudou completamente e o meu também.

A dificuldade que se tem para trabalhar cinemática e suas equações para discentes que possuem dúvidas em matemática básica, só quem já passou entende. Fazia de tudo para chegar à fase de conteúdos de dinâmica e utilizar os poucos experimentos que tinham. Com essa temática, fomos premiados, juntamente com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, em uma olimpíada de ciências que contemplava os nove municípios da região metropolitana de Fortaleza. Essa premiação nos permitiu mais uma vez perceber que a prática de experimentos além de agregar melhor os conhecimentos, é bastante motivadora tanto para docentes como para discentes.

Especificamente na escola em que aplicamos o produto educacional, a citar, o Liceu de Fortaleza, faz mais de dez anos que ministramos os conteúdos de eletricidade para o Ensino Médio e desde o início percebemos o quanto poderia ser mais esclarecedor e motivador o uso de experimentos em complementação à aula teórica tradicional. Foi então que, ao conversar com um amigo da área de Mecatrônica, o mesmo me apresentou e deu primeiras orientações de uso de uma placa Protoboard: vimos aí uma oportunidade de levar para a sala de aula atividades que viessem a motivar discentes e docentes.

Outro ponto que ajudou a definir o trabalho foi o fato de que, em uma aula de prática de laboratório, já no Mestrado Profissional em Ensino de Física, 30% dos alunos não sabiam manusear um multímetro. As justificativas dadas por eles centraram tanto na falta de laboratórios quanto na metodologia utilizada nas aulas nas universidades em que se graduaram. Veio então o pensamento: podemos propor um guia que ensine professores e discentes a trabalhar em sala de aula com experimentos de eletricidade, em particular utilizando materiais de baixo custo para o ensino de circuitos elétricos.

O produto educacional em si é voltado para os professores, mas, a fim de realizar um primeiro teste com o material, o aplicamos em turmas do 3º ano do Ensino Médio. Nosso objetivo é que o guia contribua com a renovação de metodologias do docente e propicie ao discente alcançar o que preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2002):

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem.

Desse modo, na perspectiva de contribuir com a formação continuada de docentes, dividimos este trabalho de forma simples e prática, sempre percebendo os temas que possuem ligação direta com os experimentos a serem desenvolvidos e sua metodologia de aplicação.

No Capítulo 2, temos a parte teórica do ensino e uma revisão dos conteúdos de Física, justamente nos pontos trabalhados nos experimentos.

O Capítulo 3, seguiremos com um detalhamento das etapas do projeto, aplicação do material, turmas e professores envolvidos.

Já no Capítulo 4, trataremos da análise dos questionários aplicados aos professores e aos discentes e ainda falaremos um pouco de como se deu a aplicação do produto educacional.

A finalização do trabalho se dá com algumas observações devido à análise dos questionários, resultando em uma motivação para os alunos da escola pública visando combater o abandono ou a falta de interesse deles no ano letivo.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Primeiramente trataremos do ponto de vista pedagógico a problemática do professor em sala de aula e a importância da utilização de ferramentas alternativas para o ensino, uma vez que práticas inovadoras tendem a facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Em seguida, uma breve revisão sobre os resistores e capacitores, conteúdos objeto do produto educacional, será realizada a fim de propiciar um melhor entendimento para as atividades sugeridas na sequência didática.

2.1. Motivações Pedagógicas

É fato que existem os mais variados problemas e dificuldades no ensino de Ciências e que estes vêm sendo estudados e diagnosticados de forma frequente. O objetivo desta intervenção é tentar fornecer um método que possibilite minimizar parte dessas adversidades, a partir do momento em que ele trata o ensino de eletricidade, em particular resistores e capacitores, de modo que os alunos possam participar de forma direta através de experimentos que utilizam materiais de relativa facilidade de acesso.

Segundo Castro e Cerqueira (1992) é também importante que o aluno seja capaz de construir o seu conhecimento, saindo de um papel exclusivamente passivo em um ambiente de transmissão direta de conteúdo e que é preciso métodos que forneçam processos de investigações para que o ensino entre em consonância com a produção científica. Eles nos dizem que:

Estratégias que possibilitem o aluno a explicitar suas ideias de forma organizada, nas quais o professor é o mediador entre o conhecimento científico e o conhecimento que esses alunos elaboram, vêm sendo empreendidas cada vez mais com maior sustentação e respaldo teórico.

Por outro lado, os parâmetros curriculares defendem a inserção de experimentos desde as séries iniciais, dando uma maior possibilidade de os alunos entenderem a ciência estudada, isso com a participação ativa na montagem do aparato, discutindo as mais variadas maneiras de observar e coletar os resultados relacionando a teoria com a

prática (FILHO et al, 2011). Além disso, os PCNs orientam a utilização de atividades diferenciadas, isto é, aquelas que não se limitem a teorias em sala de aula:

[...] a prática, a experimentação, jamais deve ser esquecida na ação pedagógica. Pelo contrário, deve-se confrontá-la com os conceitos e teorias construídas historicamente”, por seres humanos, sendo, assim, “dinâmicas, processuais, com antecedentes, implicações e limitações.” A abordagem sistemática da relação teoria e prática, também, consiste em “desmistificar o laboratório e imbricá-lo com o ensino concernente a vivências sociais da vida cotidiana fora da sala de aula, aproximando construções teóricas da ciência com as realidades próximas vividas pelos alunos, dentro e fora da sala de aula. (BRASIL, 2006, p.124)

Um ponto em comum existe entre os docentes da disciplina de Física: a importância da utilização de experimentos para ajudar no aprendizado, minimizando até mesmo a rejeição pela disciplina, que muitas vezes fica resumida a cálculos matemáticos. A literatura discute o uso de experimentos no ensino em diferentes perspectivas, sendo que o seu objetivo pode se tratar de apenas verificar as leis físicas e suas teorias, até mesmo fornecer ao aluno a possibilidade de reavaliar e, se for preciso, mudar suas ideias sobre determinado fenômeno em questão, reestruturando suas explicações sobre tal fenômeno (ARAÚJO et al, 2003).

Ao analisar a história da ciência de forma crítica podemos constatar melhoria da aplicabilidade histórica do experimento ocasionando um melhor entendimento da relação teoria-experimento-realidade. Isso ajudou em um melhor entendimento da visão científica que encontramos nas mais variadas propostas experimentais presentes no ambiente escolar. Logo as atividades laboratoriais, ou seja, experimentais, tornam-se uma ferramenta de fundamental importância didática no ensino de Física.

As práticas experimentais devem contextualizar e também habilitar o aluno para aprender de maneira significativa os conceitos de Física em questão, logo os experimentos podem servir como uma ferramenta didática que auxiliem no processo ensino-aprendizagem.

[...] não é suficiente “usar o laboratório” ou “fazer experiências”, podendo mesmo essa prática vir a reforçar o caráter autoritário ou dogmático do ensino [...] Atividades experimentais planejadas e efetivadas somente para “provar” aos alunos leis e teorias são pobres relativamente aos objetivos de formação e apreensão de conhecimentos básicos. Considera-se mais convenientemente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação. Dessa forma o professor é um

orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em ciências.” (Delizoicov e Angotti 1994, p.22 apud Binsfeld e Auth)

Apesar da criação de um laboratório estático no sentido de terem atividades pré-prontas guiadas por manuais de práticas, percebe-se um avanço em relação ao um ensino tradicional, onde apenas o professor repassa os conhecimentos aos discentes (AZEVEDO et al, 2009). Assim, a maneira como se utiliza o laboratório é mais importante do que a própria experimentação em si, sendo que a aceitação dos alunos de aulas experimentais está muito ligada a este fato.

Propor experimentos como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conteúdos no momento adequado para que os alunos percebam sua relação com a teoria vista em sala de aula pode ser um dos caminhos a ser empregado. Contudo, um fato que dificulta a experimentação no ensino de Física é a falta de materiais adequados para a prática. Nesta direção podemos pensar em experimentos realizados com materiais alternativos e de simples acesso a partir da criação e utilização de kits experimentais para o estudo de determinada teoria.

Acreditamos então que explorar as possibilidades de experimentos em sala de aula e estimular docentes a produzirem material para contribuir com uma proposta metodológica diferenciada é importante para que os professores – em formação inicial ou em exercício – possam refletir sua prática pedagógica de forma mais crítica, melhorando-a, dentro das conhecidas limitações.

2.2. Física dos Experimentos

Um circuito elétrico é um caminho fechado por onde circula a corrente elétrica. Caso o movimento de cargas elétricas seja sempre no mesmo sentido, o circuito elétrico é denominado circuito de corrente contínua. Em nossa proposta de intervenção, trabalhamos com circuitos dessa natureza e aqui trataremos algumas considerações sobre os dispositivos e as grandezas envolvidas (SERWAY, 2004).

2.2.1. Diferença de Potencial – ddp

O deslocamento de cargas elétricas em um condutor de forma ordenada. Quando uma partícula se desloca de um ponto a para um ponto b em um campo elétrico, este exerce uma força que realiza um trabalho W_{ab} sobre uma partícula, o qual pode ser expresso em termos da energia potencial elétrica U , como mostra a equação 1,

$$W_{ab} = -\Delta U = -(U_b - U_a). \quad (1)$$

Por outro lado, podemos definir o potencial elétrico V em qualquer ponto de um campo elétrico como a energia potencial U por unidade associada a uma carga de teste Q_0 nesse ponto através da equação 2:

$$V = \frac{U}{Q_0}. \quad (2)$$

Assim, de posse das equações 1 e 2 podemos escrever uma relação entre o trabalho necessário para deslocar uma carga elétrica e os potenciais elétricos envolvidos, como segue na equação 3,

$$W_{ab} = -q_0(V_b - V_a) = q_0V_{ab}, \quad (3)$$

onde V_{ab} é a diferença de potencial entre o ponto a e o ponto b .

2.2.2. Capacitores

Capacitor é um sistema constituído por dois condutores separados por um isolante que o deixa com capacidade de armazenamento de carga elétrica. Quando este dispositivo está ligado a uma fonte, ou seja, sendo carregado, existe transferência de carga de um condutor para o outro, o que faz com que um condutor possua carga de mesmo módulo e sinal oposto, o que pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: Representação de um capacitor e seu processo de armazenamento de carga elétrica



Fonte: Adaptação de <http://fisicaevestibular.com.br/novo/eletricidade/eletrrodinamica/capacitores-condensadores/> e <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>

Todo capacitor possui seu limite de armazenamento de carga dependendo da ddp a que foi submetido, essa grandeza é a capacitância. Ela é medida em Farad (F) ($1F = 1C/V$), no sistema internacional, e pode ser representada pela Equação 4:

$$C = \frac{Q}{V_{ab}}. \quad (4)$$

2.2.2.1. Tipos de Capacitores

Dependendo da aplicação a ser realizada, existem capacitores específicos. Assim, para escolher corretamente um capacitor você precisa estar atento a três pontos: capacitância, tensão máxima e o tipo de capacitor. Relacionado aos tipos que o mercado dispõe podemos citar¹:

- **Capacitor Eletrolítico (1):** Diferencia-se dos demais por ter o material dielétrico de espessura extremamente pequena com relação aos outros. Internamente é composto por duas folhas de alumínio, separadas por uma camada de óxido de alumínio, enroladas e embebidas em um eletrólito líquido. Este capacitor possui polaridade, ou seja, um jeito correto de colocá-lo em qualquer circuito (terminal maior o positivo). Caso o capacitor seja polarizado da maneira incorreta, ele entra em processo de curto circuito. Neste capacitor é muito perigoso polarizá-lo incorretamente, pois ele pode explodir liberando gases. Os mais modernos não explodem nestes casos, apenas incham. Geralmente, este capacitor vem com marcação de qual terminal é o positivo e qual é o negativo. Esse tipo de capacitor é encontrado em fontes de tensão, onde além de tornar a fonte mais estável, é capaz de filtrar possíveis ruídos que possam vir da rede elétrica.

¹ A Figura 2 exibirá os tipos de capacitores definidos na seção.

- **Capacitor de Poliéster (2):** Formado por várias camadas de poliéster e alumínio, o que o torna bastante compacto. Este capacitor tem uma capacidade de autorregeneração, no caso de dano entre as camadas (por pulsos de tensão acima do especificado, por exemplo), o material metálico que está sobre a folha de poliéster evapora, por ser muito fino, evitando um curto circuito. A quantidade de folhas e a espessura das mesmas determinam a capacitância deste capacitor.

- **Capacitor Cerâmico (3):** Um dos modelos mais conhecidos e usados. Consiste em um disco de cerâmica (material dielétrico), com duas fitas metálicas em cada uma das suas faces. Este capacitor geralmente causa certa confusão nos valores descritos sobre sua superfície (como valor de capacitância, por exemplo). São usados para circuitos de alta frequência e corrente contínua, e armazenam pequenas quantidades de cargas elétricas. São encontrados em televisões, rádios, flash de câmeras, roteadores etc.

- **Capacitor de Tântalo (4):** São usados para substituir os capacitores de eletrolítico, quando se quer minimizar o circuito. Seu material dielétrico é o Óxido de Tântalo, tem baixa corrente de fuga, e uma vida útil geralmente maior do que de outros eletrolíticos. Estes também merecem cuidado na hora da polarização, pois se polarizá-lo de maneira incorreta certamente ocasionará em uma explosão imediata. Para prevenir isto, como de costume, os fabricantes tomam o cuidado de deixar o terminal positivo maior que o terminal negativo.

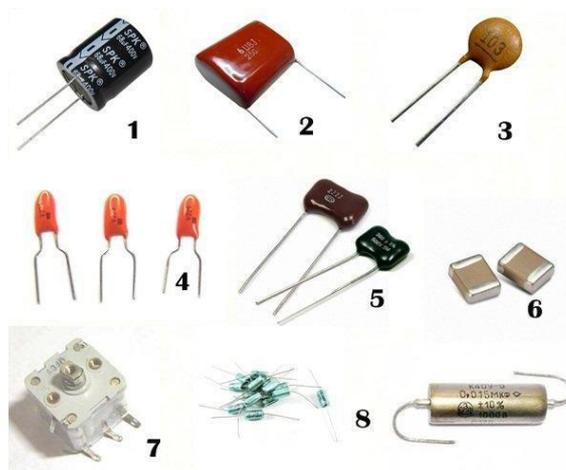
- **Capacitor de Mica (5):** O material dielétrico deste capacitor, obviamente, é a mica. As placas são de prata, e estas envolvem a folha de mica. Altamente estável quanto à temperatura e possui baixa perda de carga. Muito usado sem circuitos osciladores e circuitos ressonantes. Estes capacitores podem ou não possuir terminais, como os já citados possuem. Alguns modelos são soldados diretamente na placa a qual será montado o circuito, isso ocasiona uma boa dissipação do calor quando se está trabalhando com potências elevadas.

