

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – UNIFAL-MG  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

HUGO LEONARDO METZ

***PROTOBOARD COM ELEMENTOS RESISTIVOS ORGÂNICOS***

ALFENAS  
2018

HUGO LEONARDO METZ

***PROTOBOARD COM ELEMENTOS RESISTIVOS ORGÂNICOS***

Produto educacional apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física. Orientador: Prof. Dr. Ihosvany Camps Rodriguez

ALFENAS  
2018

## RESUMO

O propósito do presente trabalho é sugerir um método de ensino do conteúdo de circuitos elétricos simples que envolva, além da teoria, uma atividade prática, que é a construção de um *proto-board*, onde o aluno seja o principal protagonista de sua busca pelo conhecimento. Sugere-se também o emprego de um simulador de circuitos elétricos como complemento pedagógico. Os resistores utilizados neste *proto-board* são citados neste trabalho como resistores orgânicos, e deve-se esclarecer que esta terminologia se refere a elementos orgânicos do gênero alimentício, como salsichas, pepinos, cenouras, entre outros. Com esta proposta busca-se dar sentido aos símbolos utilizados nos livros-texto e nos exercícios de fixação e às equações, ao mesmo tempo que permite que, durante a utilização do arranjo experimental, o aluno possa ser surpreendido por situações não previsíveis, possa fazer medidas, propor e testar hipóteses, e possa, de maneira sólida, substituir seus conhecimentos de senso comum por conhecimentos com base científica, capazes de lhe trazer compreensão sobre situações semelhantes. O projeto tem por finalidade prover ao aluno, tanto visualmente quanto quantitativamente, meios de se observar e medir os efeitos da associação de resistores, e confrontar as medidas tomadas com a teoria previamente trabalhada em sala de aula. É também possível trabalhar outros conceitos, como o Efeito Joule, efeitos do campo elétrico e a dependência linear da diferença de potencial com a distância onde são feitas as medidas, o efeito do curto-circuito sobre a corrente elétrica e a queda de potencial nos resistores e seu efeito direto no brilho das lâmpadas, o tempo de cozimento das salsichas de acordo com o tipo de lâmpada utilizada, entre outros efeitos.

**Palavras-chave:** circuitos elétricos; *proto-board* orgânico; medidas elétricas

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Identificação dos pregos e bocais .....	14
Figura 2 - Posicionamento dos furos e bocais .....	15
Figura 3 - Circuito elétrico proposto .....	16

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CONDUÇÃO DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL .....</b>	<b>9</b>
2.1	METODOLOGIA.....	9
<b>3</b>	<b>LISTA DE MATERIAIS SUGERIDOS.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CONSTRUÇÃO E MONTAGEM.....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE OPINIÃO .....</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo em que vivemos é muito dinâmico. Uma simples observação das coisas que nos cercam, durante uma caminhada vespertina num parque, pode ser suficiente para nos despertar inúmeros questionamentos. E tem sido assim ao longo de toda a história da humanidade.

Desde há muito tempo o homem observa a natureza e seus fenômenos, e a busca para uma explicação dos fenômenos observados tem levado o homem a compreender as leis que regem a natureza. Em diversos casos essas leis podem ser expressas através do uso da linguagem matemática.

A compreensão do funcionamento da natureza leva à próxima pergunta: é possível utilizar os fenômenos da natureza para trazer alguma vantagem ou benefício para a vida do ser humano? A busca por esta resposta é a responsável pelo desenvolvimento das tecnologias que servem ao homem e seus propósitos. Estas tecnologias podem bem simples, como utilizar um canudinho para tomar um refresco, ou bem complexas, como o envio de sondas espaciais para estudar o espaço sideral. Independentemente de sua complexidade, essas tecnologias têm como pano de fundo a física, em seus mais diversos ramos, como termodinâmica, óptica, mecânica ou física de partículas.

O desenvolvimento da tecnologia tem impacto direto em todas as áreas da vida cotidiana. Apenas a título de exemplo, na área da saúde a introdução da informática e o desenvolvimento de aparelhos modernos trazem muitos benefícios e rapidez na luta contra doenças (BARRA, D. C. C).

Percebe-se, a partir destes fatos, que é importante que o cidadão, participante da vida na sociedade atual, compreenda os princípios físicos em que são baseadas as tecnologias utilizadas ao seu redor, para que possa interagir de modo mais adequado e possa desfrutar dos benefícios trazidos pelas tecnologias, e também possa se prevenir dos efeitos colaterais que eventualmente possam surgir.

