



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

KLEITON OLIVEIRA SANTOS

**O software PROTEUS e sua viabilidade no
processo de ensino em circuitos elétricos**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

KLEITON OLIVEIRA SANTOS

O software PROTEUS e sua viabilidade no processo de ensino de circuitos elétricos

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura plena em Física da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção da Graduação em Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Barros

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S237s Santos, Kleiton Oliveira.

O software Proteus e sua viabilidade no processo de ensino em circuitos elétricos [manuscrito] / Kleiton Oliveira Santos. - 2014.

68 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Barros, Departamento de Física".

1. Ensino de Física. 2. Simulador computacional. 3. Software PROTEUS. I. Título.

21. ed. CDD 530

KLEITON OLIVEIRA SANTOS

O software PROTEUS e sua viabilidade no processo de ensino de circuitos elétricos

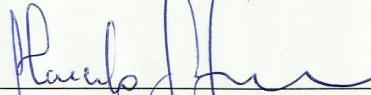
Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura plena em Física da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção da Graduação em Licenciatura Plena em Física

Aprovada em 21/07/2014.




Prof. Dr. Marcos Antônio Barros / UEPB

Orientador



Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano / UEPB

Examinador



Prof. Dr.ª Tamara Pereira Ribeiro de Oliveira Lima e Silva / UEPB

Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo o amor e dedicação para comigo, por terem sido a peça fundamental para que eu tenha me tornado a pessoa que hoje sou. A minha família, namorada e amigos pelo carinho e apoio dispensados em todos os momentos que precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho Nele, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Agradeço aos meus pais, Adilson e Inaldete por absolutamente tudo. Cada um de seus atos foi uma oportunidade que eu tive para crescer e me tornar o que sou. Aos meus irmãos, Kleilton e Mikaelle, pelo apoio e amor incondicional e que felizmente posso dizer ser recíproco. A minha namorada Andrezza que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Aos amigos que fiz durante o curso, pela verdadeira amizade que construímos, em particular aqueles que estavam sempre ao meu lado (Douglas, Hellen, Janiel, Leandro, Leonardo, Mario, Illen e Rubenício) por todos os momentos que passamos durante todos esses anos meu especial agradecimento. Sem vocês essa trajetória não seria tão prazerosa.

Ao professor Marcos Barros pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho e por ter sido além de um bom orientador, um grande amigo.

A todos os professores do curso de Licenciatura Plena em Física, pela paciência, dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado meu eterno
AGRADECIMENTO.

RESUMO

Sabemos que o ensino de Física, apesar de ter passado por mudanças conceituais e metodológicas, ainda apresenta dificuldades quanto à transmissão do conhecimento por parte dos professores, e a aceitação desses conhecimentos, muitas vezes abstratos, por parte dos alunos. Ensinar não se restringe só ao domínio do conhecimento a ser ensinado, nem tão pouco ao conhecimento dos condicionantes didático-pedagógicos vinculados a esse ato, mas é algo que transpõe o desafio de poder combinar conhecimentos diversos, dentro de uma perspectiva interdisciplinar. Nossa pesquisa se justifica pelo fato de que muitas escolas não possuem um laboratório adequado para realizar experimentos e quando possuem, faltam os equipamentos, materiais, etc. Notadamente, a literatura tem nos mostrado que o uso de simuladores em sala de aula tem proporcionado uma aprendizagem significativa em assuntos diversos da Física. Assim, o uso do software do tipo PROTEUS (7.8 SP2 UNTITLED – ISIS Professional) é uma ferramenta computacional que poderá servir de apoio pedagógico para os professores e alunos, auxiliando-os na sua formação, ao tempo que auxilia no processo de resolução de problemas ligados às aulas de circuitos elétricos. O objetivo deste trabalho monográfico é elaborar um manual digital de utilização do software PROTEUS, destinado aos professores e alunos em formação, que leve em consideração os conteúdos relacionados a circuitos elétricos. Nossa pesquisa usa uma abordagem qualitativa do tipo descritiva e exploratória, com a qual estabelecemos critérios, métodos e técnicas para a elaboração de um manual que servirá de apoio aos professores, no que se refere ao estudo e à exploração conceitual dos elementos que compõem um circuito elétrico simples.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física; Simulador computacional; Software PROTEUS .

A B S T R A C T

We know that teaching physics, still presents difficulties concerning the transmission of knowledge by teachers and the acceptance of such knowledge (often abstract) by students. Teaching is not restricted only to the field of knowledge to be taught, nor to the knowledge of didactic and pedagogical constraints linked to this act, but it is something that transposes the challenge of being able to combine diverse knowledge within an interdisciplinary perspective. Our research is justified by the fact that many schools do not have a suitable place to conduct such experiments and when they have, there is lack of experiments, laboratory materials. Notably, the literature has shown that the use of simulators in the classroom has provided a meaningful learning in various subjects of physics. Thus, the use of PROTEUS (7.8 SP2 UNTITLED - ISIS Professional) software is a computational tool that helps for teachers and students, assisting them in their training, the time that aids in troubleshooting process related classes in electrical circuits. The purpose of this monograph is to develop a digital user manual for PROTEUS software for teachers and students in training, which takes into account the content related to electrical circuits. Our research uses a descriptive and exploratory qualitative approach, with which we established criteria, methods and techniques for the preparation of a manual that will support the teachers, with regard to the study and conceptual exploration of the elements of a simple electric circuit.

KEYWORDS: Physics Teaching; Computational simulation; PROTEUS software.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Exemplo de circuitos elétricos. | 22 |
| Figura 2: Circuito de lâmpadas em série. | 24 |
| Figura 3: circuito de lâmpadas em série. | 24 |
| Figura 4: Circuito misto de lâmpadas. | 25 |
| Figura 5: Simbologias do resistor. | 26 |
| Figura 6: Associação de resistores em série. | 27 |
| Figura 7: Associação de resistores em série, divisor de tensão. | 27 |
| Figura 8: Diferença de potencial entre os resistores, onde $U=U_1+U_2+U_3$ | 27 |
| Figura 9: Resistor equivalente para uma associação em série. | 28 |
| Figura 10: Circuito de resistores em paralelo. | 29 |
| Figura 11: Circuito de resistores em paralelo, mostrando a divisão da corrente elétrica ($i=i_1+i_2+i_3$). | 29 |
| Figura 12: Resistor equivalente paralelo. | 30 |
| Figura 13: Resistores associados em um circuito misto. | 30 |
| Figura 14: Distribuição de cargas num capacitor. | 31 |
| Figura 15: Capacitores associados em série. | 33 |
| Figura 16: Capacitores associados em série e a divisão da tensão elétrica entre eles. | 33 |
| Figura 17: Capacitor equivalente para uma associação em série. | 34 |
| Figura 18: Capacitores em paralelo. | 35 |
| Figura 19: Capacitores em paralelo (mesma tensão elétrica para C1, C2 e C3). | 35 |
| Figura 20: Capacitor equivalente em paralelo. | 36 |
| Figura 21: Associação mista de capacitores. | 36 |
| Figura 22: Tela inicial do ISIS Professional. | 38 |
| Figura 23: Local para inserir componentes. | 38 |
| Figura 24: Tela para escolha de componentes. | 39 |
| Figura 25: Local para escolha de componentes. | 39 |
| Figura 26: Escolhendo um resistor. | 40 |