- **Capacitor SMD (6):** São usados em todo tipo de equipamentos eletrônicos. O material dielétrico destes capacitores pode ser de cerâmica, tântalo, entre outros. Por serem muito pequenos, geralmente são montados nos circuitos por robôs. Ele não possui terminais, este componente é de montagem em superfície.

○ **Capacitor variável (7):** São usados em circuitos sintonizados, como a sintonia de um rádio. O material dielétrico geralmente é o ar, e as placas são de alumínio ou latão. Não são indicados para trabalhar em altas potências e tensões elevadas.

○ **Capacitor a Óleo e Papel (8):** Não são mais fabricados, e por isso são verdadeiras raridades. Eles eram usados em equipamentos valvulados, onde requer alta isolamento. Sua composição era de fitas de alumínio enroladas em um papel embebido por óleo. Da mesma forma, os capacitores de papel já não são mais fabricados, eles eram usados nos primórdios da eletrônica. Eram constituídos por folhas metálicas e um tubo enrolado de papel. Estes materiais eram embebidos de cera de abelha.

Figura 2: Tipos de capacitores



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/tipos-de-capacitores/>

2.2.2.2. Associação de Capacitores

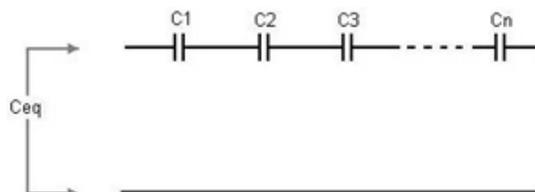
Uma vez que encontramos no mercado capacitores com capacitâncias específicas, é de grande valia uma de suas propriedades: o poder de associar-se a outro capacitor. Os tipos de associações mais comuns são as em série e em paralelo.

- **Associação em série:**
 - i. A ddp total se divide para cada componente do circuito, dependendo da sua capacitância.
 - ii. A carga armazenada é a mesma em todos os capacitores envolvidos.

Para fins práticos, quando encontramos dois ou mais capacitores em série (**Figura 3**) podemos encontrar um capacitor equivalente através da Equação 5:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad (5)$$

Figura 3: Capacitores em série



Fonte: <https://www.infoescola.com/eletricidade/associacao-de-capacitores/>

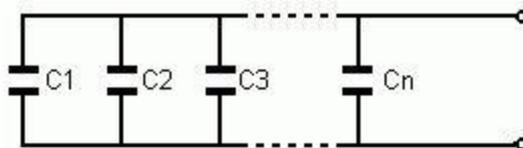
○ **Associação em paralelo:**

- i. A ddp é a mesma para todos os caminhos.
- ii. A carga elétrica é dividida para cada capacitor dependendo da sua capacitância.

De maneira análoga ao que foi posto para capacitores em série, práticos, quando encontramos dois ou mais capacitores em paralelo (**Figura 4**) podemos encontrar um capacitor equivalente através da equação 6:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i \quad (6)$$

Figura 4: Capacitores em paralelo



Fonte: <https://www.infoescola.com/eletricidade/associacao-de-capacitores/>

2.2.3. Corrente Elétrica

A existência de uma passagem de carga em condutores constitui o conceito de corrente elétrica, que seria um fluxo de carga. O cálculo desta corrente elétrica média (equação 7) é dado pela razão da carga que passa por uma seção transversal de um condutor pelo tempo que ela gasta:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}. \quad (7)$$

É importante mencionar que este deslocamento de portadores de carga só é possível na presença de uma ddp entre os pontos de deslocamento.

2.2.4. Resistência Elétrica e Lei de Ohm

O conceito de resistência elétrica vem justamente da necessidade de uma ddp para que exista uma corrente elétrica. Isso faz com que cada material necessite de certa quantidade de potencial para a movimentação de cargas.

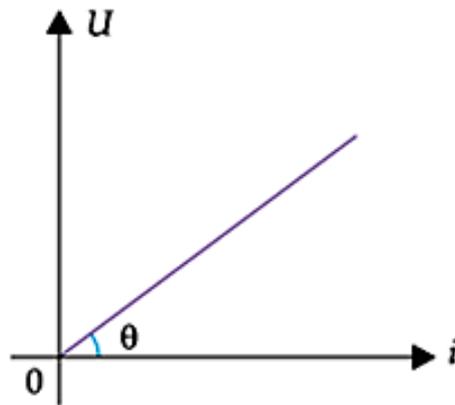
Georg Simon Ohm fez vários estudos e experimentos nesse aspecto chegando à conclusão que a resistência elétrica é obtida pela razão da ddp pela corrente elétrica, como podemos ver na equação 8,

$$R = \frac{V_{ab}}{i}, \quad (8)$$

ou seja, existe uma relação direta entre a voltagem aplicada e a corrente que vai conseguir deslocar-se em um condutor.

A lei de Ohm é específica para materiais que conservam sua resistência, a uma mesma temperatura, não importando a mudança na ddp aplicada. Materiais que obedecem à lei de Ohm são chamados de ôhmicos (**Figura 5**).

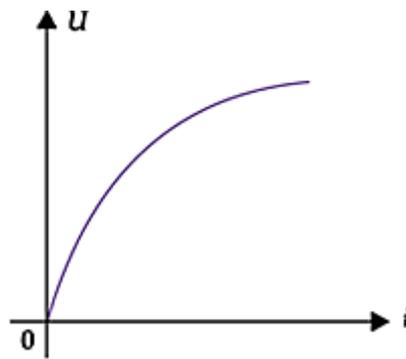
Figura 5: Resistor ôhmico



Fonte: <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/841.htm>

Já os que possuem resistência elétrica dependendo da diferença de potencial, mesmo para temperaturas fixas, são chamados de não ôhmicos (**Figura 6**).

Figura 6: Resistor não ôhmico



Fonte: <https://interna.coceducacao.com.br/ebook/pages/841.htm>

Dentre os dispositivos que se enquadram em materiais ôhmicos, podemos citar os diodos. O diodo é um dispositivo semicondutor feito de silício ou germânio que tem como função transformar corrente alternada em corrente contínua. De modo simplificado podemos dizer que um diodo funciona como uma chave fechada (resistência zero) para uma polaridade da tensão de entrada, também conhecida como polarização direta, e como uma chave aberta (resistência infinita) para a polaridade oposta, ou polarização indireta. Isso faz com que somente uma polaridade de corrente elétrica atravesse o material.

No Kit proposto no guia de experimentos, faremos uso de um tipo específico de diodo, o LED (Light Emitting Diode – diodo emissor de luz), uma vez que este é mais conveniente para montagem de circuitos didáticos que lâmpadas convencionais.

2.2.5. Resistores

Resistor é um dispositivo que transforma energia elétrica em energia térmica por meio do efeito joule (energia térmica) e com isso oferece uma oposição à passagem de corrente elétrica. A grandeza que mede o grau dessa oposição é chamada de resistência elétrica, já definida na seção 2.2.4.

Um fio condutor também tem resistência e pode funcionar como resistor num circuito. Para esse tipo de dispositivo podemos calcular a resistência através de suas características físicas através da equação 9,

$$R = \rho \frac{L}{A}. \quad (9)$$

Onde L é o seu comprimento, A sua área e ρ é a resistividade, a qual depende do material e a **Tabela 1** mostra alguns valores.

Tabela 1: Valores de Resistividade de acordo com material

MATERIAL	RESISTIVIDADE ($\Omega \cdot m$)
Prata	$1,68 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$
Ferro	$9,68 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Mangarina	$48,2 \times 10^{-8}$
Silício Puro	$2,5 \times 10^{-8}$
Vidro	$10^{10} - 10^{-14}$

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=379>

Capítulo 3

Materiais e Métodos

No presente capítulo serão abordados os procedimentos de aplicação e avaliação do produto educacional em turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública em Fortaleza – Ceará.

3.1. Espaço de Aplicação do Produto Educacional

Utilizamos como base de aplicação das atividades experimentais o Colégio Liceu do Ceará (**Figura 7**), localizado em Fortaleza e que a partir de 2017 passou a funcionar como escola de ensino integral, além de ser uma escola de grande tradição no Ceará, tendo sido frequentada por grandes personalidades cearenses, além de ser a quinta escola mais antiga do Brasil, sendo fundado em 1845 e situada na praça Gustavo Barroso desde 1935.

Figura 7: Fachada do Colégio Liceu do Ceará



Fonte: <http://mapa.cultura.ce.gov.br/espaco/224/>

A escolha desta escola para aplicação do produto educacional ocorreu por dois motivos: o primeiro pelo fato de que sou professor das turmas de Física do 3º ano do Ensino Médio, o segundo por conta do laboratório de Física ter limitações para seu funcionamento (estrutura, material e pessoal) e considerarmos importante que aulas práticas sejam ministradas para um melhor entendimento dos discentes sobre os temas vistos em sala de aula.

Pensando em escolas que também tenham dificuldade em utilização ou até mesmo inexistência de espaço de laboratório para aplicação de atividades práticas,

aplicamos o produto educacional na sala de aula usual. Os discentes foram separados em grupos de até 10 integrantes.

Optamos pela não existência de turma controle e turma teste por acreditar que proporcionar a oportunidade dos discentes de momentos experimentais na disciplina seria de grande valia. Assim, todas as 05 (cinco) turmas de 3º ano do Ensino Médio tiveram pelo menos uma aula com experimento proposto no manual do professor, e em 02 (duas) delas, que experimentaram todos os experimentos, fizemos a coleta de dados das avaliações: turma B (25 alunos) e turma D (22 alunos).

As duas turmas tiveram aulas semelhantes. Na primeira aula eles receberam uma exposição teórica do conteúdo e na segunda seria realizado o experimento e aplicado o questionário de verificação de aprendizagem (APÊNDICES A e B). Importante mencionar que não foi permitido aos discentes fazer consulta a nenhum material didático durante a verificação de aprendizagem.

Em uma segunda frente, entramos em contato com professores de turmas de 3º Ano do Ensino Médio, a citar 08 (oito), e enviamos para eles o manual do professor e um questionário (APÊNDICE C) com questões subjetivas a fim de que estes avaliassem a proposta de acordo com sua experiência e prática pedagógica. Verificamos também se os mesmos utilizariam o manual para subsidiar possíveis aulas experimentais em suas turmas.

3.2. Atividades Experimentais Propostas no Manual do Professor

A proposta consistiu na realização de duas atividades práticas, as quais foram realizadas por mim na escola supracitada. A primeira delas foi sobre armazenamento de carga em capacitores para manter um circuito simples funcionando, não deixando de explorar as associações. Já a segunda trazia circuitos com associações em série e paralelo de LED simulando as associações de resistores.

Cada um dos assuntos relacionados aos experimentos foi trabalhado em duas aulas. Isso se deu pelo fato das turmas terem apenas 2 horas-aula semanais de Física e esse tempo não ser suficiente. A primeira era a aula expositiva e a segunda a prática. Os discentes foram divididos em grupos a fim de tanto visualizarem o experimento feito pelo docente, desde apresentação dos componentes à sua montagem, como para também manipular o material e construir circuitos elétricos simples.

A análise de aprendizagem foi realizada através da aplicação de questionários. Todas as questões eram subjetivas e foi estimulado o discente, mesmo que ele não conseguisse expressar com rigor científico o experimento, que ele tentasse escrever sobre o que achava que ocorria nos fenômenos em questão. É importante mencionar que as questões foram respondidas sem identificação do aluno, apenas da turma, com o propósito de não haver nenhuma resistência pelo fato de poder errar alguma questão, uma vez que o questionário não seria utilizado para atribuir notas aos discentes.

Capítulo 4

Resultados e Discussões

No presente capítulo vamos analisar os resultados relacionados aos questionários aplicados pós-produto educacional. Primeiramente apresentaremos as considerações sobre os questionários aplicados com os discentes. No segundo momento trataremos do questionário aplicado aos professores.

4.1. Análise dos questionários aplicados aos discentes após a realização dos experimentos

Cada aluno recebeu um questionário após o experimento e foi devolvido ao fim da aula. As respostas dos alunos foram classificadas de duas formas:

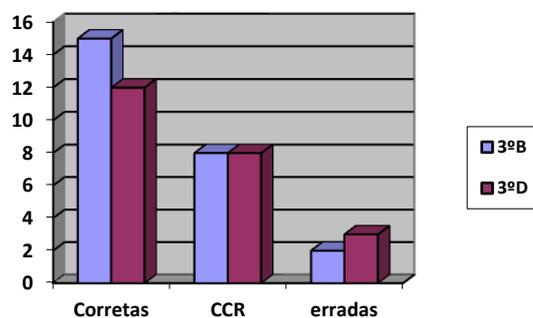
- Corretas ou parcialmente corretas;
- Erradas.

EXPERIMENTO 1

CAPACITORES – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

1. O que é a capacitância do capacitor e porque ela é útil?

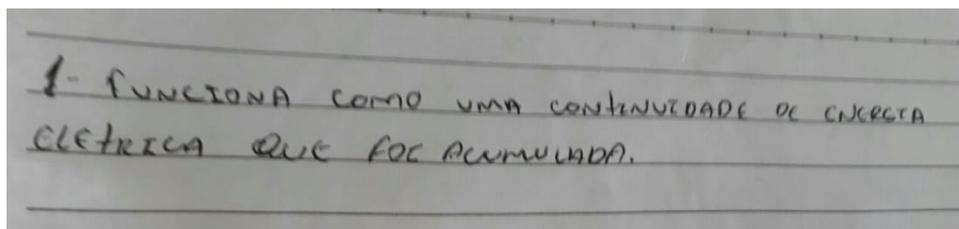
Gráfico 1: Respostas à questão 1 - Experimento 1



Fonte: Própria (2017)

Vemos que na primeira turma o índice de acertos foi um pouco maior, embora haja equilíbrio entre as duas turmas. Isso também foi percebido porque nessa questão se exigia duas respostas, e não sei se por falta de interpretação, de interesse, conhecimento ou tempo, mas 10 alunos da turma B e 9 alunos da turma D não responderam porque a capacitância seria útil. Dentre as respostas parcialmente corretas podemos visualizar a que está disponível na **Figura 8**.

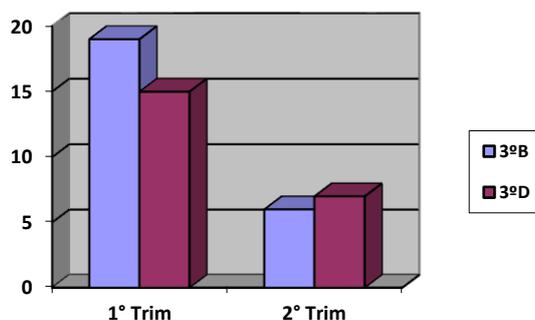
Figura 8: Resposta de um dos discentes à questão 1



2. Por que esse circuito precisa de uma chave? Seria possível realizar sem ela? Justifique.

Nessa questão, como não tinha nenhuma definição achei melhor considerar apenas as respostas que tinham sentido e as que não tinham. Sendo assim, elas estão classificadas apenas em certas ou erradas.