A LDB/96 e a Resolução CNE/98 consideram o Ensino Médio como a última e complementar etapa na formação do indivíduo na Educação Básica, e apontam que o aprendizado de Ciências e de Matemática, já iniciadas no Ensino Fundamental, sejam complementadas e aprofundadas durante esta etapa, uma vez que o aluno já apresenta uma maior maturidade. Por este motivo, durante o ensino médio, os objetivos educacionais podem ter uma maior ambição formativa, tanto em termos de tratamento de informações como em termos das habilidades, competências e valores desenvolvidos (PCN).

O estudo da física no ensino médio deveria desenvolver no aluno a curiosidade e o senso de investigação. O que se nota, no entanto, é que os estudantes, de forma geral, classificam a física como uma disciplina de difícil compreensão, e desta forma acabam por não gostar da disciplina. TRINDADE apresenta algumas das possíveis causas de insucesso no ensino de física: fraca base matemática do aluno, desenvolvimento cognitivo insuficiente e modelos conceituais apoiados em senso comum, que fornecem algumas respostas satisfatórias sobre o assunto abordado. Segundo TRINDADE, a suposição de que o aluno não desenvolveu anteriormente representações intelectuais sobre o assunto traz a ideia de que quem ensina poderá preencher essa lacuna a seu bel-prazer. Nota-se, no entanto, que as concepções e significados atribuídos pelos jovens aos termos do discurso científico não são desconexos, mas integram-se numa explicação coerente do mundo sob seu ponto de vista, e é natural que essa explicação entre em conflito com a física newtoniana que lhes é ensinada, e isso traz dificuldades no processo de ensino e aprendizagem.

Esta dificuldade é notória nos alunos do 3º ano do ensino médio quando o assunto trabalhado é referente aos circuitos elétricos simples, constituídos apenas de fonte de tensão, fio condutor, resistores e as associações de resistores.

O propósito do presente trabalho é sugerir um método de ensino do conteúdo de circuitos elétricos simples que envolva, além da teoria, uma atividade prática, que é a construção de um *protoboard*, onde o aluno seja o principal protagonista de sua busca pelo conhecimento. Os resistores utilizados neste *protoboard* são referidos neste trabalho como *resistores orgânicos*, e deve-se esclarecer que esta terminologia se refere a elementos orgânicos do gênero alimentício, como salsichas, pepinos, cenouras, entre outros. Não se trata, portanto, de resistores comerciais. Ressaltamos também que, embora o tema seja abordado no Ensino Médio apenas em termos de corrente elétrica contínua e os resistores sejam apenas os resistores do tipo ôhmico, para fins práticos a proposta deste trabalho utiliza corrente alternada, e embora o elemento principal considerado como resistor, ou seja, a salsicha, não tenha caráter ôhmico devido às mudanças de suas propriedades no decorrer do cozimento, para este trabalho esta característica, embora evidente, não é fator limitante para as discussões de dissipação de energia, associação de resistores ou controle da intensidade da corrente elétrica em um ramo de circuito.

Com esta proposta busca-se dar sentido aos símbolos utilizados nos livros-texto e nos exercícios de fixação e às equações, ao mesmo tempo que permite que, durante a utilização do arranjo experimental, o aluno possa ser surpreendido por situações não previsíveis, possa fazer medidas, propor e testar hipóteses, e possa, de maneira sólida, substituir seus conhecimentos de

senso comum por conhecimentos com base científica, capazes de lhe trazer compreensão sobre situações semelhantes. A proposta inclui também a utilização de um simulador de circuitos elétricos, que pode ser para dispositivos móveis ou para computadores. O simulador, nesta proposta, tem papel secundário, de apoio, pois a animação fornecida auxilia aqueles alunos que apresentam dificuldades na abstração ou que aprendem melhor com estímulos visuais. A não utilização de um simulador de circuitos elétricos não é fator impeditivo ou limitante para o emprego do *protoboard* como instrumento de ensino.



## 2 CONDUÇÃO DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

O produto educacional em questão, o *protoboard* com elementos resistivos orgânicos, possui como principal característica de construção e aplicação a alta versatilidade em termos de elaboração de circuitos elétricos. Com criatividade o professor pode sugerir circuitos das mais variadas formas. Com alguns recursos adicionais, como multímetros, luxímetros ou outros dispositivos, a gama de exploração de circuitos elétricos simples fica ainda maior.