| | |
|--|----|
| Figura 27: Lista de componentes..... | 41 |
| Figura 28: Adicionando uma bateria. | 41 |
| Figura 29: Adicionando um LED. | 42 |
| Figura 30: Adicionando um motor. | 42 |
| Figura 31: Componentes inseridos na lista..... | 42 |
| Figura 32: Área para montagem do circuito elétrico. | 43 |
| Figura 33: Componentes na área de montagem..... | 43 |
| Figura 34: Modificando um componente. | 44 |
| Figura 35: conectando componentes. | 45 |
| Figura 36: Editando componente..... | 46 |
| Figura 37: Barra de ferramentas | 46 |
| Figura 38: Área de montagem com quadrados no fundo da tela. | 47 |
| Figura 39: Área de montagem com pontos no fundo da tela. | 47 |
| Figura 40: Área de montagem sem quadrados e pontos no fundo da tela. | 47 |
| Figura 41: Adicionando um osciloscópio..... | 48 |
| Figura 42: Representação do osciloscópio. | 49 |
| Figura 43: Gerando uma onda quadrada no osciloscópio..... | 49 |
| Figura 44: Gerando várias ondas no mesmo osciloscópio..... | 50 |
| Figura 45: Inserindo instrumentos de medida. | 50 |
| Figura 46: Instrumentos de medida, (voltímetro e amperímetro)..... | 51 |
| Figura 47: Alterando a escala de um voltímetro..... | 51 |
| Figura 48: Tipos de circuitos elétricos. | 52 |
| Figura 49: Tipos de transformação de energia. | 53 |
| Figura 50: Circuito misto de lâmpadas..... | 54 |
| Figura 51: Circuito série de resistores. | 54 |
| Figura 52: Circuito série de resistores conectados a um amperímetro. | 55 |
| Figura 53: Circuito série de resistores conectados á um amperímetro e um voltímetro..... | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 54: Associação de resistores em paralelo..... | 56 |
| Figura 55: circuito paralelo de resistores conectado a um amperímetro. | 56 |
| Figura 56: Associação de resistores em paralelo conectados a um voltímetro..... | 57 |
| Figura 57: Inserindo um capacitor..... | 58 |
| Figura 58: Capacitor armazenando cargas..... | 59 |
| Figura 59: Carga de um capacitor em simulação..... | 59 |
| Figura 60: Carga e descarga de um capacitor..... | 60 |
| Figura 61: Exemplo de um capacitor como filtro..... | 61 |
| Figura 62: Inserindo um pulso de onda quadrada..... | 62 |
| Figura 63: Tela inicial do Adobe Flash Professional 5.5..... | 63 |
| Figura 64: Tela inicial do Manual do Professor | 64 |
| Figura 65: Página de conteúdos..... | 64 |
| Figura 66: Guia do professor | 65 |
| Figura 67: Página de vídeo aula | 65 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| Introdução | 14 |
| 2. Revisão de Literatura | 17 |
| 2.1 Breve contextualização..... | 17 |
| 3. Metodologia | 20 |
| 3.1 Ferramentas de coleta de dados | 20 |
| 4. Fundamentação teórica | 22 |
| 4.2 Tipos de Circuito elétrico..... | 23 |
| 4.3.1 Resistor: Segunda Lei de Ohm e Resistividade..... | 26 |
| 4.3.2 Associação de resistores em série..... | 27 |
| 4.4 Capacitores | 31 |
| 4.4.1 Associação de capacitores em série | 33 |
| 4.4.2 Associação de capacitores em paralelo..... | 34 |
| 4.4.3 Associação mista de capacitores..... | 36 |
| 4.5 Proteus 7.8 SP2 (UNTITLED – ISIS Professional) | 36 |
| 4.6 Utilizando o software PROTEUS | 37 |
| 4.6.1 Inserindo componentes..... | 38 |
| 4.6.2 Montando um circuito..... | 43 |
| 4.6.2.1 Modificando um componente..... | 44 |
| 4.6.2.2 Conectando os componentes..... | 44 |
| 4.6.2.3 Dando valor ao componente..... | 45 |
| 4.6.2.4 Outras informações relevantes | 46 |
| 4.7 O osciloscópio..... | 48 |
| 4.8 Voltímetro e Amperímetro | 50 |
| 5.0 Proposta de atividade | 51 |
| 5.1 Tipos de circuitos elétricos | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2 Transformação de energia..... | 53 |
| 5.3 Usando o amperímetro e o voltímetro | 54 |
| 5.4 Associação de resistores em série e a 1ª lei de Ohm | 54 |
| 5.5 Associação de resistores em paralelo e a 1ª lei de Ohm..... | 56 |
| 5.6 O capacitor | 57 |
| 5.6.1 Capacitor como armazenador de cargas..... | 57 |
| 5.6.2 Carga e descarga de um capacitor..... | 60 |
| 5.6.3 Capacitor como filtro..... | 60 |
| 6.0 Manual do Professor..... | 63 |
| 6.1 Ferramenta utilizada para criar o manual do professor..... | 63 |
| 6.2 Apresentando o manual do Professor..... | 63 |
| Conclusões..... | 66 |
| Referências | 68 |

Introdução

O Ministério da Educação e Cultura (MEC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) se constituem atualmente nos documentos aprovados pelo Conselho Nacional de Educação, em conformidade com os princípios definidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei 9394/96), que têm por objetivo orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional, socializando discussões, pesquisas e recomendações, subsidiando a participação de técnicos e professores brasileiros, principalmente daqueles que se encontram mais isolados, com menor contato com a produção pedagógica atual.

De fato, uma leitura minuciosa desses documentos evidencia orientações diferentes das que eram comuns durante as aulas de Física, por exemplo. Notadamente, suas orientações vão no sentido oposto ao que éramos submetidos ao longo das aulas de Física, quando analisávamos determinados fenômenos e os transformávamos em modelos mecânicos, formalísticos, no qual o aluno não participava efetivamente da aula, resolvia problemas sem nenhum vínculo com o seu cotidiano, além de não haver por parte do professor estímulos para conhecer o novo. Notadamente, a comunicação na sala de aula de Física muitas vezes era restrita apenas à fala do professor, ou seja, praticamente só o professor falava, ficando com a função de transmissor e os alunos de receptores, dando ênfase a um ensino mais mecânico, oposto ao modelo de ensino pretendido no presente.

Sabemos que ensinar não se restringe só ao domínio do conhecimento a ser ensinado, nem tão pouco ao conhecimento dos condicionantes didático-pedagógicos vinculados a esse ato, mas é algo que transpõe o desafio de poder combinar conhecimentos diversos, dentro de uma perspectiva interdisciplinar, que termine por compartilhar a formação do professor e posteriormente dos seus alunos. Partindo dessa premissa e tomando como desafio o processo de combinação de elementos didáticos e habilidades outras, essa monografia tenta responder à seguinte pergunta:

- O uso do software PROTEUS facilitará, de maneira simples, lúdica e interativa o processo de ensino em assuntos como circuitos elétrico?

Fundamentamos nossa pesquisa na ação de habilidades de ferramentas computacionais, presentes no dia a dia dos professores, que deve propiciar uma forma mais acentuada de observar e descrever um fenômeno, diferentemente do ato de só expor e desenhar no quadro

um circuito e resolvê-lo. A literatura (LOPES, 2004; GOMES, 2011; BRANSFORD et al., 2000; FIALHAIS e TRINDADE, 2003), tem nos apontado que uso de novas ferramentas didáticas como os *softwares* educativos, combinados a assuntos de Física, estão cada vez mais acessíveis e presentes em âmbitos acadêmicos (escolas, universidades, cursos de formação) como estratégia que visa transformar conceitos muitas vezes abstratos em informações mais concretas, colaborando assim com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, facilitando o processo ensino-aprendizagem.

Baseado em experiências vividas durante as aulas de eletricidade, em alguns colégios de nossa cidade, temos observado que muitas escolas não possuem um laboratório adequado para realizar tais experimentos. Quando possuem um laboratório, faltam os equipamentos. Nesse caso temos que improvisar com materiais alternativos, realizando uma experiência que pode apresentar um resultado satisfatório ou não. Lidamos também com a indisponibilidade desse material no mercado, a insegurança para manusear tais equipamentos, impossibilitando a realização de experimentos nos laboratórios.

Diante dessa perspectiva, propomos o uso do simulador PROTEUS como uma ferramenta útil para professores e alunos em formação, no sentido de acelerar e melhorar suas habilidades para o desenvolvimento de aplicações analógicas, em sala de aula, permitindo o desenho de circuitos e empregando um entorno gráfico no qual é possível colocar os símbolos representativos dos componentes, realizando a simulação do seu funcionamento sem o risco de ocasionar danos aos circuitos. Assim, a simulação pode incluir instrumentos de medições e as inclusões gráficas que representam os sinais obtidos na simulação. Portanto, nossa pesquisa monográfica tem o seguinte objetivo geral:

- Elaborar um manual digital de utilização do software, destinado aos professores e alunos em formação, que leve em consideração os conteúdos relacionados a circuitos elétricos.

Além desse, temos os seguintes objetivos específicos:

- Abordar os conteúdos relacionados a circuitos elétricos, a partir do uso do simulador Proteus, formalizando as grandezas Físicas envolvidas;
- Propor exemplo de atividades computacionais que possibilitem uma visão mais imediata da medida de grandezas Físicas envolvidas em circuitos simples.

Nossa pesquisa se justifica pelo fato de que o desenvolvimento dessa ferramenta computacional poderá servir de apoio pedagógico para os professores e alunos, auxiliando-os na sua formação, ao tempo que auxilia no processo de resolução de problemas ligados às aulas de circuitos elétricos, estimulando o desenvolvimento do raciocínio abstrato e prático para o entendimento dos conceitos de Física e sua importância para os mecanismos das ciências naturais, proposta pelo MEC.

Esta monografia está dividida em seis capítulos. No segundo capítulo, aqui chamado de revisão de literatura, encontram-se os artigos que norteiam a nossa pesquisa e que justificam a nossa proposta. Notadamente, esse capítulo tem uma importância significativa na exploração da ferramenta computacional que desenvolvemos, no sentido de que outros simuladores com o uso de outros softwares já foram produzidos e, nesse caso, os resultados obtidos terminam por reforçar os nossos objetivos.

No capítulo da metodologia, usamos uma abordagem qualitativa do tipo descritiva e exploratória, com a qual estabelecemos critérios, métodos e técnicas para a elaboração do manual didático que servirá de apoio para os professores. Associado a essa premissa, apresentamos a produção e execução da intervenção, como estratégia de trabalho, elaborando um texto base que deverá nortear as atividades expositivas em sala de aula. Além disso, elaboramos um roteiro para realização das atividades com o simulador computacional, que analisa a metodologia empregada, como recurso didático.