Gráfico 2: Respostas à questão 3 - Experimento 1

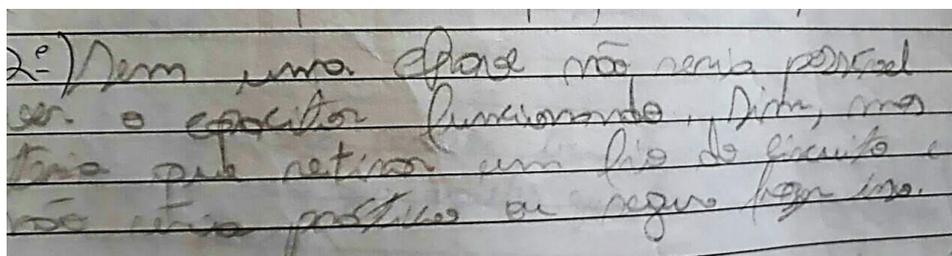


Fonte: Própria (2017)

Para a questão 2, o quantitativo de discentes que a respondeu corretamente foi de 71%. Esperávamos um decréscimo comparado ao resultado da questão 1 pelo fato de se ter que justificar a resposta.

Pudemos ainda observar que as respostas foram corretas em relação ao funcionamento da chave e outras até surpreenderam com sugestão de desligamento dos fios ao invés de uma chave física, o que exemplificamos na Figura 9.

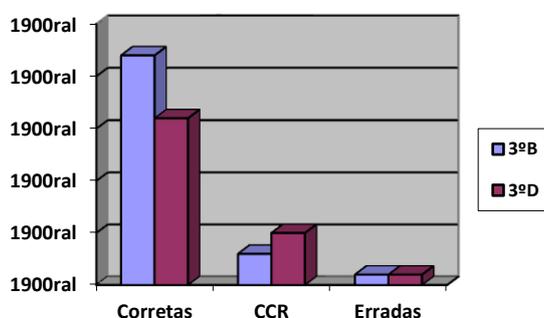
Figura 9: Resposta de um dos discentes para a questão 2



3. Por que os três tempos medidos são diferentes?

Pelo que observamos, ficou bem compreendido pelos discentes (96% de acertos), o que pode ser visto no Gráfico 3, que o tempo estava diretamente relacionado com a quantidade de carga que o capacitor armazenou enquanto estava sendo carregado.

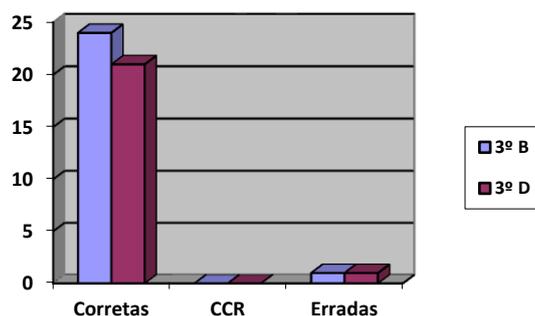
Gráfico 3: Respostas à questão3 - Experimento 1



Fonte: Própria (2017)

4. No experimento é perceptível o capacitor funcionar?

Gráfico 4: Respostas à questão4 - Experimento 1



Fonte: Própria (2017)

Nesta questão 94% dos discentes chegaram a respostas aceitáveis para o tema. É interessante observar a simplicidade com que os discentes tentam explicar o fenômeno observado, Figura 10 .

Figura 10: Resposta de um dos discentes para a questão 4

4- Sim, pois quando desligamos o circuito o capacitor continua mandando energia para o led

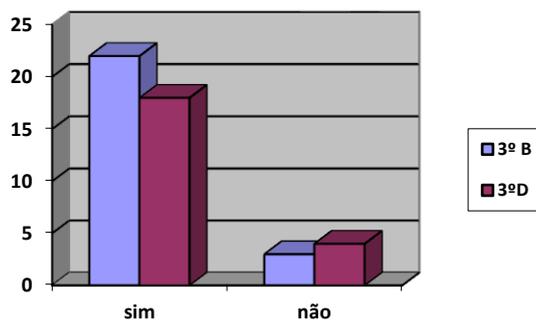
Contudo, também encontramos em nosso espaço de respostas conceitos completamente confusos e equivocados, como podemos ver na **Figura 11**.

Figura 11: Resposta de um dos discentes para a questão 4

R → Sim, desde que os ions estejam comportando com o calor específico do circuito.

5. Na escola temos problemas de evasão e faltas. Se as aulas de Física sempre tivessem experimentos você acha que os alunos mudariam o seu comportamento em relação a isso?

Gráfico 5: Respostas à questão5 - Experimento 1



Fonte: Própria (2017)

Nessa questão obviamente não cabe correto ou errado. O que nos chamou a atenção foi basicamente a mesma justificativa para quem respondeu “não”. Que não importa se existem experimentos; se não houver interesse do aluno, não adianta.

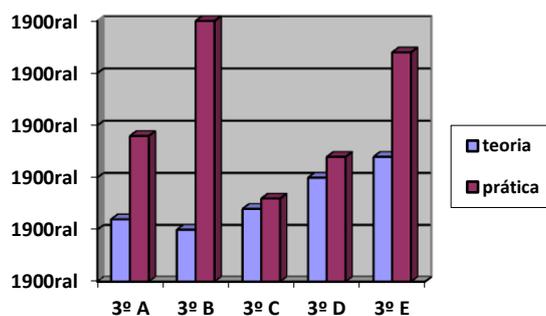
EXPERIMENTO 2

BRILHO DE LEDS E SUA RELAÇÃO COM RESISTORES NUM CIRCUITO

1. O que se nota de diferente nas associações em série e em paralelo?

Nesse caso específico, a intenção com a pergunta era que fosse percebida a diferença entre os brilhos do LEDs. Contudo, alguns responderam as diferenças básicas entre as duas associações, sem levar em consideração o experimento. O **Gráfico 6** mostra quem usou o conhecimento teórico para responder e quem utilizou do experimento realizado em sala de aula.

Gráfico 6: Respostas à questão1 - Experimento 2

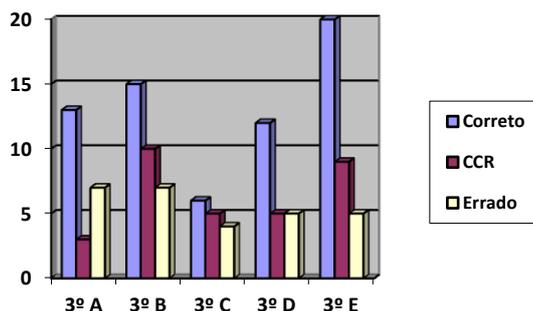


Fonte: Própria (2017)

2. Por que uma associação brilha mais do que a outra?

Essa questão visava que o aluno tivesse noção sobre o potencial elétrico no circuito seria dividido entre os LEDs, dependendo ou não da associação. A maioria dos erros foram confusões entre o conceito de corrente elétrica e potencial elétrico.

Gráfico 7: Respostas à questão2 - Experimento 2

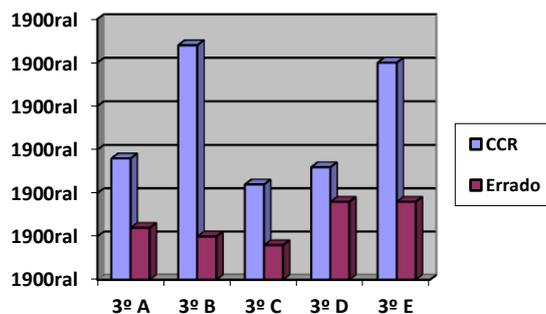


Fonte: Própria (2017)

3. Por que em um dos circuitos que realizamos em sala quando retiramos uma lâmpada as outras apagam e no outro circuito não?

Verificamos nessa questão que basicamente ninguém respondeu de acordo com a literatura. Tivemos variadas respostas, como: “não existe caminho alternativo em série” ou “a energia não pode ser distribuída, pois o circuito funciona como uma ponte”. Quem não especificou o tipo de associação ou respondeu algo sem lógica foi contabilizado como questão errada.

Gráfico 8: Respostas à questão3 - Experimento 2

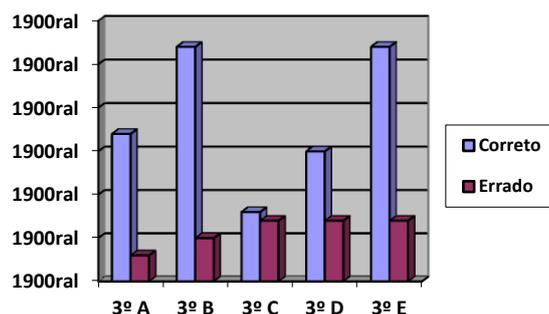


Fonte: Própria (2017)

4. O que é uma associação mista?

Apesar do número de acertos terem sido superiores ao de erros, nos chamou atenção o fato de discentes definirem associação mista como contendo mais de um dispositivo e não somente os resistores.

Gráfico 9: Respostas à questão4 - Experimento 2

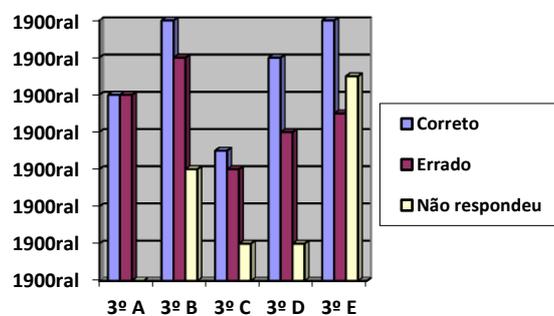


Fonte: Própria (2017)

5. Em uma associação mista, retirando qualquer componente (lâmpada ou resistor) o circuito continua funcionando? Justifique.

Tivemos aproximadamente o mesmo percentual de erros e acertos. Com o recebimento das respostas percebemos que a pergunta poderia ter sido melhor formulada. Os discentes até davam a resposta correta, mas a justificativa usada não era plausível.

Gráfico 10: Respostas à questão5 - Experimento 2

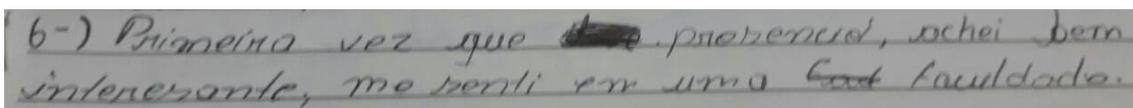


Fonte: Própria (2017)

6. Como você vê essas aulas com experimentos de baixo custo?

Os alunos em média gostaram muito dessa atividade, isso pode ser visto com o aumento da participação de discentes. Um comentário que chamou bastante atenção foi de um discente que achou que a oportunidade de aulas com experimentos só existiria no ensino superior, como mostra a **figura 12**.

Figura 12: Resposta de um dos discentes para a questão 6



6-) Primeira vez que ~~de~~ experimentei, achei bem interessante, me senti em uma sala aula de ensino superior.

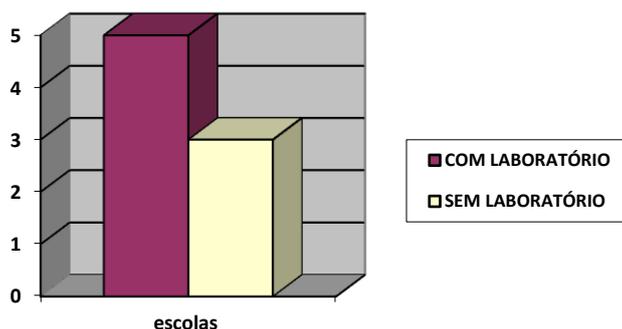
4.2. Análise dos questionários aplicados aos docentes após contato com o produto educacional

O produto foi entregue para análise e posterior preenchimento de um questionário contendo 7 (sete) perguntas a 8 (oito) professores de escolas públicas dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, mestres ou mestrando do MNPEF. Aqui trataremos um condensado da colaboração desta avaliação.

1. Sua escola possui laboratório? Ele é funcional?

Logo na primeira pergunta vemos a situação crítica das escolas, que não possuem laboratório e quando possuem ou ele é só o espaço físico ou uma pequena parcela dos componentes é funcional. Esta situação “obriga” os docentes a desenvolver projetos com materiais recicláveis ou utilizando laboratório de informática com simuladores, visando sempre proporcionar aulas não só com a teoria, mas contendo atividades experimentais. No **Gráfico 10** está expressa a situação dos laboratórios das escolas onde os professores estão vinculados.

Gráfico 10: Resposta à questão 1 - Questionário Docentes



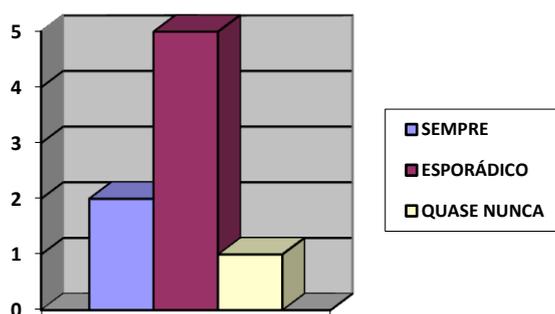
Fonte: Própria (2017)

Dentre as escolas que possuem estrutura de laboratório nos foi dito que 1(um) é funcional, 2 (dois) são parcialmente funcionais e 2 (dois) não são funcionais.

2. Você executa experimentos nas suas aulas? Isso é frequente?

Percebe-se nas respostas (**Gráfico 11**) que todos os professores se esforçam em trazer algo diferente daquela aula expositiva, mas sem espaço físico e sem material alguns recorrem aos laboratórios de informática para realizarem simulações quando estes estão disponíveis, fazendo com que o número de aulas práticas no decorrer do ano seja muito pequeno.

Gráfico 11: Resposta à questão 2 - Questionário Docentes



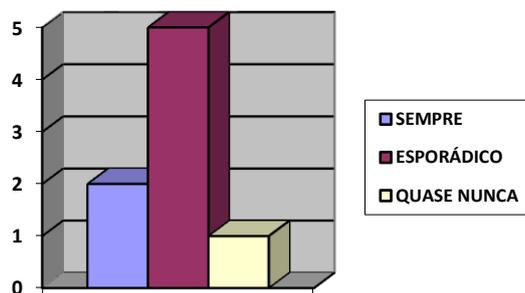
Fonte: Própria(2017)

Um professor citou que com todo empenho acontece uma aula prática por bimestre. Os outros não citaram quantidades, mas deixaram claro nas respostas que o número de práticas era aquém do ideal.