Esta sugestão de aplicação está baseada na premissa de que todo o trabalho teórico tenha sido previamente desenvolvido em sala de aula com os alunos. Assumimos aqui que o embasamento teórico e modelos matemáticos, bem como as unidades de medidas e também os termos técnicos, em sua maioria, tenham sido trabalhados em sala de aula.

Durante a aplicação as medidas acima sugeridas podem ser feitas e os resultados discutidos, conforme descrito abaixo:

### 2.1 METODOLOGIA

- A ideia da construção deste *protoboard* deve ser lançada com um prazo razoável de antecedência. Sugerimos dois meses de antecedência. Este prazo dilatado ajuda o aluno a compreender o que lhe é pedido, a se organizar para a compra dos materiais e também auxilia na assimilação do embasamento teórico que eventualmente estará sendo discutido em sala de aula durante este período;
- Dividir a turma em grupos entre 4 e 6 alunos. Desta forma as habilidades e competências individuais se somam e um ajuda o outro tanto na compreensão dos fenômenos físicos associados quanto na divisão de gastos, reunião dos materiais necessários e na construção e montagem do aparato;
- Utilizar um espaço físico adequado, com bancadas que acomodem bem todos os integrantes do grupo, bem como o arranjo experimental. É fundamental que a base sobre a qual o arranjo esteja apoiado seja firme, de modo a evitar acidentes.
- As bancadas devem ser providas de tomadas elétricas, ou estarem próximas a tomadas. É aconselhável que se utilize uma tomada para cada grupo. Também é aconselhável evitar a utilização de extensões, especialmente se estas atravessarem os corredores, evitando assim riscos com tropeços ou outros acidentes;
- Um multímetro digital deve ser fornecido a cada grupo. Uma explicação e uma demonstração de como conectar as pontas de prova, como escolher a escala de medida

e como efetuar medidas deve ser feita pelo professor. É muito comum encontrar alunos que nunca utilizaram ou nunca viram de perto um multímetro.

- Deixar que o grupo faça algumas medidas, para se familiarizar com o aparelho e perder o medo de utilizá-lo. Recomende aos membros do grupo para que todos façam pelo menos uma medida;
- Perguntas são ótimas formas de se incitar a curiosidade. Quando o aparato é ligado à tomada e o circuito se estabelece, é inevitável e é muito comum a expressão de surpresa, dúvida e/ou confusão dos alunos frente ao brilho mais fraco da lâmpada 2 (ramo central, da associação em série), e imediatamente surgem questionamentos das mais variadas ordens: “será que fiz certo?”, ou “porque está mais fraco, professor?”, ou ainda “a lâmpada está mais fraca porque a energia chega primeiro na salsicha e depois vai para a lâmpada?” Uma maneira interessante de lidar com esses questionamentos é retornar a pergunta ao grupo, dando-lhes um tempo para pensar sobre o assunto, pesquisar na internet, caderno e material didático, ou mesmo trocar ideias com outros grupos. Mais tarde o professor retorna à bancada para ouvir. Se a resposta estiver boa do ponto de vista teórico, vale alguma complementação. Se não estiver boa, é interessante que o professor estimule novamente o grupo a pesquisar. É neste momento, do confronto da teoria com a experiência, que o aluno realmente aprende física;
- Ainda na questão do confronto teoria/experiência, é interessante, quando o grupo responde algo que parece uma boa explicação, mas não é, provoca-los fazendo uma pequena alteração no arranjo, e fazer com que o grupo tente adequar o fenômeno observado à teoria por eles apresentada. Isso geralmente leva a uma intriga e os faz pensar. Exemplo: ao se espetar as pontas de prova lado a lado na salsicha, obviamente a leitura no multímetro é zero. Eles explicam que é porque a leitura foi feita no começo da salsicha, que não tem “tanta eletricidade”. Então é só mudar os pontos de medida para várias posições e verificar que não importa onde se meça, a leitura é sempre zero, e retornar a pergunta ao grupo;
- Fazer medidas em vários pontos de cada ramo, anotando seus valores. Exemplo: no ramo 1 (associação em paralelo), medir a tensão entre cada um dos pregos e notar que a leitura é sempre a mesma, ou fazer medidas entre os pregos das salsichas do ramo 2 e depois soma-las, e confrontar com a medida feita entre os extremos desta associação, para confrontar as leituras;