No capítulo da fundamentação teórica, abordamos alguns assuntos necessários e ligados a circuitos elétricos que fazem parte do nosso tutorial. Os assuntos abordados fazem parte do roteiro tradicional de uma aula de eletricidade; no entanto, optamos por abrir mais o aspecto conceitual e menos o formal, no sentido de evitar futuros erros conceituais. Por último, nossas conclusões apontam para novas perspectivas dinâmicas, fugindo de um ensino mais tradicional, no qual provavelmente haverá mais discussão na compreensão no aspecto conceitual das grandezas Físicas envolvidas num circuito elétrico. Acreditamos que essa estratégia didática, viabilizada por um simulador, deverá produzir boas contribuições ao ensino, ao tempo que podem auxiliar os professores que trabalham com esse tipo de assunto.

2. Revisão de Literatura

Neste capítulo abordaremos alguns autores que relatam a importância dos simuladores para o ensino de forma geral, e outros autores que falam a respeito do uso do software PROTEUS como ferramenta didática que contempla o processo de ensino-aprendizagem.

2.1 Breve contextualização

A Eletricidade é uma das áreas da Física que possui mais estudos sobre dificuldades de aprendizagem dos alunos. No entanto, em nossa revisão da literatura encontramos poucas publicações de autores, que desenvolveram um exaustivo estudo de identificação de obstáculos nesta linha de pesquisa, tomando os simuladores como uma ferramenta balizadora dessa aprendizagem.

A despeito de suas dificuldades em relação à aprendizagem conceitual de elementos de um circuito, Greca & Moreira (1996) apresentam resultados preliminares de um estudo com o objetivo de investigar em que nível de representação mental alunos de Física operam o conceito de campo eletromagnético, quando resolvem problemas e questões teóricas. A análise de notas e de entrevistas revelou que alguns alunos não são capazes de interpretar o conceito de campo eletromagnético e não distinguem corretamente características do campo elétrico e magnético; utilizam em geral equações e definições que se encontram nos livros e apresentam afirmações soltas, como por exemplo: “Bem, este é um circuito RLC, não sei o que se passa. Tendo as fórmulas, alguma deve me servir”. Como um dos resultados finais daquele estudo, Greca & Moreira (1998) argumentam que os alunos trabalham com a articulação da estrutura matemática do eletromagnetismo, sem o objetivo de entender o que ocorre fisicamente.

Para Lopes (2004), trabalhar com um programa de simulação pode ser muito útil, pois o simulador permite:

- A observação e descrição de sistemas físicos que de outro modo necessitariam de muito mais tempo e recursos;

- Estudar de forma aprofundada sistemas físicos, identificando, manipulando e controlando variáveis, em situações Físicas simuladas. Pode estudar-se a influência ou importância de determinados parâmetros de um sistema físico;
- Formular questões e hipóteses relativas aos sistemas físicos, objeto de estudo;
- Estudar as limitações do modelo teórico subjacente ao software.

É importante percebermos que o papel do professor se faz necessário também na construção da simulação, uma vez que o mesmo deve assumir o papel de facilitador e mediador durante o processo da aprendizagem. Na visão de Gomes (2011), quanto à aplicabilidade das tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física, o uso de certas ferramentas pode alcançar de forma mais apreciável, a relação entre professor e estudante.

As tecnologias de informação e comunicação como aplicação dos computadores no ensino de Física, podem melhorar a assimilação do conhecimento por parte dos estudantes, desde que essa aplicação faça parte de um processo educacional coerente em suas propostas (BRANSFORD et al., 2000; FIOLEAIS e TRINDADE, 2003).

Segundo Lapa (2008), os modelos teóricos quando produzidos no computador, dão ao estudante a possibilidade de intervenção imediata. Com isso as ações dos estudantes ultrapassam a posição de apenas expectador, colocando-os no papel de construtores. Nesse sentido, Giordan (2005) sinaliza para uma combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno. Nessa mesma linha de pensamento, Santos et al. (2006, p.86) argumentam em favor de que as simulações são “ferramentas computacionais capazes de auxiliar na construção do conhecimento e podem ser usadas para ressignificar o conhecimento mediante conceitos claros, estáveis e diferenciados previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz”. Assim, as vantagens em termos de utilização podem ser vistas sob dois aspectos:

- A animação do fenômeno em estudo;
- E a representação gráfica.

Essas utilizações permitem aos estudantes uma melhor compreensão dos aspectos físico-matemáticos que envolvem o fenômeno em estudo. Na pesquisa conduzida por Lima e Furtado (2011), os professores por eles entrevistados e que utilizaram o software PROTEUS

durante suas aulas, argumentam em favor da motivação adicional no momento da sua utilização. A partir da fala dos professores, os pesquisadores Lima e Furtado (2011) argumentam que:

Maior flexibilidade, possibilidade que dá ao aluno para fazer mudanças e facilmente pensar em construir algo novo, permitindo-lhe um melhor entendimento quando começa a modificar facilmente o que deseja aspecto que não vai obter facilmente na prática, porque não pode alterar os valores dos componentes (LIMA E FURTADO, 2011, p. 433, 434).

Na afirmação dos professores consultados na pesquisa, percebe-se o quanto o uso do software contribuiu para o trabalho docente e para a aprendizagem dos alunos, levando os professores a uma reflexão mais acentuada, notadamente no que diz respeito ao desenvolvimento do raciocínio lógico, pois quando se começa uma situação nova, leva-se muito tempo para que seja montado um circuito.

Em relação às contribuições do software para a aprendizagem dos alunos, os professores entrevistados em Lima e Furtado (2011) acrescentam que o software PROTEUS propicia um entendimento bem mais rápido por parte do aluno, pelas condições dadas ao professor, quando se trata de avançar o conteúdo. Os professores ainda acrescentam que no caso de uma turma com baixo desenvolvimento, o *software* auxilia em sua motivação, devido aos alunos ficarem mais interessados e motivados.

Outra vantagem na utilização do *software*, apresentada pelos docentes entrevistados, na pesquisa conduzida por Lima e Furtados (2011), diz respeito à questão da segurança, considerando-se a possibilidade de simulação do circuito funcionando. Como se trata de um ambiente virtual, explicaram, não há risco de choque ou de danificar um componente. Caso um circuito não funcione, teoricamente, queimaria um componente. Afirmam ainda que, na prática, é diferente, no sentido de que o aluno estaria trabalhando com energia e com os componentes reais; por isso, qualquer erro poderia ocasionar, no mínimo, um acidente, como choque ou explosão. Por isso, consideraram interessante que “o aluno trabalhasse primeiramente num ambiente virtual porque veria aquele circuito funcionando, teria toda a estrutura montada, desenhada e, quando passasse para o real, bastaria seguir os procedimentos com atenção, minimizando erros e acidentes” (LIMA & FURDADO, 2011, p.433, 434).

3. Metodologia

Essa pesquisa tem um caráter qualitativo o qual, de acordo com Martins (2004), é definida como aquela que privilegia a análise de micro processos, através do estudo das ações sociais individuais ou em grupos, realizando um exame intensivo dos dados, e caracterizado pela heterodoxia no momento da análise.” Do ponto de vista de sua característica, é uma pesquisa de caráter descritivo onde o ambiente natural é a fonte de dados e o pesquisador é o instrumento fundamental (GODOY, 1995).

Visando alcançar os objetivos propostos neste estudo, Richardson et al. (2008) nos diz que a abordagem qualitativa

[...] facilita descrever a complexidade de problemas e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições no processo das mudanças, criação ou formação de opiniões de determinados grupos e interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos Richardson et al. (2008, p. 80).

A pesquisa qualitativa se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, ou seja, esse tipo de pesquisa, como ressalta Minayo (2008), trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores, das atitudes, enfim, com todos esses fenômenos humanos que fazem parte de um contexto social, de uma realidade vivida e partilhada com outros semelhantes.

A pesquisa qualitativa está sendo usada no meio acadêmico, como uma nova perspectiva de produção de conhecimento, por meio de uma interação entre o pesquisador e os atores sociais. Assim, esse tipo de abordagem facilita compreender em profundidade alguns fenômenos do processo ensino-aprendizagem tornando-se, portanto, uma referência para investigar diferentes contextos, inclusive ambientes em que se configuram simuladores e simulações.

3.1 Ferramentas de coleta de dados

Esse tipo de metodologia, usada em nossa pesquisa, utiliza diferentes técnicas de coleta de informação e/ou de dados, tais como: a análise documental e os questionários. Como não

faremos coleta de dados, não utilizaremos esses instrumentos, no entanto, um questionário será confeccionado, como exemplo de uma possível ferramenta para análise de dados.

Portanto, as possíveis ferramentas de coleta dos dados usadas na nossa pesquisa possuem três momentos:

- Apresentação do software PROTEUS mais um pré-teste;
- Utilização das ferramentas disponíveis no PROTEUS, junto com alunos e professores;
- Através de um questionário (pós-teste) relacionaremos a importância do uso do software na educação, em especial, na educação profissional, apresentando a classificação e os principais aspectos para avaliação de software educativo;

Ao término da apresentação será entregue um material (manual digital), elaborado no software FLASH CS5, onde consta a apresentação do software, as ferramentas que serão utilizadas durante as aulas de Física, alguns exemplos de como utilizar essas ferramentas na montagem de circuitos elétricos, como: A transformação de energia elétrica em energia luminosa e mecânica, circuito em série, circuito em paralelo, circuito misto, carga e descarga de um capacitor, funcionamento de um capacitor como filtro, tipos de ondas (senoidal, dente de serra, triangular e quadrada), instrumentos de medidas (voltímetro, amperímetro), além de um osciloscópio e vídeo aulas contendo assuntos abordados no ensino médio.