3. Caso você utilize experimentos, eles estão no seu planejamento ou é algo avulso?

Nessa questão, observa-se, mesmo em um grupo tão pequeno, três formas de trabalho (**Gráfico 12**): um grupo em que todos os planos estão no planejamento, outro em que é algo misto e o terceiro em que as práticas ocorrem de modo aleatório.

Gráfico 12: Resposta à questão 3 - Questionário Docentes

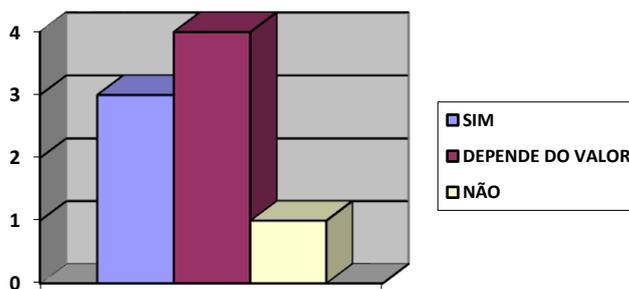


Fonte: Própria(2017)

4. Você investiria dinheiro para comprar um kit de experimentos para utilizar em sala?

Não é novidade para ninguém a condição financeira precária, em média, das escolas públicas e dos professores em nosso país. Diante disso não foi surpresa boa parte dos professores condicionarem a compra de materiais ao valor a ser investido (**Gráfico 13**). Contudo, todos comentaram sobre sugerir a compra dos materiais à escola.

Gráfico 13: Resposta à questão 4 - Questionário Docentes



Fonte: Própria(2017)

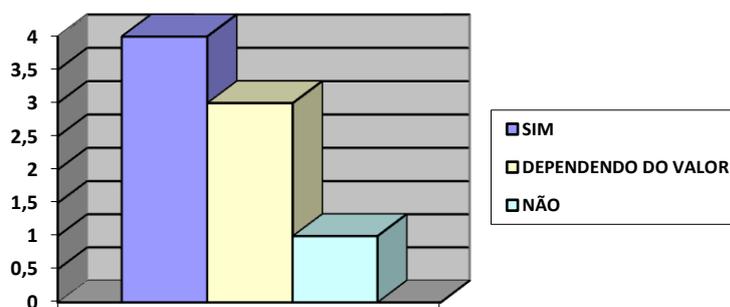
5. Você utilizaria esse kit?

Todos os professores afirmaram que utilizariam o material e o guia de experimentos em suas aulas. Isso aponta que o produto educacional pode ter um alcance considerável se disponibilizado para docentes de Física no Ensino Médio.

6. Você compraria esse kit?

Novamente o condicionamento ao valor do kit apareceu, o que aumenta o valor do kit é basicamente o multímetro, que varia bastante diante de tantas opções. Obviamente se a escola estiver disposta a investir e comprar mais de uma placa Protoboard para deixar de ser um experimento amostral e passar a ser um utilizado pelos alunos o preço vai aumentar.

Gráfico 14: Resposta à questão 5 - Questionário Docentes



Fonte: Própria(2017)

Fazendo as pesquisas nos últimos dias do mês de fevereiro de 2018, o valor para o kit colocado no produto educacional sairia em torno de R\$100,00. E o mesmo professor que não investe seu dinheiro em material didático deixou bem claro que não compraria, mas recomendaria à sua escola comprar.

7. As descrições acima ficaram claras?

Certamente em um trabalho como esse não pode ser considerado fechado e sem aberturas para melhorias e complementações. Algumas das considerações foram utilizadas para contribuir com o formato final do manual a fim de tanto oferecer uma melhor proposta didática como conceitual.

Considerações Finais

A ideia do trabalho foi trazer, de uma forma simples, um “laboratório” de eletricidade para a sala de aula; mesmo sendo um assunto que normalmente os meninos já demonstram interesse, nada substitui a prática, mesmo que limitada, como nesse caso que foram apenas amostrais.

Foi percebido o interesse verdadeiro dos alunos que já estavam em fase de fim de ano – alunos do último ano do ensino médio –, na véspera de uma semana cultural que garantiria sua aprovação; mesmo sem ter sido oferecida nenhuma pontuação às duas turmas que fizeram os experimentos. Uma das turmas manteve o número de participantes enquanto a outra aumentou. Tal comprometimento nos faz acreditar que uma das opções para a motivação do ensino, não só de Física, como também das ciências da natureza, está acoplado ao experimento.

O modo de trabalho em sala de aula já facilita as escolas com menos estruturas, possibilitando a aplicação desse material pelo professor. Isso não quer dizer que uma escola com estrutura não poderia utilizá-lo; pelo contrário, se a escola compra a ideia, adquirindo mais materiais melhoraria ainda mais a situação, mesmo porque daria para explorar mais e adaptar a aula numa em que o aluno poderia manusear, e a partir disso calcular a corrente elétrica teórica e depois comparar com o real.

Esse projeto é apenas uma sugestão de trabalho, que tem potencial para o professor expandir por todo o assunto de eletrodinâmica, e de acordo com os resultados tanto dos alunos como dos professores, é bem viável sua aplicação.

Referências

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V dos S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, Junho, 2003.

AZEVEDO, H. L.; JÚNIOR, F. N. M.; SANTOS, T. P.; CARLOS, J. G.; TANCREDO, B. N.O Uso do Experimento no Ensino da Física: Tendências a Partir do Levantamento dos Artigos em Periódicos da Área no Brasil. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis, (2009).

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. A Experimentação no Ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios. Faculdade de Ciências Integradas do Pontal - Universidade Federal de Uberlândia (FACIP/UFU).

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília,2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Brasília: 2006.

CASTRO, R. S de; Cerqueira, F. E. M. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14 n.4, 1992.

FILHO, M. P. de S.; BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Sugestão de Experimentos Referentes à Eletricidade e Magnetismo para Utilização no Ensino Fundamental. *Física na Escola*, v. 12, n. 1, 2011.

SERWAY, R. A. / Raymond A. Serway, John W. Jewett Jr. **Princípios de física.** tradução Foco traduções; revisão técnica Keli Seidel. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

APÊNDICE A: MANUAL DE APOIO AO DOCENTE

APRESENTAÇÃO

Caros(as) professores(as),

A fim de contribuir com a diversificação das metodologias utilizadas em sala de aula, de modo a tornar as aulas de eletricidade mais atrativas para discentes e docentes, seguem os passos para a “construção” de um kit que possibilite trazer para o ambiente da sala de aula formal atividades experimentais. Elaboramos também um guia de como alguns assuntos de eletricidade podem ser abordados com a utilização do kit proposto.

Salientamos que este kit é uma sugestão, assim como os assuntos tratados no decorrer de todo o guia. Nossa intenção é que a proposta possa tanto ser utilizada em suas salas de aula como posta (ou com adaptações) como também possa ser motivadora para que vocês desenvolvam suas próprias “soluções” para uma melhor interação professor-aluno e melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

A fim de subsidiar o trabalho do professor em sala de aula, elaboramos este guia que trará além de dois experimentos que podem ser realizados um manual descritivo do uso de placas Protoboard e multímetros, dispositivos estes que serão muito utilizados na condução de aulas práticas de eletricidade.

Atenciosamente, o autor.

SUMÁRIO

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – MULTÍMETRO.....	4
GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – PLACA PROTOBOARD.....	9
CAPACITORES – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	12
BRILHO DE LEDS E SUA RELAÇÃO COM RESISTORES NUM CIRCUITO.....	17

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – MULTÍMETRO

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O multímetro é um equipamento eletrônico que serve para medir grandezas elétricas. A grande vantagem dele é o fato de incorporar diversos instrumentos de medição, a citar voltímetro, amperímetro, ohmímetro, dentre outros.

Em nossas práticas foi utilizado um multímetro HIKARI HM - 1000 (**Figura 13**) e tal escolha tomaram por base o fato deste apresentar excelente custo-benefício para composição de um kit educacional de baixo custo.

Figura 13: Multímetro HIKARI HM - 1000



Fonte: <http://www.hikariferramentas.com.br/multimetro-digital/283/104/>

Os experimentos propostos em nosso produto educacional são circuitos de corrente contínua e iremos nos limitar a explicitar a utilização do multímetro nesta direção.

MEDIDAS DE TENSÃO

Medidas de tensão são realizadas através da ligação em paralelo do dispositivo ao qual está se querendo saber a tensão e o multímetro, isso significa que o multímetro deve ficar submetido à mesma tensão que deve ser medida.

Em multímetros digitais o valor da escala já indica o máximo valor a ser medido por ela, independente da grandeza. No HIKARI HM - 1000 a escala é selecionada manualmente, como estamos interessados em medir tensões devemos selecionar

umas das escalas do segundo quadrante do aparelho, como visto na **Figura 14**.

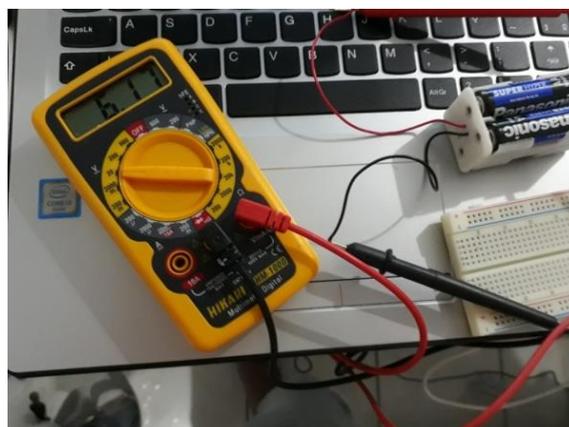
Figura 14: Escolha de escala para medida de tensão



Fonte: Própria (2017)

É importante escolher uma escala para a tensão compatível com o objeto que se quer medir a tensão, podemos exemplificar isto medindo a tensão na fonte que utilizaremos em nossos experimentos, a citar: 4 (quatro) pilhas AA colocadas em um suporte que as associa em série, como vimos na **Figura 15**. Nesta medida, a escala escolhida foi de 20V, e podemos visualizar a tensão do conjunto como 6,17V, o que é um valor aceitável já que cada uma das pilhas tem tensão aproximada de 1,5V conforme fabricante.

Figura 15: Medição de tensão DDP da fonte (pilhas AA) de um circuito



Fonte: Própria (2017)

MEDIDAS DE CORRENTE

Medidas de corrente são realizadas através da ligação em série do dispositivo ao qual está se querendo saber a corrente e o multímetro. Como já mencionamos, a escala deve ser escolhida manualmente e como estamos interessados em medir correntes devemos selecionar uma das escalas do terceiro quadrante do aparelho, como visto na **Figura 16**.

Figura 16: Escolha da escala para medida de correntes

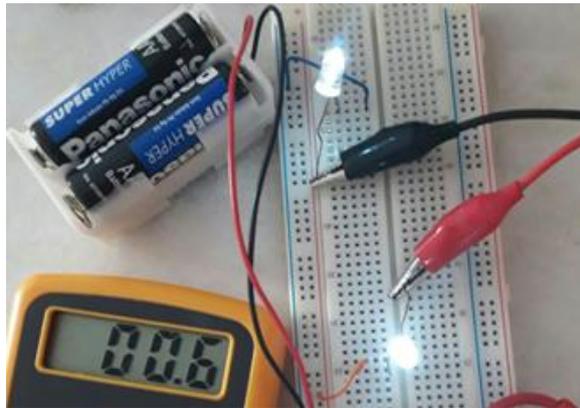


Fonte: Própria (2017)

Assim, se quisermos medir a corrente que passa por uma lâmpada devemos desligar um lado da lâmpada e encostar uma ponta de prova, a outra deve ser encostada no fio que foi solto na lâmpada (

Figura 17).

Figura 17: Medição de corrente em uma lâmpada



Fonte: Própria (2017)

MEDIDAS DE RESISTÊNCIA

Para medir a resistência de dispositivos é necessário que o mesmo esteja desligado de qualquer fonte. A escala deve ser escolhida manualmente e devemos selecionar uma das escalas do quarto quadrante do aparelho, como visto na **Figura 18**.

Figura 18: Escolha da escala para medida de resistências



Fonte: Própria (2017)

As pontas do multímetro devem ser encostadas em cada um dos lados do dispositivo. Por exemplo, para o caso de um resistor encostamos cada uma das pontas em uma extremidade do dispositivo, o que podemos ver na **Figura 19**.

Figura 19: Medição de corrente em um resistor



Fonte: Própria (2017)

CUIDADOS NO MANUSEIO DE UM MULTÍMETRO

A fim de que não ocorram acidentes com o uso do multímetro, seguem algumas regras de segurança para operação do aparelho:

- Não utilize o instrumento se estiver danificado ou tiver com alguma parte interna exposta.

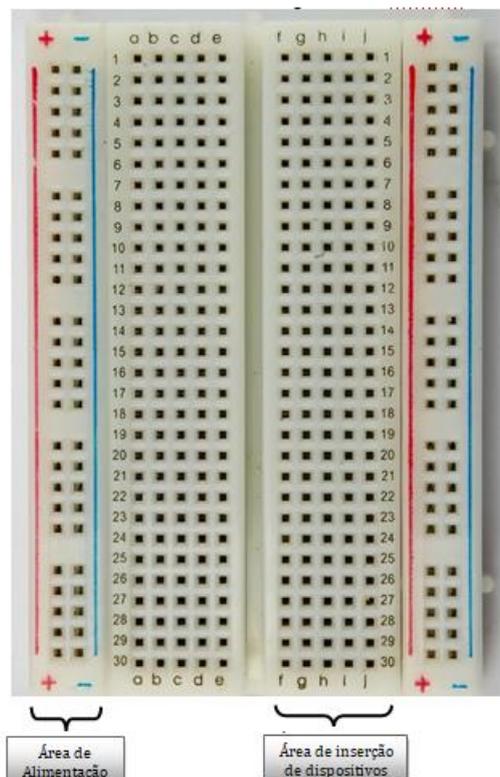
- Preste atenção no isolamento ao redor dos conectores.
- Em caso de verificar problemas com o isolamento das pontas, troque-as por modelos idênticos ou de mesma especificação antes de usar o instrumento.
- Não aplique tensão maior que a especificada e marcada no instrumento.
- A chave rotativa deve ser posicionada corretamente e nenhuma mudança de posição deve ser feita durante a medida para evitar danos ao instrumento.
- Não utilize ou armazene o instrumento em ambientes de alta temperatura, umidade, explosivo, inflamável ou com fortes campos magnéticos, sob pena de comprometimento de desempenho do instrumento.
- Retire a bateria quando o instrumento não for utilizado por muito tempo para evitar danos.