- Questionar a respeito do tempo de cozimento ou temperatura das salsichas. A salsicha do ramo 3 (salsicha do ramo da direita, que serve como controle) cozinha mais rapidamente do que as demais. As salsichas do ramo 1 demoram muito para cozinhar, porém o brilho da lâmpada é mais intenso, sugerindo uma corrente elétrica maior. Porque então, mesmo com corrente maior, as salsichas em paralelo demoram tanto para cozinhar?
- É interessante sugerir a troca das lâmpadas por outras de potências diferentes e observar o tempo de cozimento. Novamente lançar uma pergunta referente a isso para o grupo e aguardar que eles discutam uma explicação é uma ótima forma de encaminhar o raciocínio para a questão da relação entre corrente elétrica e resistência, no caso, da lâmpada;
- Com um pequeno fio elétrico, com as duas pontas descascadas, pode-se fazer uma conexão entre os pregos, para mostrar o efeito do curto-circuito. Se o multímetro estiver espetado na salsicha, ele imediatamente indicará zero, e é uma boa ocasião para discutir a preferência da corrente elétrica por caminhos com menor resistência;
- Como complementação é interessante utilizar o luxímetro para verificar a variação na intensidade de luz emitida pela lâmpada ao se variar parâmetros do circuito. Para isso basta colocar o celular com o aplicativo ativo em uma posição fixa, próximo à lâmpada do ramo 1, e verificar a leitura. Sem desligar o circuito, retire uma salsicha. O brilho da lâmpada se altera visualmente e o aplicativo fornece uma leitura (que certamente não deve ser tomada como precisa ou acurada, apenas indicativa). Retire uma segunda salsicha e relacione o brilho da lâmpada com a leitura;
- Após algum tempo a lâmpada do ramo 3 se apaga. É interessante questionar ao grupo as possíveis causas. Neste momento entram também conhecimentos de química e até de biologia; ao se apagar, sugerir ao grupo que gire a salsicha, para ver se a lâmpada volta a se acender (ela volta), e pedir ao grupo que confronte a teoria por eles elaborada para explicar o apagão da lâmpada com o novo fato, de a lâmpada se acender novamente;
- Após as discussões conceituais, apresentar o simulador, com o circuito modelado, e confrontar os resultados apresentados pelo simulador com os resultados observados na prática;
- É interessante utilizar um termômetro para tomar dados da variação de temperatura nas salsichas em função do tempo. Caso estejam disponíveis vários termômetros, a tomada de dados pode ser simultânea. Para este procedimento, com o circuito desligado e

salsichas novas, faça um pequeno orifício na posição central da salsicha de interesse e espete o termômetro. Tome a temperatura a cada 20 segundos. Esses dados podem ser plotados numa curva de temperatura em função do tempo e é possível observar no gráfico o aumento não linear da temperatura com o tempo, até que se atinja a temperatura máxima final;

- Durante a tomada de dados sobre a temperatura, também é interessante que se espete as pontas de prova na salsicha que se está fazendo a medida de temperatura, e a cada tomada de temperatura, também seja tomada a leitura de diferença de potencial acusada no multímetro;
- Como sugestão complementar, sugerir que os grupos utilizem outros materiais orgânicos, como por exemplo batata, cenoura, banana, pão, etc., para verificar suas propriedades como resistores.

Conforme proposta inicial, este experimento tem um objetivo muito mais qualitativo do que quantitativo, visto que, para se tomar medidas mais corretas, são necessários aparelhos nem sempre disponíveis. No entanto são muito interessantes as discussões que surgem conforme as perguntas e os fenômenos vão surgindo e sendo observados.