Entendemos que qualquer desses instrumentos utilizados para a coleta de dados deverá oferecer uma leitura interpretativa que não encerra em si uma verdade absoluta, nem a pretendemos (não estamos nesta busca). Entretanto, erros interpretativos podem ser minimizados pela variedade desses mesmos instrumentos.

4. Fundamentação teórica

Neste capítulo faremos uma abordagem conceitual sobre alguns elementos de um circuito elétrico de acordo com (Ramalho et al, 2012), (Renisck, 1980) e (Gusson, 1997) que usaremos em nossa abordagem prática e virtual junto aos professores e alunos em formação. As figuras nestes seguintes capítulos foram produzidas no próprio software e são de nossa responsabilidade.

4.1 Circuitos elétricos

Circuito elétrico é todo caminho ou percurso fechado por onde percorre uma corrente de natureza elétrica. Para que exista um circuito elétrico é necessário a existência de alguns elementos, tais como: Fonte geradora, consumidor elétrico, dispositivo de manobra e o condutor elétrico. Observe a figura 1.

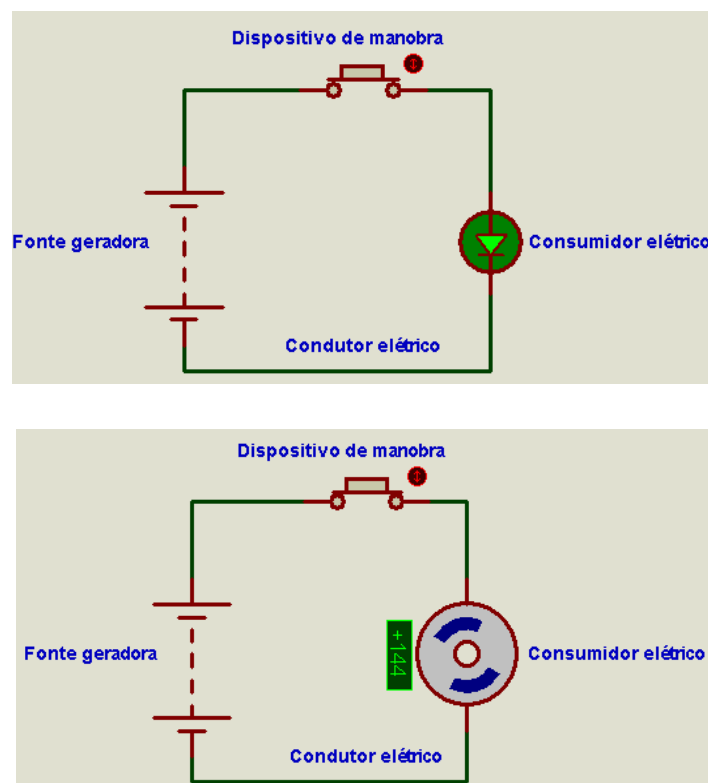


Figura 1: Exemplo de circuitos elétricos.

4.1.1 O que é uma fonte geradora?

É aquela que gera ou produz energia elétrica a partir de outro tipo de energia. Tendo como função aplicar uma diferença de potencial (ddp) entre dois pontos de um circuito, fazendo com que exista uma ordenação por parte dos elétrons existentes nos condutores, o gerador elétrico não gera ou cria cargas elétricas, ele provoca apenas uma ddp entre seus terminais.

A tensão elétrica (U) ou energia potencial elétrica está associada à energia responsável pela movimentação de elétrons.

Exemplo de fontes geradoras são as pilhas, baterias, geradores elétricos químicos ou mecânicos, redes monofásicas ou trifásicas, etc.

4.1.2 O que é um consumidor elétrico?

É o elemento do circuito que transforma a energia elétrica em outro tipo de energia.

Podemos visualizar através da figura1 que há dois tipos de transformação de energia: temos a energia produzida pela pilha sendo transformada em luz pelo LED, e sendo transformada em energia mecânica pelo motor.

Exemplo de consumidores elétricos são as lâmpadas, resistências elétricas, motores, etc.

4.1.3 O que é um dispositivo de manobra?

É aquele que opera ou manobra o circuito interrompendo, ou permitindo, a passagem de corrente elétrica.

Na figura1 temos um botão que representa esse dispositivo de manobra que pode mudar de acordo com a exigência do circuito elétrico.

Exemplos desse dispositivo são as chaves ou interruptores.

4.1.4 O que é um condutor elétrico?

É o elemento do circuito que tem a finalidade de ligar todos os seus elementos. Na figura1 podemos observar que todos os elementos estão ligados em série, também é por ele que irá circular a corrente elétrica.

Exemplo de condutores elétricos são os fios, cabos, boners, etc.

4.2 Tipos de Circuito elétrico

Esses elementos do circuito tais como as fontes geradoras, os dispositivos de manobra e os consumidores elétricos, dependendo da forma que forem ligados ao circuito, podem estar associados em série, em paralelo ou misto.

4.2.1 Circuito Série

Mostraremos na figura 2 um exemplo de um circuito de consumidores associados em série.

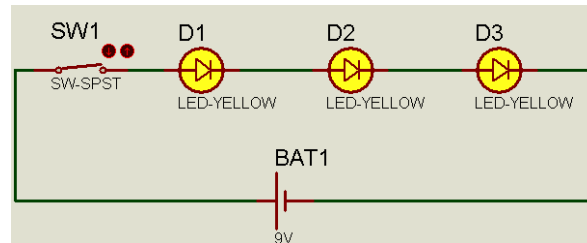


Figura 2: Circuito de lâmpadas em série.

Observa-se na figura 2 que o terminal de saída do primeiro consumidor é conectado ao terminal de entrada do segundo, e o terminal de saída do segundo, ao terminal de entrada do terceiro e assim sucessivamente.

Podemos afirmar que o circuito em série apresenta apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica, logo se esse caminho for interrompido, ou seja, se a chave estiver aberta, ou alguns dos elementos do circuito queimarem ou forem desconectados, a corrente elétrica deixará de circular, e conseqüentemente, todos os outros consumidores deixarão de funcionar.

4.2.2 Circuito Paralelo

Um circuito é dito paralelo quando todos os terminais de entrada dos consumidores encontram-se conectados em um ponto em comum, e todos os terminais de saída encontram-se conectados a outro ponto em comum. Geralmente estes pontos são os terminais da fonte de alimentação. Observe a figura 3.

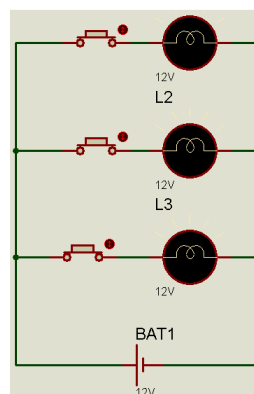


Figura 3: circuito de lâmpadas em série.

Como podemos observar, ao contrário da ligação em série, o circuito paralelo oferece vários caminhos para a passagem da corrente elétrica, o que significa que, se um dos consumidores queimarem ou for desconectado, os outros continuarão funcionando normalmente.

4.2.3 Circuito Misto

Podemos considerar associações mistas aquelas em que encontramos consumidores conectados tanto em série quanto em paralelo. Nesse tipo de circuito, observamos que a corrente total ora tem um único caminho para percorrer, ora tem mais de um. Observe a figura4.

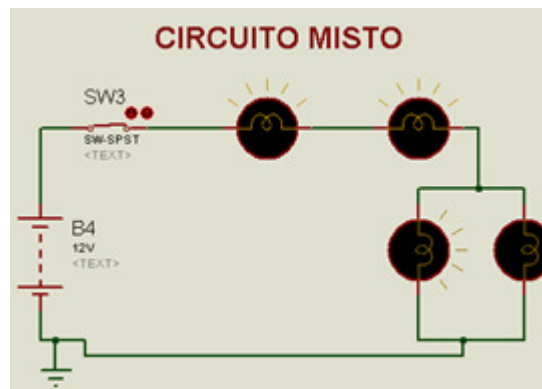


Figura 4: Circuito misto de lâmpadas.

Além desses elementos que formam os circuitos elétricos, existem outros elementos de grande importância para estes como os capacitores e resistores; esses elementos são encontrados na grande maioria dos circuitos eletrônicos. Adiante abordaremos de forma sucinta o que é um resistor e um capacitor, suas importâncias e como os mesmos podem ser conectados em um circuito. No próximo capítulo será apresentado o software mostrando como utilizar o resistor e o capacitor nas aulas de Física do ensino médio.

4.3 Resistor: Primeira Lei de Ohm

O Físico Jorge Simon Ohm percebeu que quando se aplica uma diferença de potencial, nota-se que a intensidade da corrente elétrica i é aproximadamente proporcional à tensão U , desde que a temperatura seja mantida constante.

Uma vez que U é proporcional a i , podemos escrever:

$$\frac{U}{i} = \text{constante.} \quad (1)$$

A constante da equação 1 é a resistência elétrica R do resistor. A unidade de resistência elétrica no SI é o ohm (Ω).

Todo sistema elétrico para o qual a tensão U é proporcional à intensidade de corrente i é um resistor simples ou um resistor ôhmico. Um pedaço de fio metálico é um exemplo de resistor simples.