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – PLACA PROTOBOARD

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

A placa Protoboard é bastante utilizada para experimentos diversos em circuitos elétricos, inclusive para fins didáticos. Ela é constituída por uma base plástica com orifícios destinados ao encaixe de componentes eletrônicos. É muito utilizada devido à facilidade de inserção de componentes, uma vez que isto pode ser realizado apenas com encaixes, dispensando soldagem, e possibilitando montagem de novos circuitos. Podemos visualizar na **Figura 20** uma placa Protoboard similar a que propomos para o KIT.

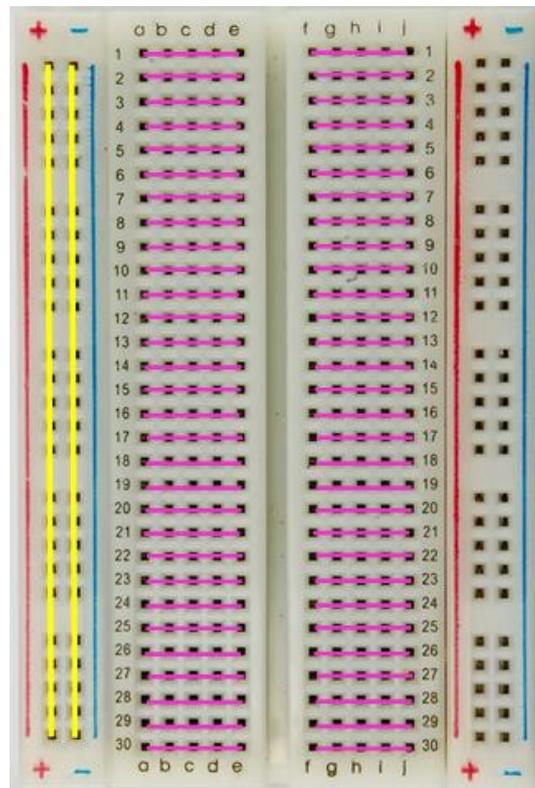
Figura 20: Placa Protoboard



Fonte: Adaptada de <http://www.eletronicadidatica.com.br/Protoboard.html>

Na área de alimentação, todos os orifícios de uma mesma coluna estão internamente conectados. Contudo, os orifícios de uma coluna não possuem conexões internas com os orifícios de outras. Já na área de inserção de dispositivos existe conexão entre os orifícios de uma mesma linha, mas elas são independentes entre si, o que pode ser entendido visualizando na Figura 21 e Figura 20.

Figura 21: Representação das ligações internas numa placa Protoboard



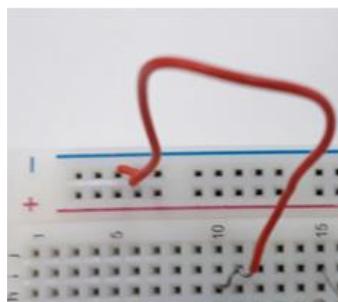
Fonte: Adaptada de <http://www.eletronicadidatica.com.br/Protoboard.html>

EXEMPLO: ASSOCIAÇÃO SIMPLES – LED + RESISTOR

Material necessário: placa Protoboard, LED, resistor, fonte e fios para conexão.

PRIMEIRO PASSO: Escolha outro ponto da coluna negativa e conecte uma extremidade de fio. A outra extremidade do fio deve ser conectada em uma das 65 linhas disponíveis para inserção de dispositivos. Podemos ver o arranjo parcial na Figura 22.

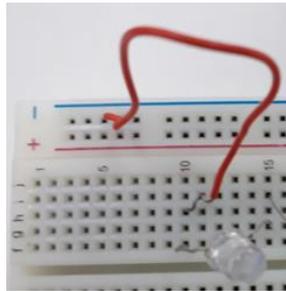
Figura 22: Inserção de fio em placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

SEGUNDO PASSO: Uma extremidade do LED deve ser conectada na mesma linha que o fio vermelho. A outra extremidade deve ser conectada em qualquer outra posição da área de inserção de dispositivos, exceto na linha já ocupada pela primeira extremidade (**Figura 23**).

Figura 23: Conectando um LED a uma placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

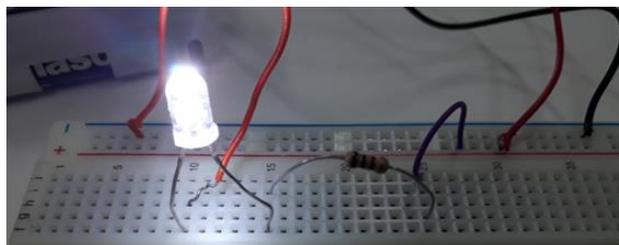
TERCEIRO PASSO: Uma extremidade do Resistor deve ser conectada na mesma linha que o fio (e conseqüentemente o LED). A outra extremidade deve ser conectada em qualquer outra posição da área de inserção de dispositivos, exceto na linha já ocupada pela primeira extremidade.

QUARTO PASSO: Pegar outro fio e conectar uma extremidade na mesma linha que o LED e a outra em qualquer ponto da coluna positiva.

QUINTO PASSO: Conectar a fonte com uma extremidade no polo positivo e outra no negativo. Quando a fonte for acionada o LED acenderá.

A **Figura 24** nos mostra como fica o aparato depois de realizados os quatro passos citados.

Figura 24: Representação de circuito em placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

CAPACITORES – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Mostrar o armazenamento de carga em um capacitor através da manutenção de um LED aceso mesmo depois que a fonte foi desligada do circuito elétrico.

OBJETIVOS

- Compreender o funcionamento dos capacitores;
- Conceituar capacitância;
- Compreender a associação de capacitores em série e paralelo e como obter a capacitância equivalente;
- Analisar os circuitos de carga e descarga do capacitor.

CONCEITOS BÁSICOS

DEFINIÇÃO DE CAPACITORES

São dispositivos que podem armazenar energia potencial elétrica e carga elétrica. Eles são formados por duas placas que armazenam cargas de sinais opostos e não entram em equilíbrio por conta de um dielétrico que existe entre eles.

CARREGANDO/DESCARREGANDO UM CAPACITOR

Podemos carregar um capacitor conectando suas placas aos terminais opostos de uma bateria. Quando as cargas $+Q$ e $-Q$ são estabelecidas sobre os condutores os fios são desconectados da bateria, o que fornece uma diferença de potencial fixa entre as placas do capacitor. A relação entre a carga armazenada e essa diferença de potencial é denominada Capacitância, $C = Q/V_{ab}$, que é nada mais nada menos que a capacidade do capacitor em armazenar energia.

Já a descarga de um capacitor será realizada quando colocamos um resistor no circuito elétrico. Como já mencionamos, os resistores são dispositivos que dissipam energia no circuito e como o mesmo não estará alimentado por uma fonte externa o capacitor irá perder a energia antes armazenada.

ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

Uma das características fundamentais destes dispositivos é a possibilidade de associação. Esta se faz necessária pelo fato de os capacitores que encontramos no mercado possuírem valores padronizados para as capacitâncias e para as voltagens de operação. As combinações mais comuns são as ligações em série e em paralelo.

- **Associação em série:**

- iii. A ddp total se divide para cada componente do circuito, dependendo da sua capacitância.
- iv. A carga armazenada é a mesma em todos os capacitores envolvidos.

- **Associação em paralelo:**

- iii. A ddp é a mesma para todos os caminhos
- iv. A carga elétrica é dividida para cada capacitor dependendo da sua capacitância.

MATERIAL UTILIZADO

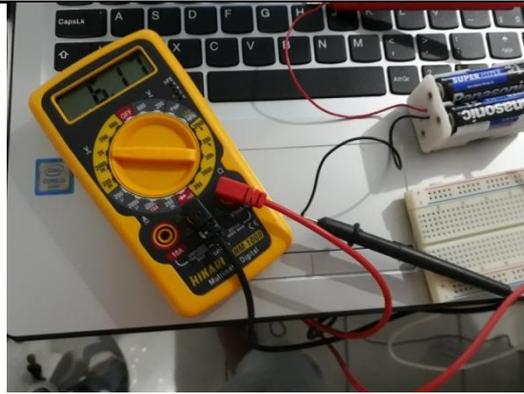
- Suporte para 4 pilhas AA
- 4 pilhas AA
- Placa *Protoboard*
- 1 LED de 3V e 6mm
- Capacitores (mínimo 2 para possibilitar associações)
- 1 resistor de 100Ω
- 1 conector chave (ou um fio que sirva como chave)
- 1 cronômetro

PROCEDIMENTO DETALHADO

IMPORTANTE: É fundamental esquematizar os circuitos montados no quadro ou solicitar aos discentes que realize esta ação durante o experimento. Tal medida ajudará os discentes quando necessitarem das representações teóricas relacionadas aos conteúdos.

PASSO 1: Medir a diferença de potencial produzida pelas pilhas ao colocá-las no suporte. Para isso vamos utilizar o multímetro, como mostrado na **Figura 25**.

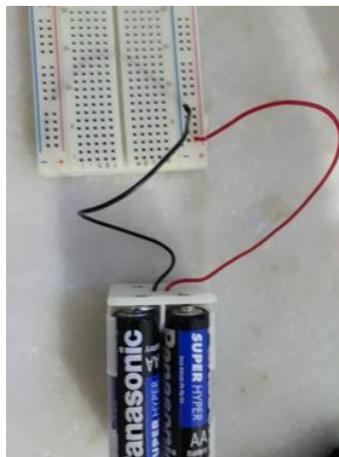
Figura 25: Como medir a DDP da fonte (pilhas AA) de um circuito



Fonte: Própria (2017)

PASSO 2: Conectar a fonte polos positivo e negativo da placa *Protoboard*, como mostrado na **Figura 26**.

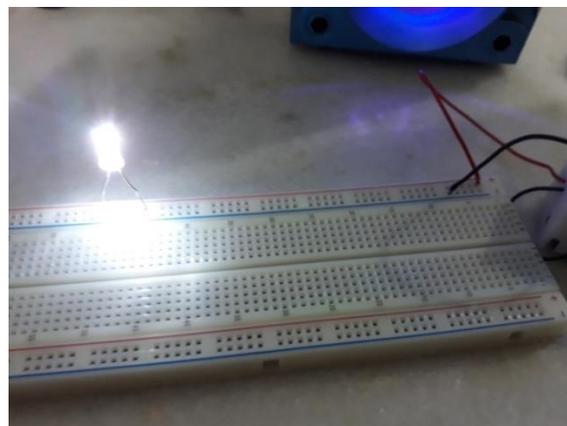
Figura 26: Conexão de fonte a uma placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Conectar um LED e verificar para qual lado o mesmo acende, ver **Figura 27**. É importante que se explicita o que é um LED para os discentes para o caso dele não acender (o que ocorre caso ele seja conectado de maneira incorreta).

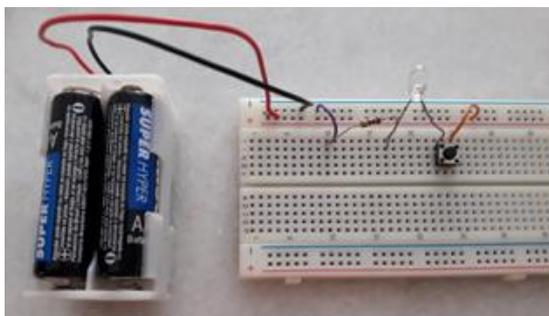
Figura 27: Inserção de LED em placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4:Ligar o resistor e uma chave, ambos em série com o LED (**Figura 28**).

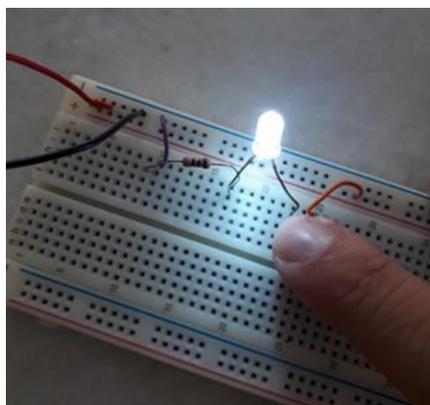
Figura 28: Inserção de novos dispositivos em placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 5:Pressionar a chave e verificar o que ocorre com o LED (**Figura 29**).

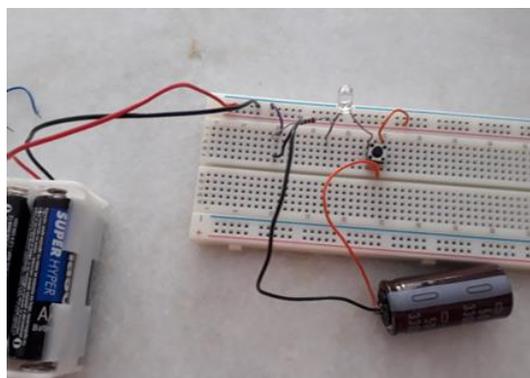
Figura 29: Representação de chave acionada em circuito elétrico em placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 6:Desligar a chave e colocar um capacitor em paralelo com o resistor e o LED (**Figura 30**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso.

Figura 30: Circuito RC com LED

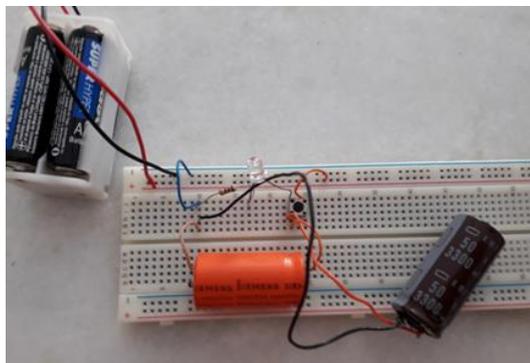


Fonte: Própria (2017)

PASSO 7:Desligar a chave e trocar o capacitor por uma associação em paralelo de

capacitores, o qual os discentes deverão calcular o capacitor equivalente (**Figura 31**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso nesta nova composição do circuito.

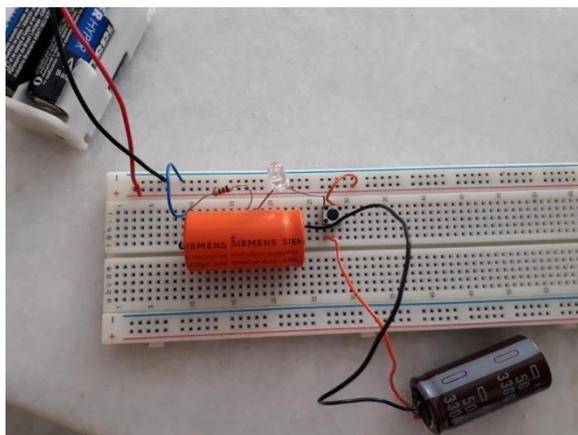
Figura 31: Representação de circuito RC com associação de capacitores em paralelo



Fonte: Própria (2017)

PASSO 8: Desligar a chave e trocar a associação em paralelo de capacitores por uma associação em série, a qual os discentes deverão calcular o capacitor equivalente (**Figura 32**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso nesta nova composição do circuito.