### 3 LISTA DE MATERIAIS SUGERIDOS

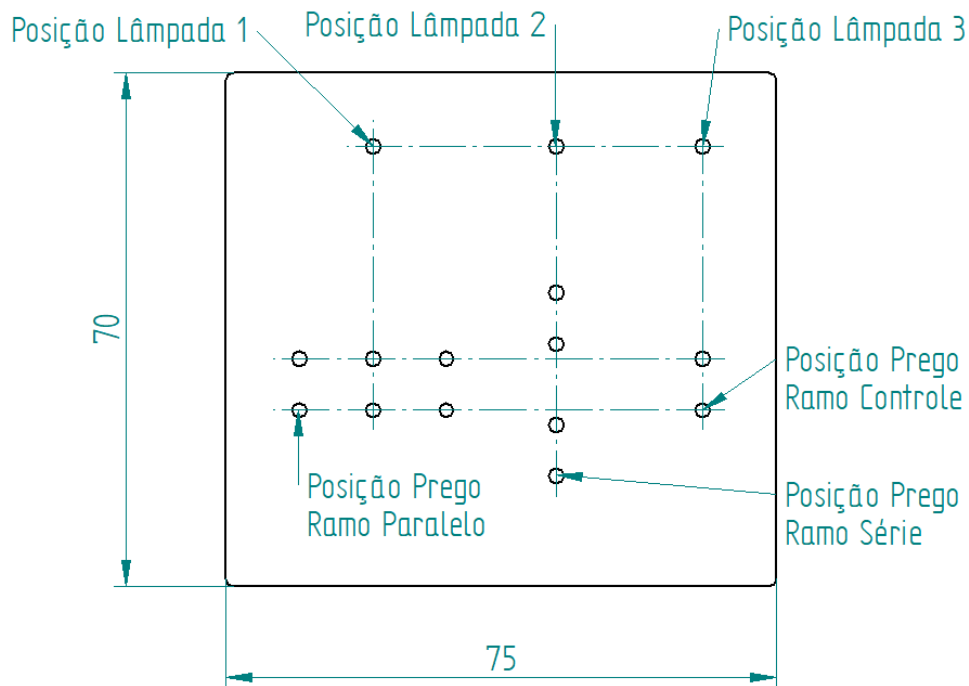
Os materiais listados abaixo são uma sugestão e podem ser alterados conforme a necessidade ou disponibilidade. As dimensões descritas também são uma sugestão, podendo ser alteradas segundo as necessidades individuais.

- prancha ou base em madeira MDF na medida 75cm x 70cm;
- 12 pregos para madeira com cabeça 17x24 (ou similar);
- 3 soquetes para lâmpada base E27 e respectivos parafusos de fixação;
- fio elétrico bitola 1,5 mm<sup>2</sup> (3 metros);
- 4 conectores Sindal bitola 2,5 mm<sup>2</sup> ou 3,5 mm<sup>2</sup>;
- 1 plugue;
- 3 lâmpadas incandescentes de 127 V/100 W (na falta destas, utilize 3 lâmpadas da maior potência disponível);
- luxímetro. Sugestão: existem vários aplicativos para dispositivos móveis;
- Opcional: pode-se utilizar 3 lâmpadas halógenas de 127V/100 W (ou a de maior potência disponível);
- Opcional: chave liga/desliga geral para o circuito;
- Opcional: chave liga/desliga para cada ramo do circuito;
- Ferramentas básicas (chave de fenda, chave Philips, alicate, furadeira, etc.), fita isolante, trena.

#### 4 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

A base em MDF servirá como suporte para o arranjo experimental. Os pregos, os soquetes e os fios serão fixos nesta base. É importante lembrar que, para evitar a chance de rachadura do MDF, recomenda-se furar a base nos locais onde serão postos os pregos e parafusos. A Figura 15 identifica a posição dos pregos e dos bocais.

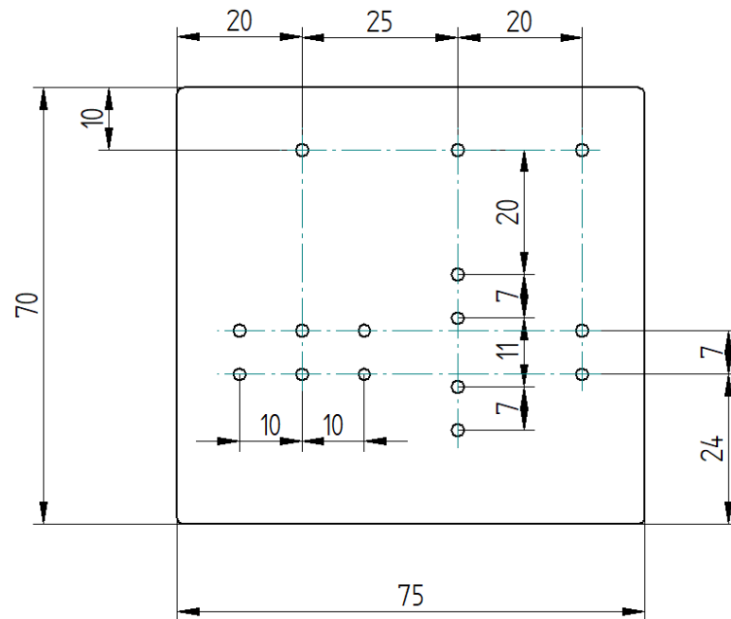
Figura 1 - Identificação dos pregos e bocais



Fonte: autor

Para a fixação dos pregos e dos soquetes, fure o MDF de acordo com as posições indicadas na Figura 15. Verifique no seu modelo de soquete onde encontram-se os parafusos de fixação. O alinhamento dos furos e as posições estão descritas na Figura 16.