O resistor é um componente eletrônico que tem por finalidade se opor ou dificultar a passagem da corrente elétrica.

Representa-se um resistor ôhmico mediante a figura abaixo.



Figura 5: Simbologias do resistor.

4.3.1 Resistor: Segunda Lei de Ohm e Resistividade

Jorge Simon Ohm verificou que a resistência elétrica de um fio condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento L e inversamente proporcional à área de sua seção transversal A .

$$R = \rho \frac{L}{A}, \quad (2)$$

onde ρ é uma constante chamada resistividade do material e não depende de comprimento (L) nem da área de seção transversal (A) e sua unidade é o $\Omega \cdot m$

Muitas vezes necessitamos de um valor específico de um resistor, mas não encontramos para vender no mercado, daí surge a importância das associações em série, em paralelo ou mistas como visto nas sessões 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3.

Resistores associados comportam-se como um único resistor chamado de “resistor equivalente”, logo sua resistência é a resistência equivalente.

4.3.2 Associação de resistores em série.

Observemos as figuras 6, 7 e 8.

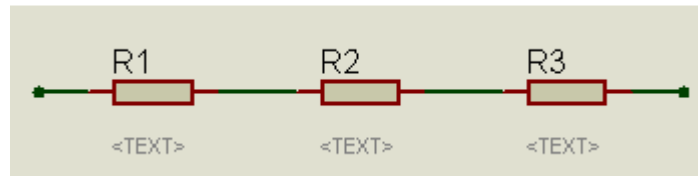


Figura 6: Associação de resistores em série.

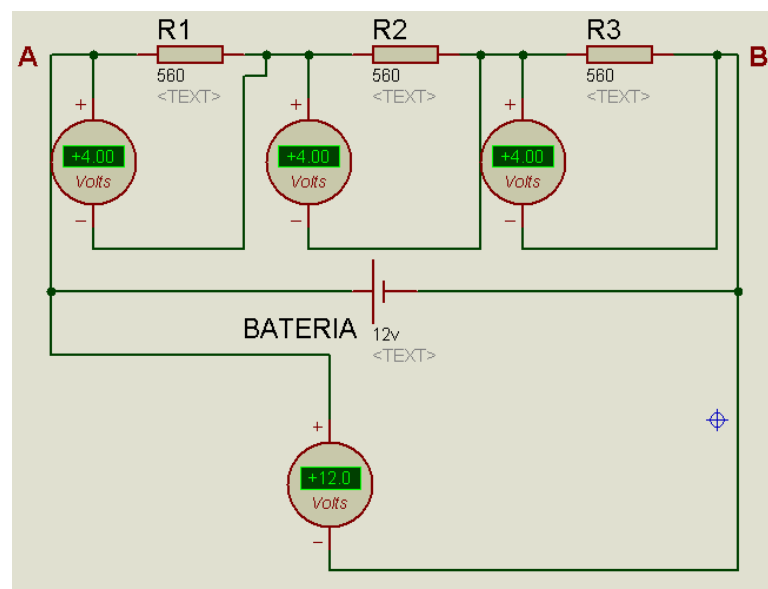


Figura 7: Associação de resistores em série, divisor de tensão.

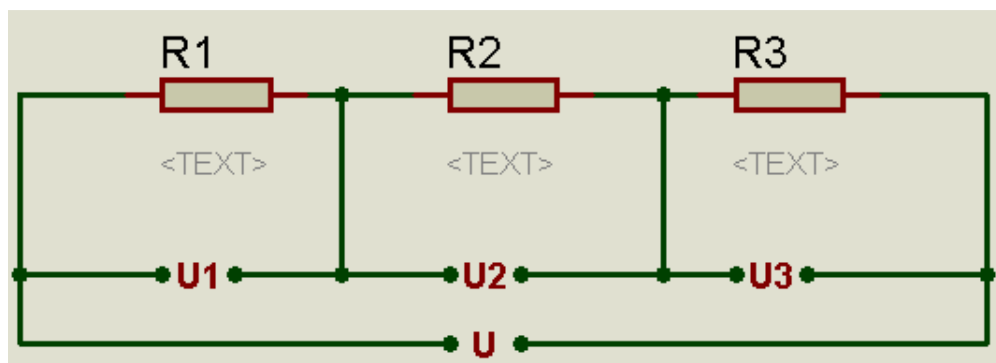


Figura 8: Diferença de potencial entre os resistores, onde $U=U_1+U_2+U_3$.

A partir delas podemos dizer que:

- Todos os resistores são percorridos pela mesma corrente i , igual à corrente da associação.

- A tensão nos terminais da associação é a soma das tensões nos terminais dos resistores associados.

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \quad (3)$$

Tomando a ddp correspondente a cada resistor U_1 ; U_2 ; U_3 e utilizando a equação (1) podemos expressar a ddp em cada resistor da seguinte forma,

$$U_1 = R_1 \cdot i, \quad (4)$$

$$U_2 = R_2 \cdot i, \quad (5)$$

$$U_3 = R_3 \cdot i, \quad (6)$$

$$U = R_{eq} \cdot i, \quad (7)$$

Substituindo as equações (4) (5) (6) e (7) na equação (3), podemos concluir que:

$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i. \quad (8)$$

Se dividirmos toda a equação (8) por i a resistência equivalente R_{eq} será dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3, \quad (9)$$

Representada na figura9.

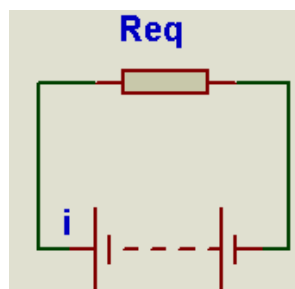


Figura 9: Resistor equivalente para uma associação em série.

Ainda podemos reescrever a equação (9) como:

$$R_{eq} = \frac{U}{i} = \frac{\text{Tensão da associação}}{\text{corrente da associação}}. \quad (10)$$

4.3.3 Associação de resistores em paralelo

Da mesma forma que encontramos o resistor equivalente no circuito série, encontraremos o resistor equivalente para o circuito em paralelo, utilizando outra análise. Observemos as figuras abaixo.

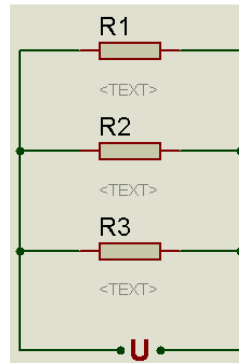


Figura 10: Circuito de resistores em paralelo.

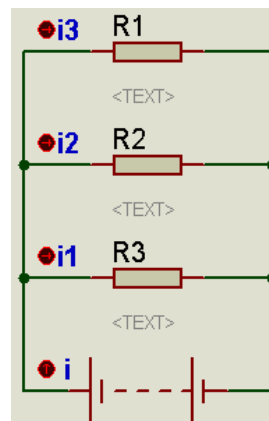


Figura 11: Circuito de resistores em paralelo, mostrando a divisão da corrente elétrica ($i = i_1 + i_2 + i_3$).

Como já mencionado no tópico 4.2.2 do índice, o circuito paralelo mostrado nas figuras 10 e 11 diferem do circuito em série uma vez que, para esse tipo de associação todos os resistores estão submetidos à mesma tensão U , e a corrente elétrica não é a mesma para todos os resistores. Podemos perceber na figura 11 que a corrente elétrica total do circuito será a soma das correntes que passa em cada um dos resistores, logo:

$$i = i_1 + i_2 + i_3, \quad (11)$$

Tomando a corrente elétrica correspondente a cada resistor (i_1 , i_2 e i_3) e sabendo que a tensão é a mesma para todos os resistores associados, se utilizarmos as equações (1) e (11), teremos que:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}, \quad (12)$$

Onde usamos o conceito de $i = \frac{U}{R}$ na equação (11).

Se dividirmos toda a equação (12) por U ficaremos com:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad (13)$$

Que representa a resistência de uma associação de resistores em paralelo, esquematizado na figura 12.

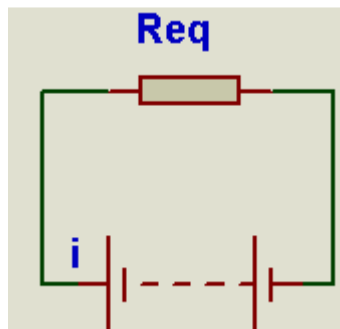


Figura 12: Resistor equivalente paralelo.

4.3.5 Associação mista de resistores

Quando em um circuito temos resistores associados em série e em paralelo, dizemos que esse circuito é um circuito misto. Observe a figura.

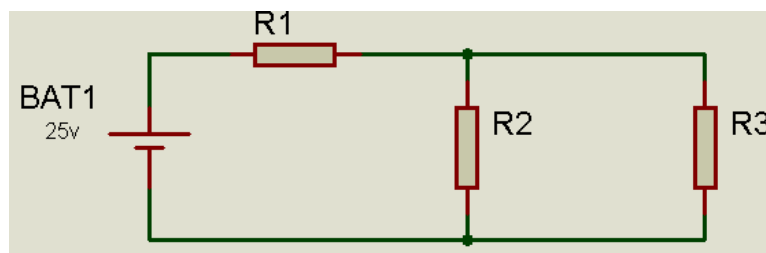


Figura 13: Resistores associados em um circuito misto.