Figura 32: Representação de circuito RC com associação de capacitores em série



Fonte: Própria (2017)

AVALIAÇÃO

Após a aplicação do experimento, é necessário se fazer uma avaliação tanto para verificação da aprendizagem como para se ter um *feedback* sobre a utilização do experimento em sala de aula. Como sugestão segue algumas questões:

1. O que é a capacitância do capacitor e porque ela é útil?
2. Por que esse circuito precisa de uma chave? Seria possível realizar sem uma? Justifique.
3. Por que os três tempos medidos são diferentes?
4. No experimento é perceptível o capacitor funcionar?
5. Na escola temos problemas de evasão e faltas, se aulas de Física sempre

tivessem experimentos, você acha que os alunos mudariam o seu comportamento em relação a isso?

EXPERIMENTO 2

BRILHO DE LEDS E SUA RELAÇÃO COM RESISTORES NUM CIRCUITO

Mostrar os tipos de associação de resistores na prática, como a tensão no circuito é distribuída em uma associação de resistores, explicar o código de cores e comparar sua medida com a de um multímetro.

OBJETIVOS

- Analisar a associação em série de resistores e paralelo;
- Compreender o que é e como obter a resistência equivalente em uma associação de resistores;
- Analisar componentes onde ocorre efeito Joule nos dispositivos de um circuito;
- Apresentar as características de um curto circuito;
- Conhecer o funcionamento dos amperímetros e voltímetros;
- Conhecer o código de cores dos resistores.

CONCEITOS BÁSICOS

DEFINIÇÃO DE RESISTORES

São dispositivos que transformam energia elétrica em energia térmica por meio do Efeito Joule. Eles se opõem a passagem de corrente elétrica limitando sua intensidade.

Os resistores dividem-se em lineares e não lineares. Os lineares são aqueles que obedecem à lei de Ohm, ou seja, existe uma proporcionalidade entre a tensão (V) e a corrente (i) que atravessa o resistor de resistência (R). Podemos expressar a Lei de Ohm pela equação $V = Ri$.

CÓDIGO DE CORES

Devido ao tamanho reduzido dos resistores é inviável imprimir o valor de sua

resistência no seu corpo. Assim, optou-se pelo código de cores (). Utilizamos em nosso KIT resistores de 4 (quatro) faixas e a leitura do valor da resistência através desse código é realizado da seguinte maneira.

Figura 33: Código de cores para resistores

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	Nº de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	
Marrom	1	1	1	± 1%
Vermelho	2	2	2	± 2%
Laranja	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	
Verde	5	5	5	± 0,5%
Azul	6	6	6	± 0,25%
Violeta	7	7	7	± 0,1%
Cinza	8	8	8	± 0,05%
Branco	9	9	9	
Dourado			x0,1	± 5%
Prata			x0,01	± 10%



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/>

- **PRIMEIRA FAIXA:** é sempre a que estiver mais próxima de um dos terminais do resistor. Mostra o primeiro algarismo do valor da resistência.
- **SEGUNDA FAIXA:** Mostra o segundo algarismo do valor da resistência.
- **TERCEIRA FAIXA:** Apresenta quantos zeros devem ser adicionados.
- **QUARTA FAIXA:** Percentual de tolerância. Permite identificar os possíveis valores de resistência do resistor.

Podemos exemplificar calculando a resistência do resistor exibido na **Figura 33**.

1ª. FAIXA	VERMELHO	2
2ª. FAIXA	VIOLETA	7
3ª. FAIXA	MARROM	0
4ª. FAIXA	DOURADO	±5%
INTERVALO DE POSSÍVEIS VALORES PARA RESISTÊNCIA		256,5Ω a 283,5Ω

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Uma das características fundamentais destes dispositivos é a possibilidade de associação. As combinações mais comuns são as ligações em série e em paralelo.

- **Associação em série:**

- v. A diferença de potencial (ddp) total se divide para cada componente do circuito, dependendo da sua capacitância.
- vi. A corrente é a mesma em todos os resistores envolvidos.

- **Associação em paralelo:**

- v. A ddp é a mesma para todos os caminhos
- vi. A carga elétrica é dividida para cada resistor dependendo da sua resistência.

MATERIAL UTILIZADO

- Suporte para 4 pilhas AA
- 4 pilhas AA
- Placa *Protoboard*
- 4 LEDs de 3V e 6mm
- Um multímetro.
- Um resistor de 100Ω e um de $1k\Omega$

PROCEDIMENTO DETALHADO

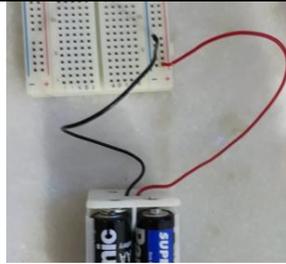
COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LEDS EM SÉRIE E PARALELO

PASSO 1: Calcular a resistência dos resistores com o multímetro, método explicitado em medidas de resistência e comparar com o que está explicitado pelo código de cores.

IMPORTANTE: Pode-se também baixar algum aplicativo para celular que calcule o valor de medidas elétricas, o que poderia ainda prender mais a atenção dos discentes. Dentre os muitos disponíveis pode ser usado o ElectroDroid.

PASSO 2: Medir a ddp do suporte após as pilhas serem colocadas nele com o multímetro, como mostrado em medidas de tensão. Comparar o resultado calculando a tensão existente no conjunto sabendo que as pilhas quando no suporte ficam ligadas em série.

Figura 34: Conexão de fonte à placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Conectar a fonte na placa Protoboard (**Figura 34**).

PASSO 4: Conectar um LED e verificar se ele acende ou não (**Figura 35**).

Figura 35: Conexão de um LED à fonte em uma placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

IMPORTANTE: Explicar para os discentes que o LED só acende se for conectado corretamente aos polos da fonte e que possui as seguintes propriedades:

- A luz produzida pelos LEDs comuns é monocromática, isto é, de apenas uma cor, o que os torna bastante interessantes em sinalização.
- Quase toda a energia fornecida para o LED é transformada em luz e apenas uma pequena fração é perdida na forma calor, isto é, a eficiência do LED é muito grande. Na lâmpada incandescente ocorre o inverso, quase toda a energia é convertida em calor.
- Quando corretamente polarizados a vida útil dos LEDs é muito grande.
- Os LEDs funcionam com baixas tensões o que os tornam ideais para utilização em circuitos eletrônicos que também funcionam em baixa tensão, como os que estamos propondo no KIT.

PASSO 5: Desligar a fonte e conectar um outro LED em série com o que já estava na placa. Tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso (

Figura 36).

Figura 36: LEDs em série em um circuito numa placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 6: Desligar a fonte, reassociar os resistores que estavam na placa para que a ligação entre eles fique em paralelo. Tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso (**Figura 37**).

Figura 37: LEDs em paralelo em um circuito numa placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 7: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

RESULTADO ESPERADO: Associação em paralelo possuir maior brilho.

COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LEDs COM A PRESENÇA DE RESISTORES NO CIRCUITO

PASSO 1: Desligar a fonte e retirar todos os LEDs que estão conectados.

PASSO 2: Conectar em série um resistor de $1k\Omega$ e um LED. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso.

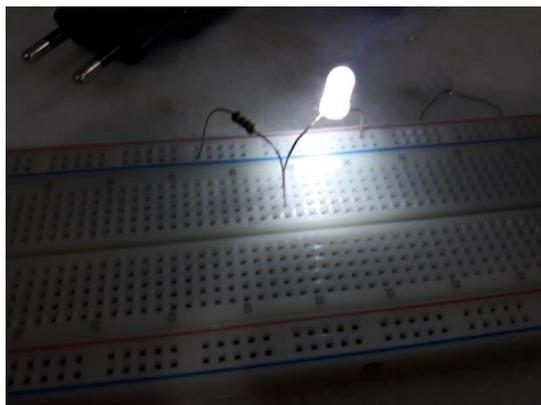
Figura 38: Ligação em série de LED e resistor de 1k Ω numa placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Desligar a fonte e substituir o resistor de 1k Ω por um de 100 Ω . Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso.

Figura 39: Ligação em série de LED e resistor de 100 Ω numa placa Protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

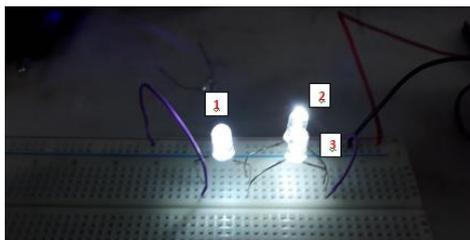
RESULTADO ESPERADO: Quanto maior a resistência, menor será o brilho do LED.

COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LEDSEM ASSOCIAÇÃO CIRCUITO

PASSO 1: Desligar a fonte e retirar o LED e o resistor que estão conectados.

PASSO 2: Fazer uma associação mista com 3 (três) LEDs. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash. Tivemos a liberdade de chamar cada LED por um número.

Figura 40: Circuito com associação mista de LEDs



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Desligar a fonte e retirar o LED 2 da associação. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash.

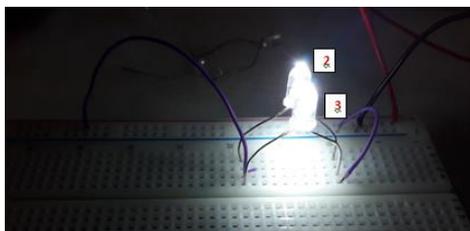
Figura 41: Circuito depois da retirada de um dos LEDs



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4: Desligar a fonte, retire o LED 1 e reposicionar o LED 2 na posição que ele se encontrava ao final do passo 1. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash.

Figura 42: Circuito após nova modificação na posição da associação de LEDs



Fonte: Própria (2017)

PASSO 5: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

RESULTADO ESPERADO: Diferença no brilho dos LEDs em cada associação.

AVALIAÇÃO

Após a aplicação do experimento, é necessário se fazer uma avaliação tanto para verificação da aprendizagem como para se ter um *feedback* sobre a utilização do experimento em sala de aula. Como sugestão segue algumas questões:

6. O que se nota de diferente nas associações em série e em paralelo?
7. Por que uma associação brilha mais do que a outra?
8. Por que em uma associação, se retirarmos uma lâmpada, as outras apagam e no outro circuito não?
9. O que é uma associação mista?
10. Em uma associação mista, retirando qualquer componente (lâmpada ou resistor) o circuito continua funcionando? Justifique.
11. Como você vê essas aulas com experimentos?

APÊNDICE B:
QUESTIONÁRIO APLICADO COM DOCENTES

 <p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino De Física</p>	 <p>UNIVERSIDADE FEDERAL UFERSA RURAL DO SEMI-ÁRIDO</p>	 <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	---	--

NOME: _____

ESCOLA PÚBLICA OU PARTICULAR? _____

1. Sua escola possui laboratório? Ele é funcional?

2. Você executa experimentos nas suas aulas? Isso é frequente?

3. Caso você utilize experimentos, eles estão no seu planejamento ou é algo avulso?

4. Você investiria dinheiro para comprar um kit de experimentos para utilizar em sala?

5. Você utilizaria esse kit?

6. Você compraria esse kit?

7. As descrições acima ficaram claras?

APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO APLICADO COM DISCENTES CAPACITORES



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

NOME: _____

TURMA: _____

1. O que é a capacitância do capacitor e porque ela é útil?

2. Por que esse circuito precisa de uma chave? Seria possível realizar sem uma? Justifique.

3. Por que os três tempos medidos são diferentes?

4. No experimento é perceptível o capacitor funcionar?

5. Na escola temos problemas de evasão e faltas, se aulas de Física sempre tivessem experimentos você acha que os alunos mudariam o seu comportamento em relação a isso?

APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO APLICADO COM DISCENTES RESISTORES



AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM

NOME: _____

TURMA: _____

1. O que se nota de diferente nas associações em série e em paralelo?

2. Por que uma associação brilha mais do que a outra?

3. Por que em um dos circuitos que realizamos em sala quando retiramos uma lâmpada as outras apagam e no outro circuito não?

4. O que é uma associação mista?

5. Em uma associação mista, retirando qualquer componente (lâmpada ou resistor) o circuito continua funcionando? Justifique.

6. Como você vê essas aulas com experimentos de baixo custo?

APÊNDICE E: SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM O KIT UTILIZADO

Objetivo: Utilizar o kit sugerido no manual do professor em uma sequência didática no ensino da eletrodinâmica.

Resistores

Associação de Resistores

- Em série

Após conectar os dois LEDs e um resistor em série, explicar que, como só existe um caminho para a corrente elétrica percorrer, qualquer componente retirado vai fazer o circuito desligar por inteiro.