Figura 2 - Posicionamento dos furos e bocais

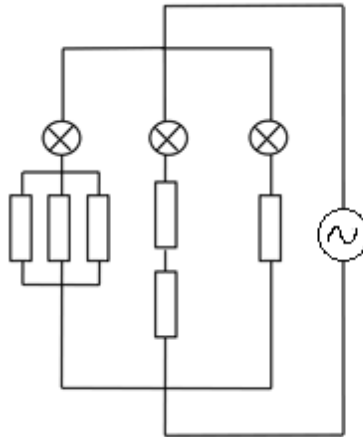


Fonte: autor

Com os furos feitos coloque os 12 pregos. Certifique-se de que estejam bem firmes. Monte também os três bocais. Atenção: dependendo do modelo do bocal, é melhor conectar os fios antes de montar os soquetes no MDF. Verifique seu modelo.

A Figura 17 representa o circuito elétrico proposto. Com os pregos e os bocais fixos, conecte os fios conforme representado na Figura 17. Note que a fonte de tensão será uma tomada convencional de 127 V, de corrente alternada, e por isso deve-se tomar cuidado ao fazer as conexões.

Figura 3 - Circuito elétrico proposto



Fonte: autor

## 5 QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE OPINIÃO

- 1) Qual sua opinião sobre a dificuldade de construção do *protoboard*?
  - a) Achei muito fácil construir.
  - b) Achei razoavelmente fácil de construir
  - c) Achei trabalhoso, mas não difícil de construir
  - d) Achei difícil de construir
  - e) Achei muito difícil de construir
  
- 2) Em que medida a construção e utilização da *protoboard* contribuíram para a ampliação de sua compreensão sobre associação de resistores?
  - a) Foram fundamentais para minha compreensão.
  - b) Contribuíram bastante.
  - c) Contribuíram razoavelmente
  - d) Contribuíram muito pouco
  - e) Não contribuíram.
  
- 3) Em que medida os dados tomados durante a utilização do *protoboard* foram consistentes com a teoria desenvolvida previamente em sala de aula?
  - a) As flutuações das medidas foram desprezíveis e os dados obtidos apresentam ótima concordância com a teoria.
  - b) As flutuações das medidas foram pequenas e os dados obtidos apresentaram boa concordância com a teoria.
  - c) As medidas feitas apresentaram flutuações significativas, e os dados apresentaram alguma concordância com a teoria.



- d) As medidas apresentaram muitas flutuações, e por isso os dados tiveram pouca concordância com a teoria.
  - e) Não foi possível fazer medidas, e por isso não há dados para serem confrontados com a teoria.
- 4) De que forma o uso do *Protoboard* contribuiu para desenvolver suas habilidades com o uso do multímetro?
- a) Foi fundamental, pois eu nunca tinha usado um multímetro antes.
  - b) Contribuiu muito, pois eu tive poucas oportunidades de utilizar o multímetro antes.
  - c) Contribuiu um pouco, pois tive a oportunidade de usar funções que geralmente não preciso.
  - d) Contribuiu pouco pois uso o multímetro com alguma frequência e já possuo algum domínio.
  - e) Não contribuiu nada pois, por usar o multímetro com muita frequência, já tenho pleno domínio.
- 5) Em que nível a construção do *Protoboard* contribuiu para melhorar sua compreensão dos símbolos utilizados em circuitos elétricos, como os símbolos de fonte de tensão, resistor, fiação ou nós?
- a) Foi fundamental. Sempre tive dificuldade em reconhecer os símbolos, mas a construção trouxe significação aos símbolos.
  - b) Contribuiu muito.
  - c) Contribuiu razoavelmente.
  - d) Contribuiu bem pouco, pois já conhecia a maioria dos símbolos.
  - e) Não contribuiu, pois nunca tive dificuldade com a simbologia.
- 6) Se quiser, deixe aqui suas críticas, elogios ou sugestões.