Nela podemos perceber que o resistor R1 está ligado em série com o resistor equivalente formado pelos resistores R2 e R3, estes associados em paralelo.

4.4 Capacitores

Os capacitores, antigamente chamados condensadores, são componentes elétricos formados por placas condutoras separadas por um material isolante dielétrico, tendo como função dentro de um circuito armazenar cargas elétricas (portanto energia elétrica). E a propriedade de armazenar cargas é denominada de capacitância (C).

A capacitância (C) é, portanto, uma medida da capacidade de armazenar cargas nas placas de um capacitor.

A capacitância é determinada pela quantidade de cargas que podem ser armazenada em suas placas por unidade de tensão elétrica, logo:

$$C = \frac{Q}{V}, \quad (14)$$

onde a unidade de capacidade no S.I é o Coulomb por volt (C/V), que recebe o nome de Farad (F), em homenagem a Michael Faraday.

O capacitor pode mudar sua forma; de acordo com sua estrutura temos o capacitor plano, o cilíndrico e o esférico. Dependendo de como esses capacitores serão utilizados dentro de um circuito podemos ainda encontrar os capacitores de corrente contínua e os de corrente alternada; para os de corrente contínua é importante identificar os pólos positivo e negativo, antes de fazer a ligação, pois a placa positiva deve está ligada ao pólo positivo do gerador e a negativa, ao pólo negativo do gerador. Observe a figura14.

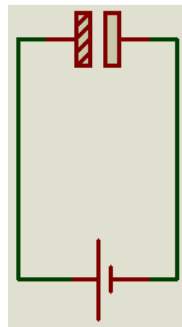


Figura 14: Distribuição de cargas num capacitor.

O lado rachurado da figura14 indica a placa negativa do capacitor, note que está placa está ligado ao terminal negativo do gerador; caso invertamos a posição do gerador o circuito não funcionará e o capacitor queimará, como se trata de uma simulação logo o programa apresentará um erro, ou o circuito não executará a função correta.

Para um capacitor de placas paralelas temos que sua capacitância ou sua capacidade de armazenar cargas pode ser determinada pelas dimensões do capacitor por:

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} \quad (15)$$

onde:

C= capacitância, em Faraday (F)

A = área de uma das placas, em metros quadrados (m²)

d= distancia entre as placas, em metros (m)

ε = permissividade do dielétrico, em Faraday por metro (F/m)

Analisando a equação (15) podemos perceber que a área A é proporcional à capacitância C, ou seja, quanto maior for à área da placa de um capacitor maior será sua capacitância, e que a distância d entre as placas de um capacitor é inversamente proporcional à capacitância; logo, quanto menor for a distância entre as placas, maior será a capacidade de armazenamento de cargas pelo capacitor.

A capacidade de armazenamento é usada para obter bons efeitos em filtros. Após uma retificação de uma onda alternada para uma contínua, o resultado não é uma corrente contínua constante, e sim pulsante; e o capacitor atuando como filtro irá ceifar uma onda contínua pulsante tornando-a constante.

Normalmente encontramos capacitores associados entre si, com a finalidade de alterar a capacidade, obtendo um melhor armazenamento de cargas. Capacitores associados se comportam como um único capacitor, chamado de capacitor equivalente, logo sua capacidade será a capacidade equivalente.

4.4.1 Associação de capacitores em série

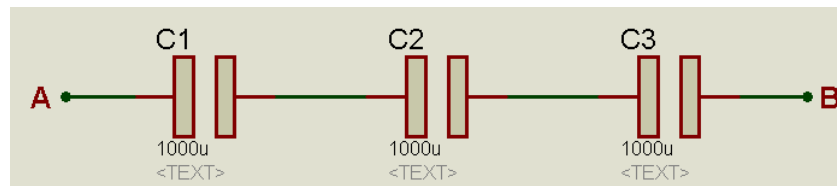


Figura 15: Capacitores associados em série.

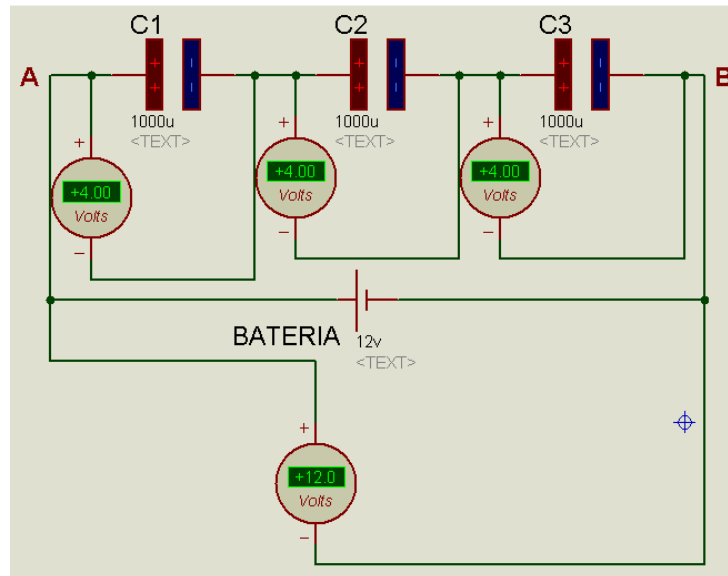


Figura 16: Capacitores associados em série e a divisão da tensão elétrica entre eles.

Observando as figuras 15 e 16 podemos dizer que todos os capacitores C1, C2 e C3 estão carregados com igual quantidade de carga Q , uma vez que todos possuem a mesma capacitância $1000\mu\text{F}$ e a mesma tensão (4V), logo percebemos que a tensão total é a soma das tensões de cada capacitor, logo:

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \quad (16)$$

Tomando a ddp correspondente a cada capacitor (U_1 , U_2 e U_3) e utilizando a equação (14) podemos expressar a ddp em cada capacitor da seguinte forma:

$$U_1 = Q/C_1, \quad (17)$$

$$U_2 = Q/C_2, \quad (18)$$

$$U_3 = Q/C_3, \quad (19)$$

$$U = Q/C_{eq}, \quad (20)$$

Substituindo as equações (17), (18), (19) e (20) na equação (16), temos que:

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}, \quad (21)$$

Se dividirmos a equação (21) por Q, a capacitância equivalente será dada por:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}, \quad (22)$$

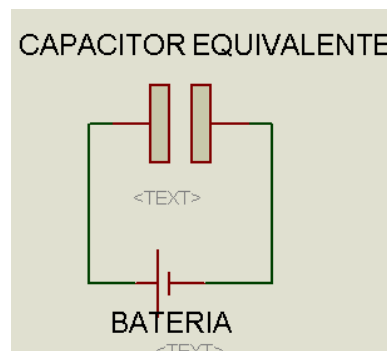


Figura 17: Capacitor equivalente para uma associação em série.

4.4.2 Associação de capacitores em paralelo

Da mesma forma que encontramos a capacitância equivalente no circuito em série, encontraremos a capacitância equivalente para o circuito em paralelo, utilizando outra análise.

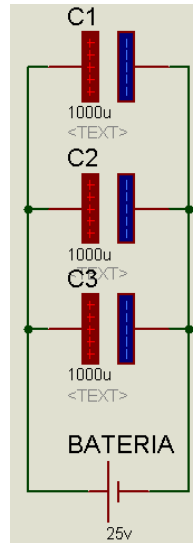


Figura 18: Capacitores em paralelo

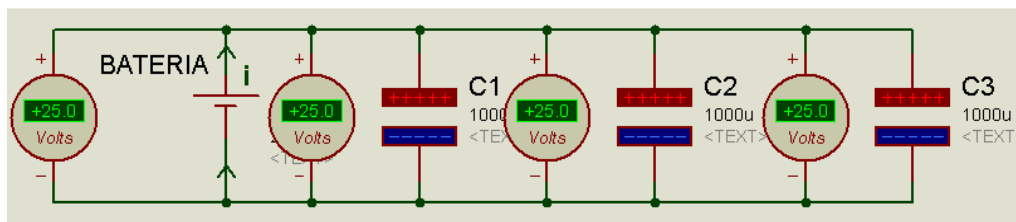


Figura 19: Capacitores em paralelo (mesma tensão elétrica para C1, C2 e C3).

Analisando as figuras 17 e 18 podemos observar que os capacitores C1, C2 e C3 possuem a mesma tensão u e que é igual à tensão da associação, logo a carga da associação é a soma das cargas dos capacitores associados:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (23)$$

Como o conjunto de capacitores se comporta como um único capacitor, chamado de capacitor equivalente em paralelo, sua capacidade é dada por (substituindo a equação (23) na equação (24)):

$$C = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{U}, \quad (24)$$

$$C = \frac{Q_1}{U} + \frac{Q_2}{U} + \frac{Q_3}{U}. \quad (25) \text{ ou ainda:}$$

$$C = C1 + C2 + C3 \quad (26)$$

A figura20 ilustra a capacitância equivalente C_{eq} do circuito em paralelo.

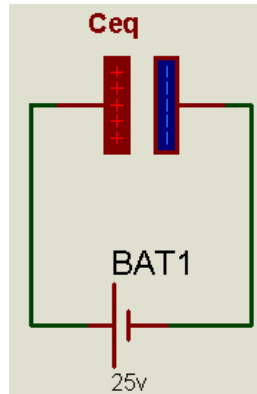


Figura 20: Capacitor equivalente em paralelo.