Figura 43: Circuito em série

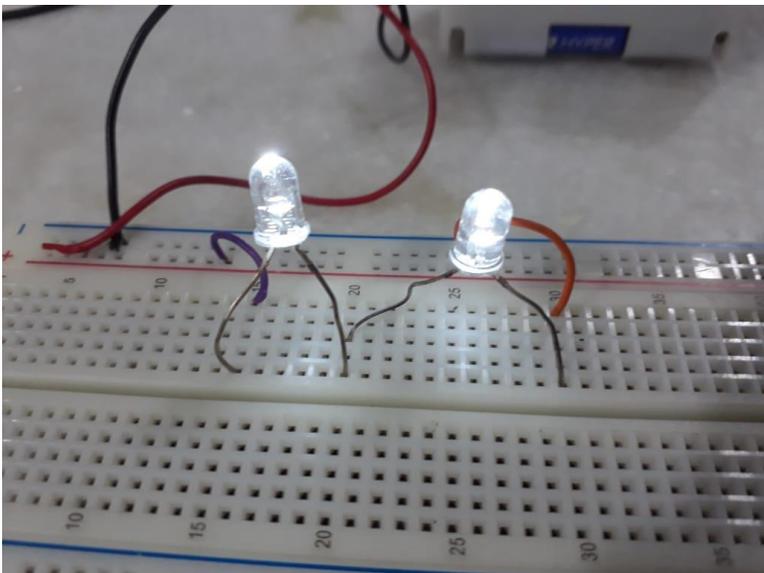
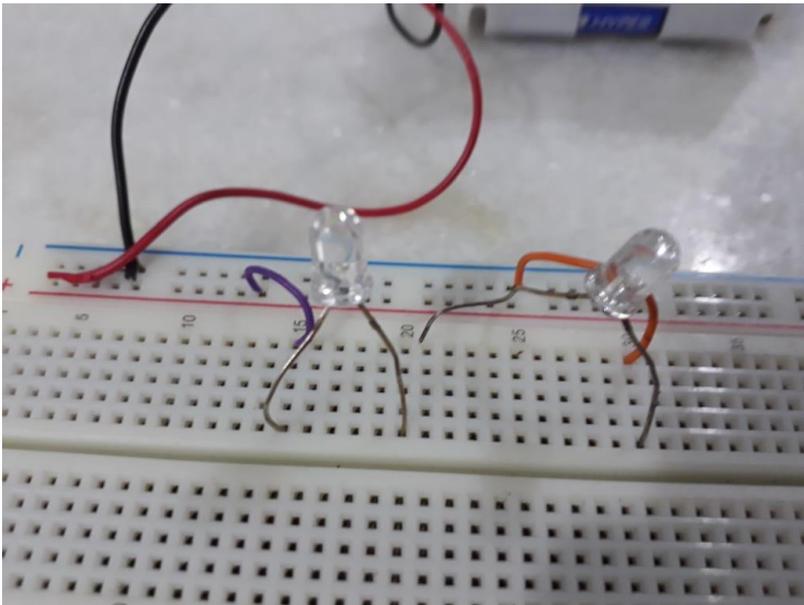


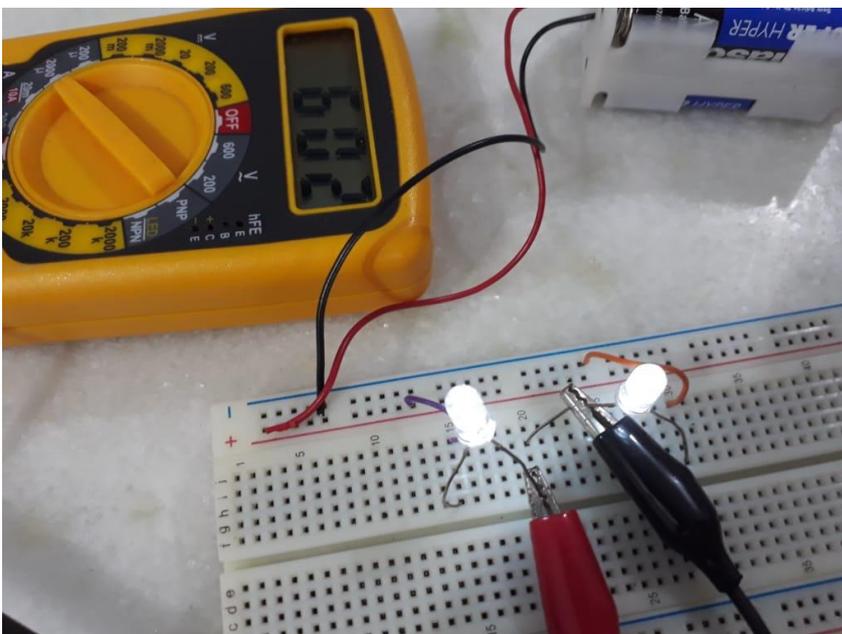
Figura 44: Circuito em série desconectado 1 LED



-Medição da corrente elétrica em uma associação em série

Após fazer o cálculo, regular o multímetro para amperímetro e colocar em série com os LEDs, para melhor visualização coloque o amperímetro entre os dois LEDs

Figura 45: Medição da corrente com associação em série



-Medição da diferença de potencial em uma associação em série

Faça a conexão de um LED a um resistor e depois, colocando no multímetro a opção voltímetro, coloque-o em paralelo inicialmente com o LED, e depois com o resistor. Compare os resultados com os calculados anteriormente e comente a diferença entre eles. Para uma melhor visualização, use os resistores de 100Ω e $1k\Omega$.

Figura 46: Medição da ddp do LED em uma associação em série com o resistor de $1k\Omega$

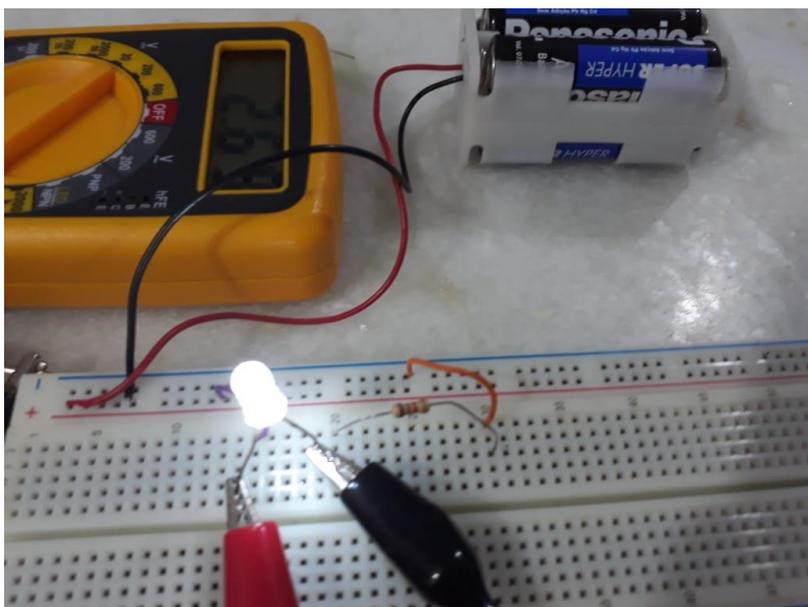


Figura 47: Medição da ddp do resistor de $1k\Omega$ em uma associação em série com um LED

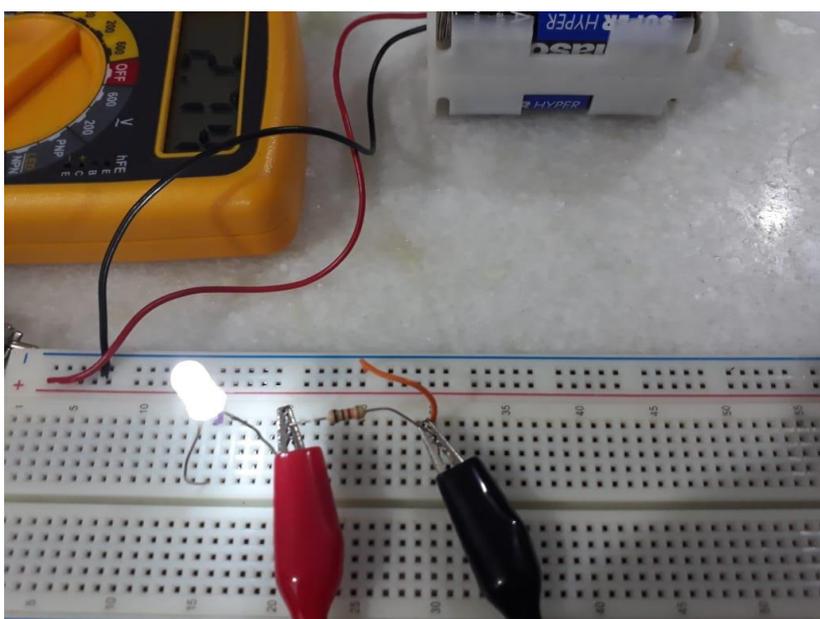


Figura 48: Medição da ddp do LED em uma associação em série com um resistor de 100Ω

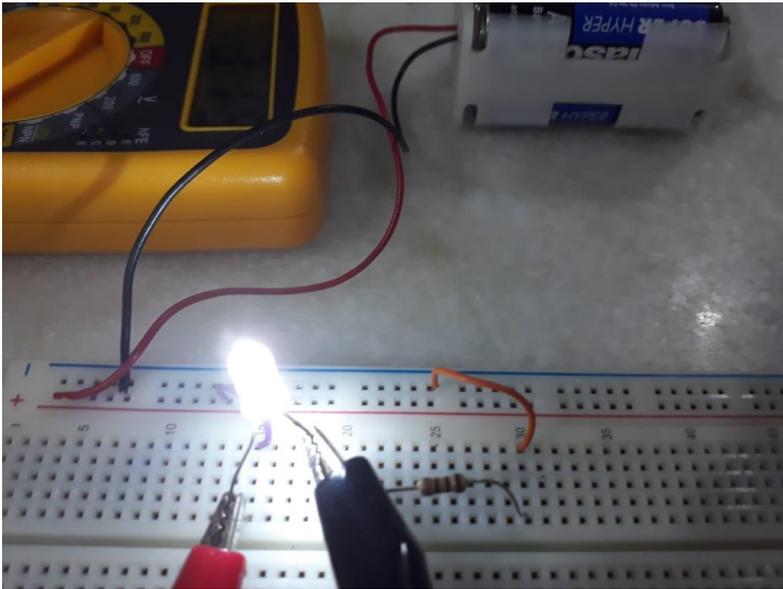
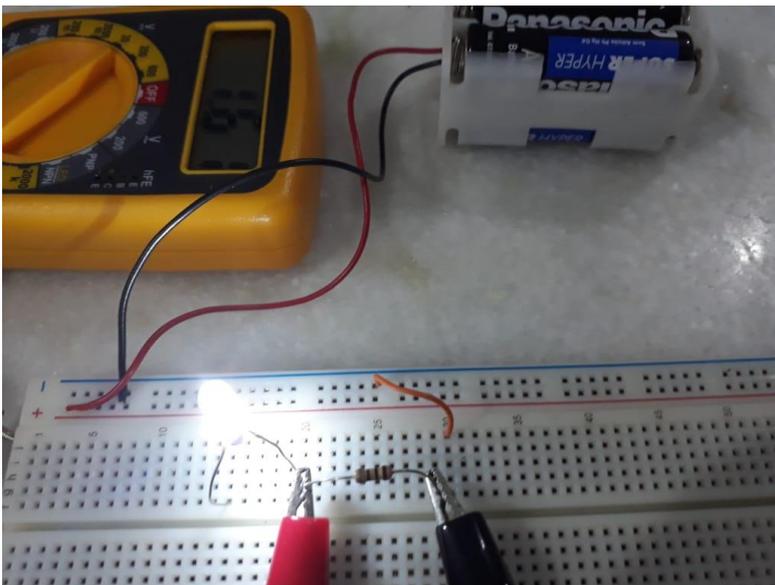


Figura 49: Medição da ddp de um resistor de 100Ω ligado em série com um LED



- Em paralelo

Após conectar dois ou mais LEDs em paralelo, explicar que, como existem vários caminhos, qualquer componente retirado do circuito não vai influenciar no circuito total. Pode-se fazer uma analogia com as instalações elétricas de uma residência.

Figura 50: Dois LEDs associados em paralelo

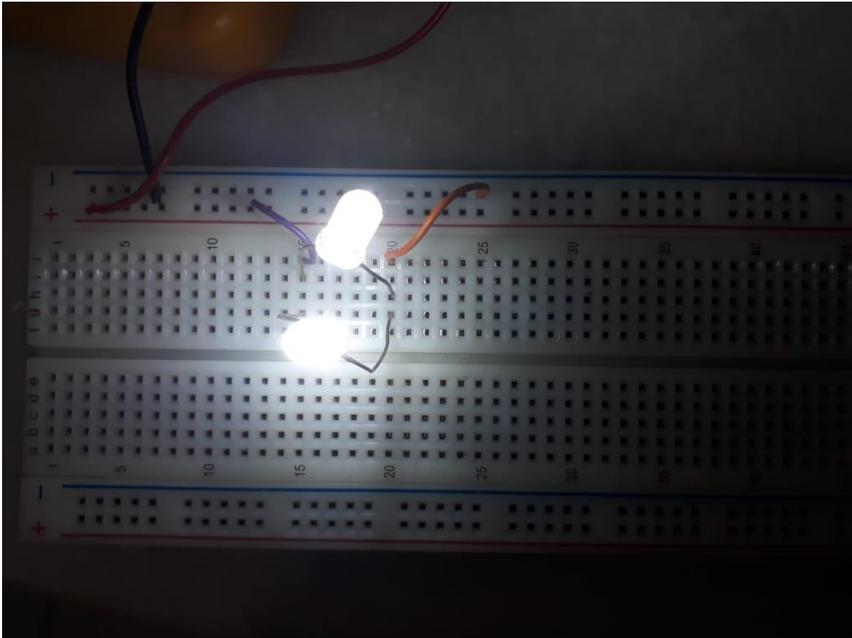
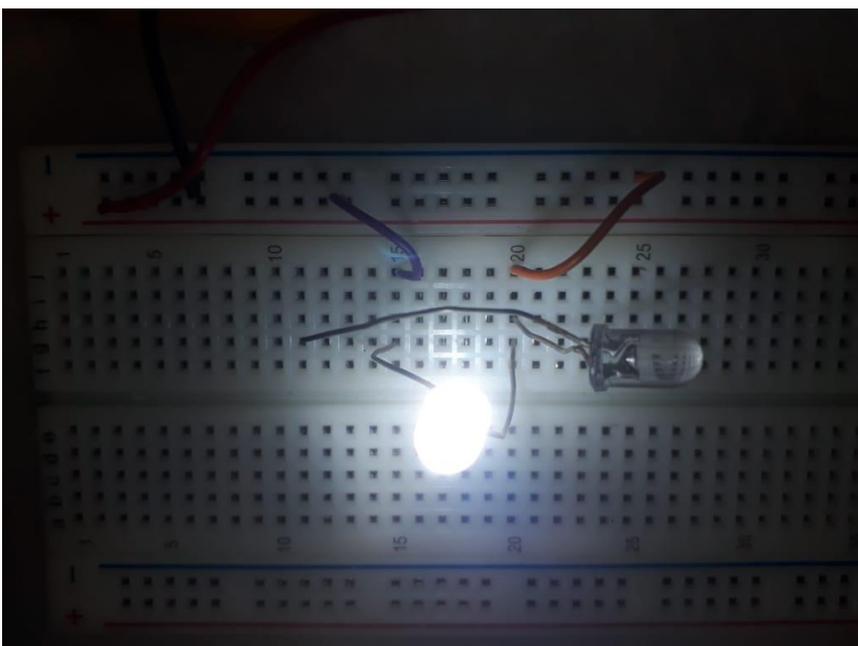


Figura 51: Desconectando um dos LEDs o circuito continua funcionando



-Medição da corrente elétrica em uma associação em paralelo

Após fazer o cálculo, regular o multímetro para amperímetro e colocá-lo em série com o LED, pode também utilizar os resistores para obter valores diferentes do LED.