Em um circuito capacitivo no trecho em que o capacitor está inserido não há passagem de corrente, caso contrário, haveria descarga entre as armaduras, danificando o dispositivo.

4.4.3 Associação mista de capacitores.

Quando em um circuito temos capacitores associados em série e em paralelo, dizemos que este é um circuito misto.

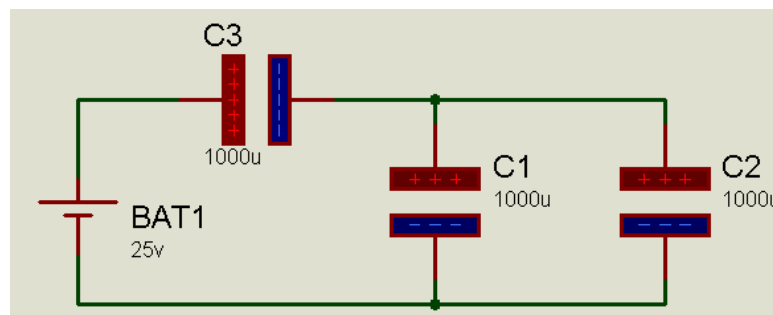


Figura 21: Associação mista de capacitores.

Na figura21 podemos perceber que os capacitores C1 e C2 estão ligados em paralelo e que a C_{eq} entre eles está em série com C1.

4.5 Proteus 7.8 SP2 (UNTITLED – ISIS Professional)

O simulador PROTEUS é uma ferramenta útil para estudantes e profissionais que desejam acelerar e melhorar suas habilidades para o desenvolvimento de aplicações analógicas. Ele permite o desenho de circuitos empregando um entorno gráfico no qual é possível colocar os símbolos representativos dos componentes e realizar a simulação de seu

funcionamento sem o risco de ocasionar danos aos circuitos. Assim a simulação pode incluir instrumentos de medição e as inclusões gráficas que representam os sinais obtidos na simulação (Bermúdez, 2005). Possui uma interface de fácil acesso e compreensão, substituindo com muitas vantagens as experiências em laboratórios convencionais, uma vez que, não existe o risco de danificar equipamentos destinados aos ensaios e medidas de circuitos ou componentes.

Dentro do software PROTEUS, podemos encontrar o ISIS – Intelligent Schematic Input System (Sistema de Entrada Esquemático Inteligente), ferramenta para desenvolvimento esquemáticos e o Ares - Advanced Routing and Editing Software (Roteamento Avançado e Edição de software), ferramenta que permite o desenvolvimento de layouts (PCB) onde, através de uma interface própria, podemos importar o netlist do ISIS, definir padrão de trilhas, pad's, vias, etc.

Para este trabalho monográfico utilizaremos apenas a ISIS, caso o professor queira confeccionar placas para circuitos eletrônicos, poderá utilizar a ferramenta Ares. A escolha dessa ferramenta PROTEUS se deu pelo fato da mesma apresentar uma biblioteca vasta de componentes, caso o professor queira se aprofundar no software e tiver um conhecimento de eletrônica, poderá encontrar dispositivos digitais e micro-controladores dentro do mesmo.

4.6 Utilizando o software PROTEUS

Para iniciar o PROTEUS, dê um duplo clique no seu ícone na área de trabalho ou vá para Iniciar → Programas → Proteus 7 Professional → ISIS 7 Professional. A tela da figura22 será apresentada:

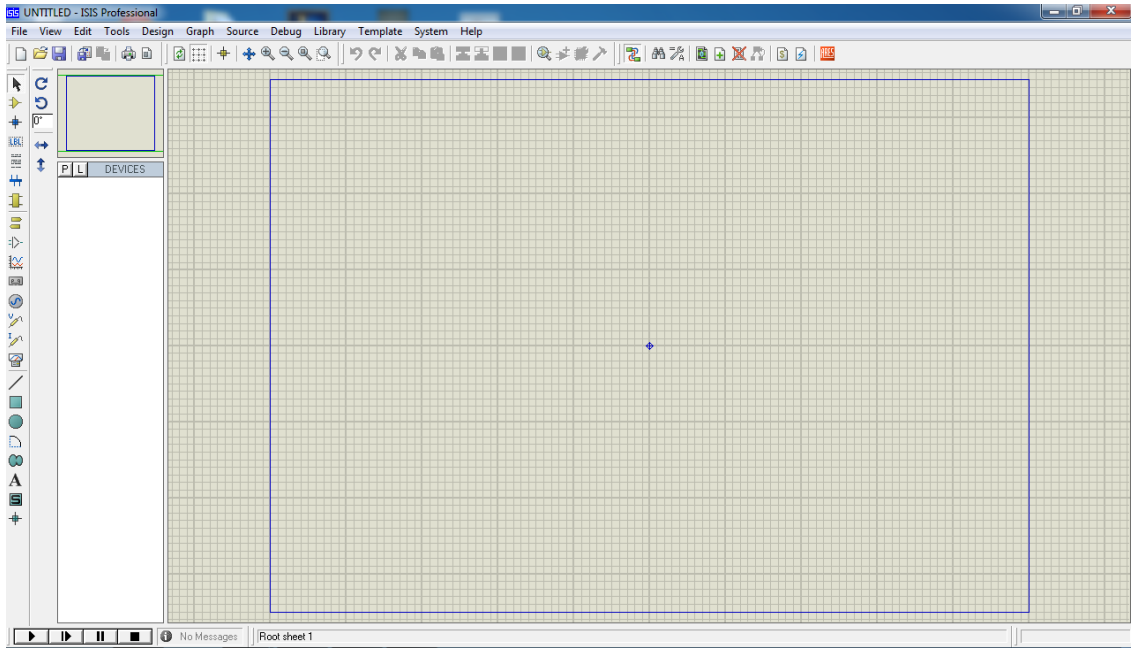


Figura 22: Tela inicial do ISIS Professional.

4.6.1 Inserindo componentes

Para inserirmos algum componente basta clicarmos no botão **Pick Devices** (escolha dispositivo) localizado na parte esquerda da tela abaixo da tela de exploração, representado pela letra P, como indicado na figura23.

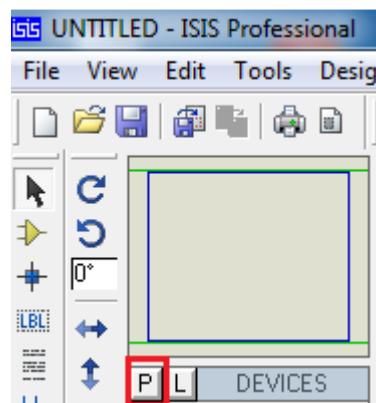


Figura 23: Local para inserir componentes.

A tela da figura24 será apresentada.

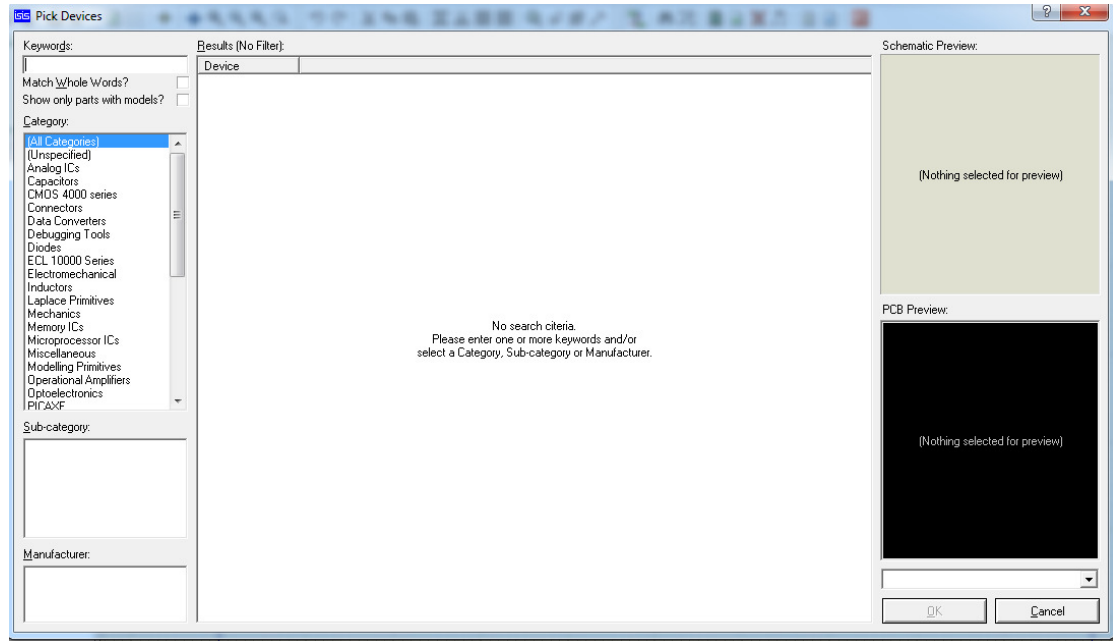


Figura 24: Tela para escolha de componentes.