Figura 52: Medição da corrente no LED associado em paralelo a outro LED

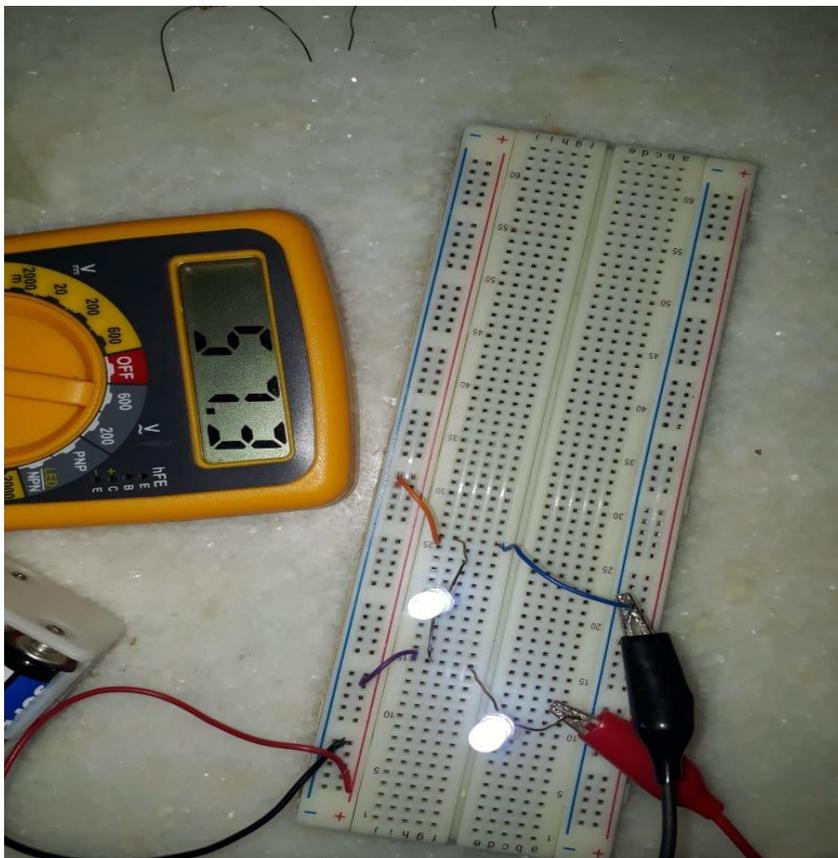


Figura 53: Medição da corrente no LED associado ao resistor de 1k Ω

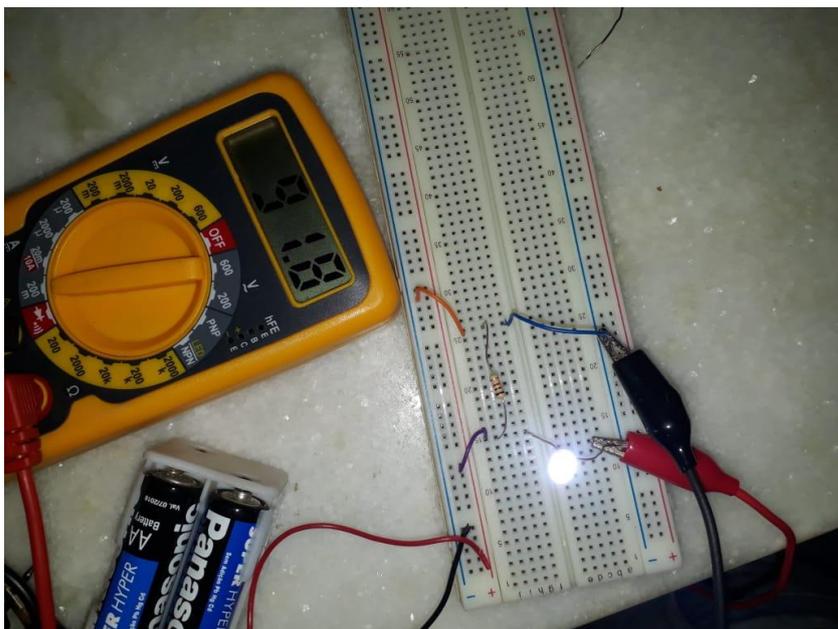
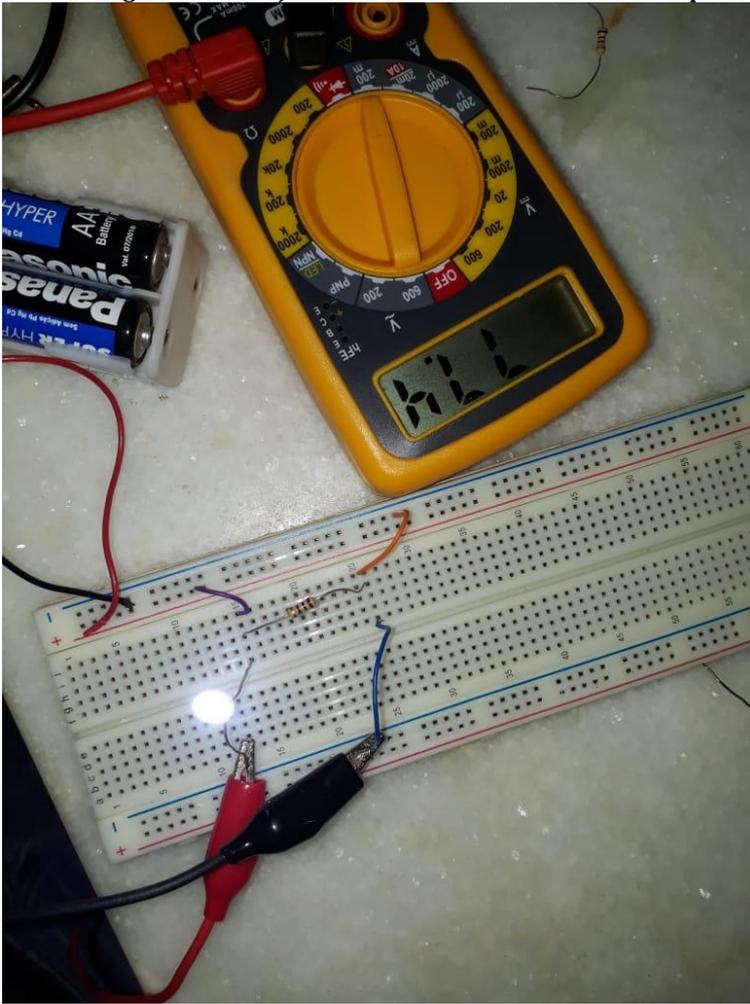


Figura 54: Medição da corrente do LED associado em paralelo com o resistor de 100 Ω



-Medição da diferença de potencial em uma associação em paralelo

Faça conexão de um LED a um resistor e depois, colocando no multímetro a opção voltímetro, coloque-o em paralelo inicialmente com o LED e depois com o resistor. Mostre que mesmo tendo valores diferentes a diferença de potencial é a mesma por conta do tipo de associação.

Figura 55: Medição da ddp do resistor de 100Ω em uma associação em paralelo

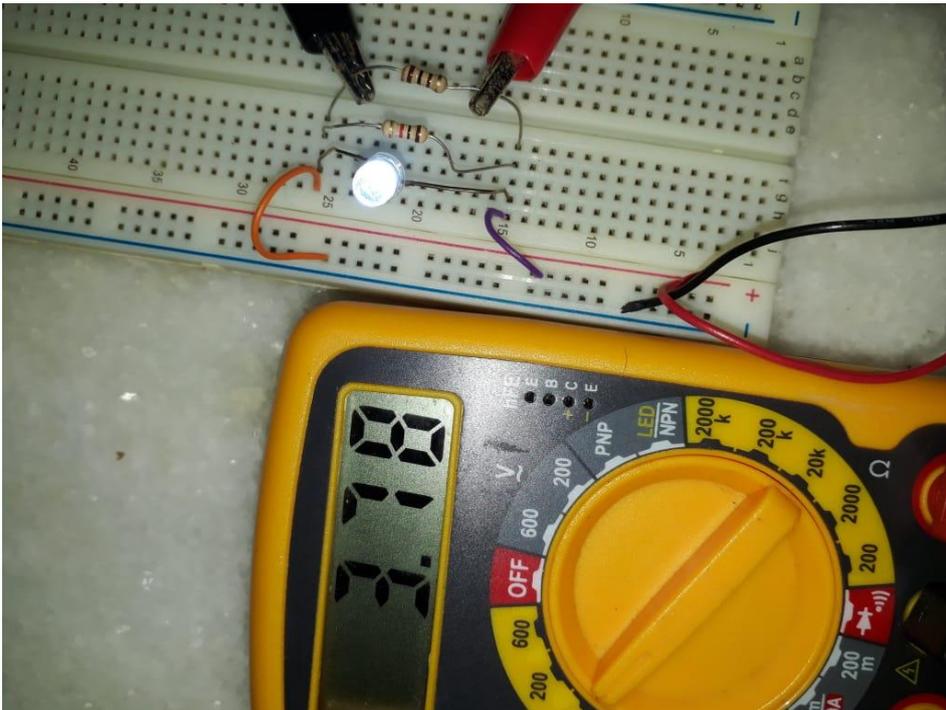


Figura 56: Medição da ddp do resistor de $1k\Omega$ em uma associação em paralelo

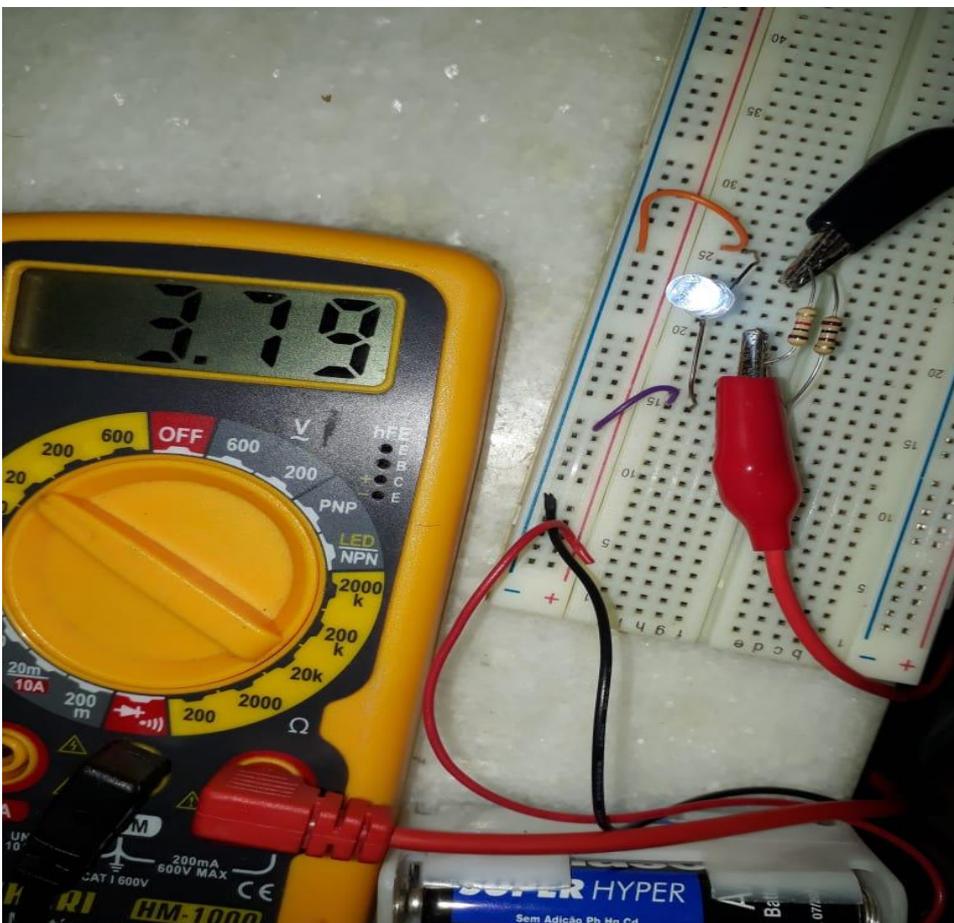
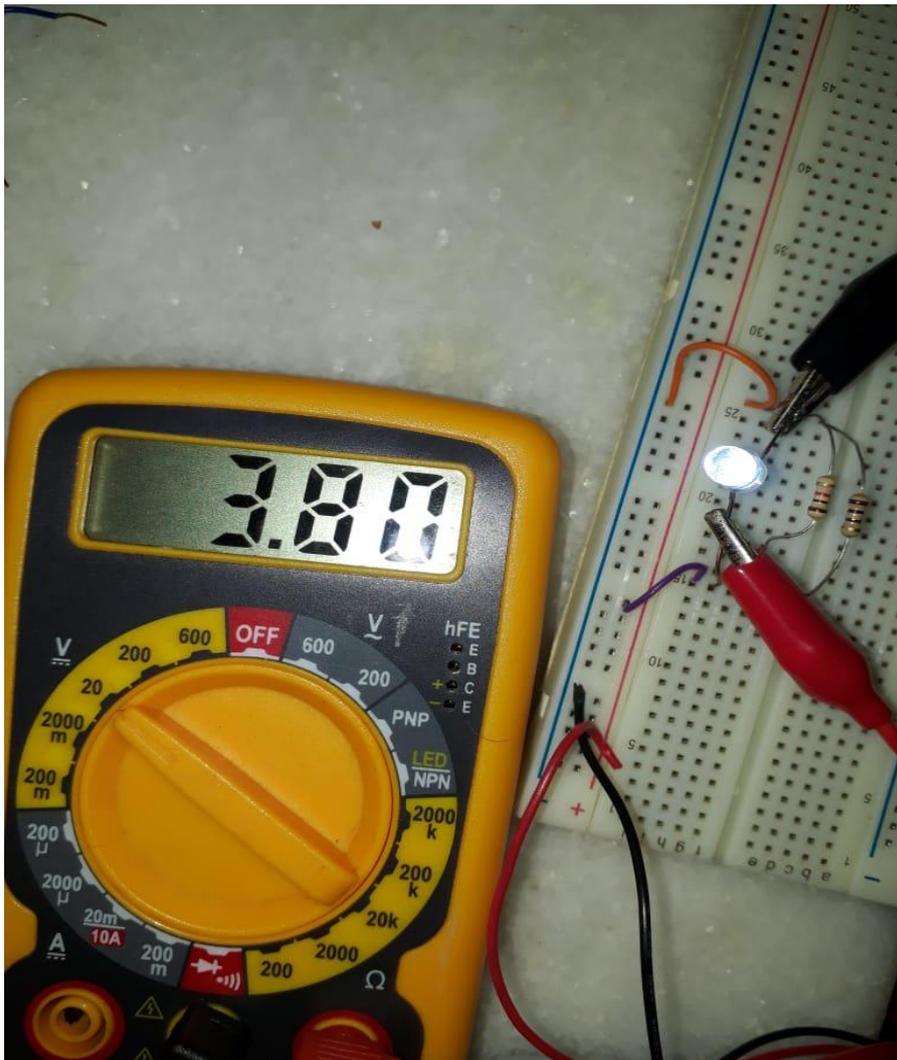


Figura 57: Medição da ddp do resistor de 100Ω em uma associação em paralelo



- Curto circuito

Repetindo uma associação em série, mas nesse caso conectando um fio em paralelo com o LED, criando assim um caminho com a resistência bem menor que a inicial, deixando o LED em curto circuito.

Figura 58: Associação em série com curto circuito de um dos LEDs