Se quisermos procurar algum componente bastar digitarmos o nome dele no quadro abaixo do nome keyword (palavra-chave) indicado pelo quadro em vermelho 1 ou procurar nas categorias ICs como mostra o quadro 2, conforme figura25.

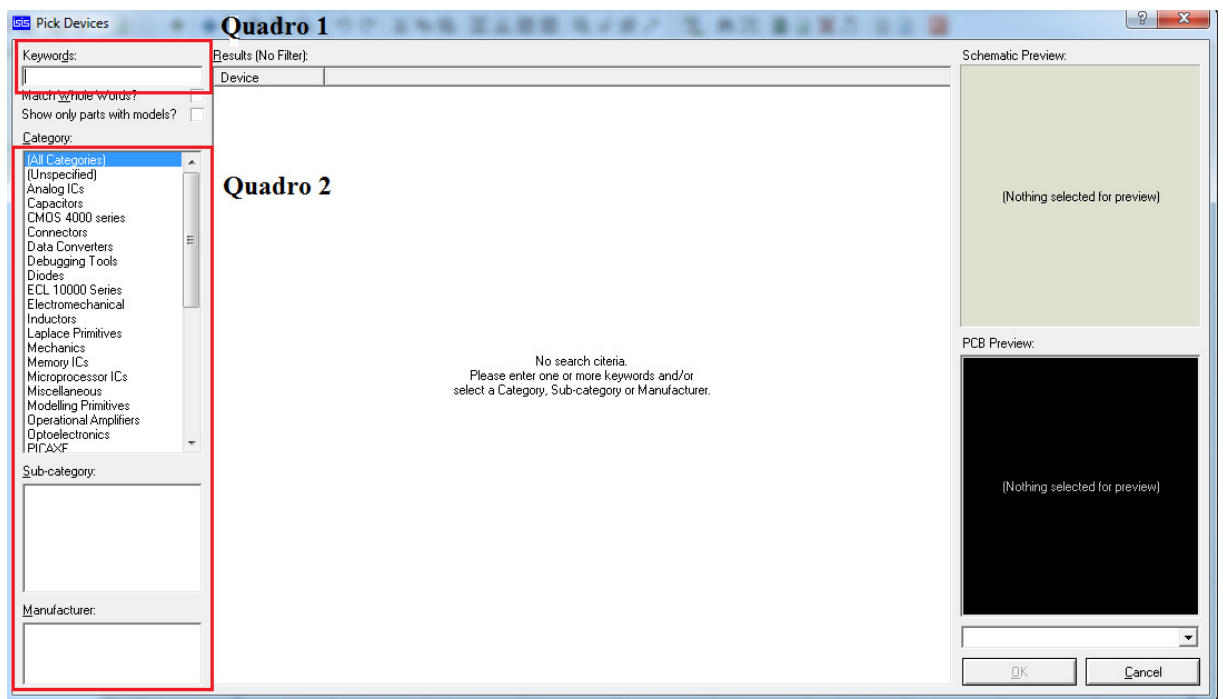


Figura 25: Local para escolha de componentes.

Como exemplo, escolhemos o componente resistor, ao clicar no nome resistor, percebemos que irá aparecer a sub-category (sub-categoria) e a Manufacturer (fabricante) como mostra a figura26.

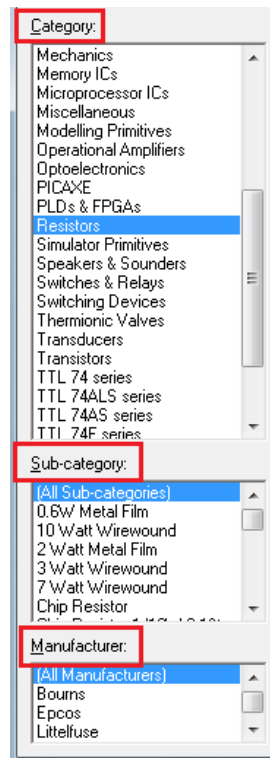


Figura 26: Escolhendo um resistor

Na sub-category (sub-categoria) podemos escolher a potência do resistor que queremos para o nosso circuito; caso encolhêssemos um capacitor a sub-categoria iria nos oferecer o tipo de capacitor que queremos utilizar, como por exemplo, capacitores eletrolíticos, cerâmicos, poliéster etc. A Manufacturer (Fabricante) nos oferece a escolha da marca do resistor ou de qualquer outro componente que quisermos inserir no circuito.

Ao escolhermos o componente a seguinte lista da figura27 será apresentada.

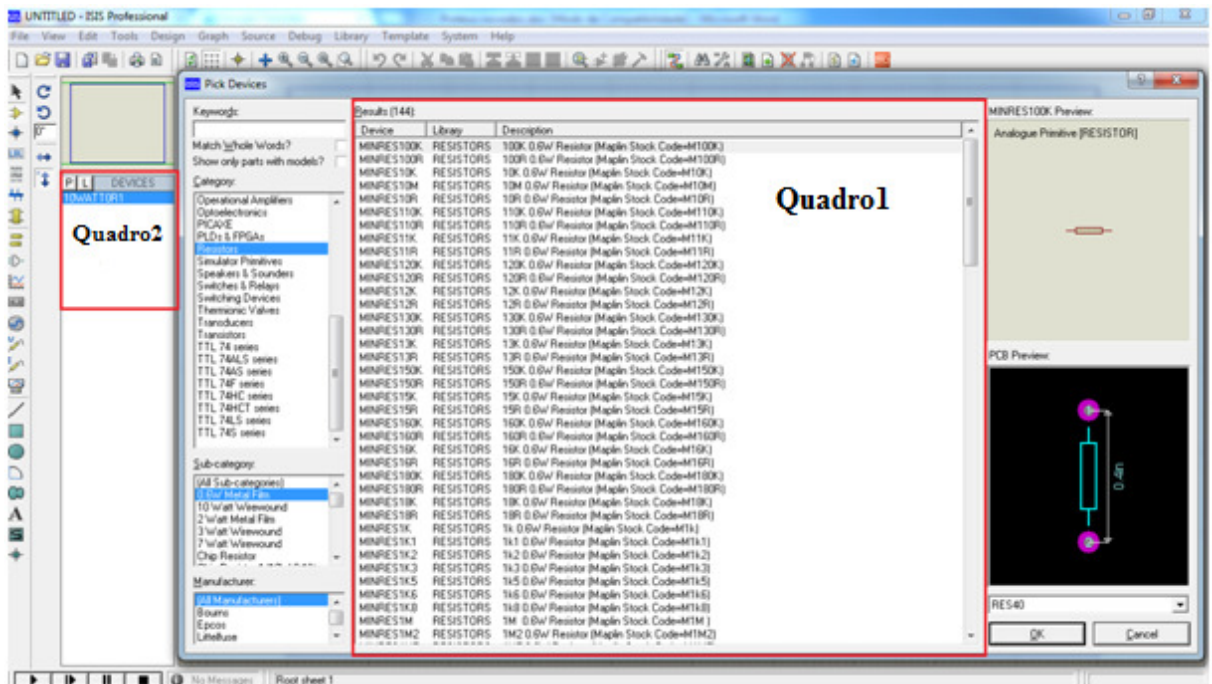


Figura 27: Lista de componentes

O quadro1, em vermelho, da figura27 nos mostra a lista de resistores e seus respectivos valores. Podemos procurar o valor do resistor que queremos utilizar ou inserir qualquer valor e, como mostremos adiante, alterar esse valor como queiramos. Ao clicarmos no valor que desejamos esse componente será deslocado para o quadro2, em vermelho, esta parte do software é a nossa “lista de compras”; todos os componentes escolhidos serão automaticamente mandados para lá, o que ajuda bastante uma vez que não precisamos fechar a biblioteca de componentes.

Como exemplo, faremos um circuito simples, com um LED, uma bateria, e um motor. Observe as figuras 28, 29 e 30.

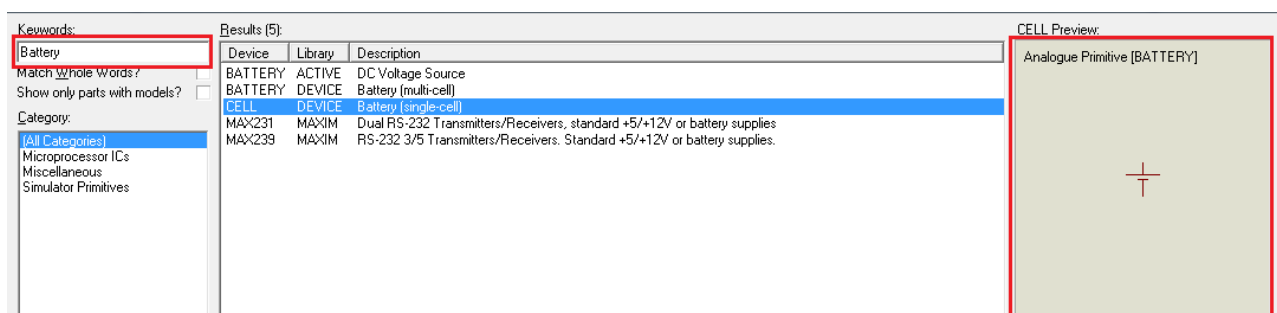


Figura 28: Adicionando uma bateria.

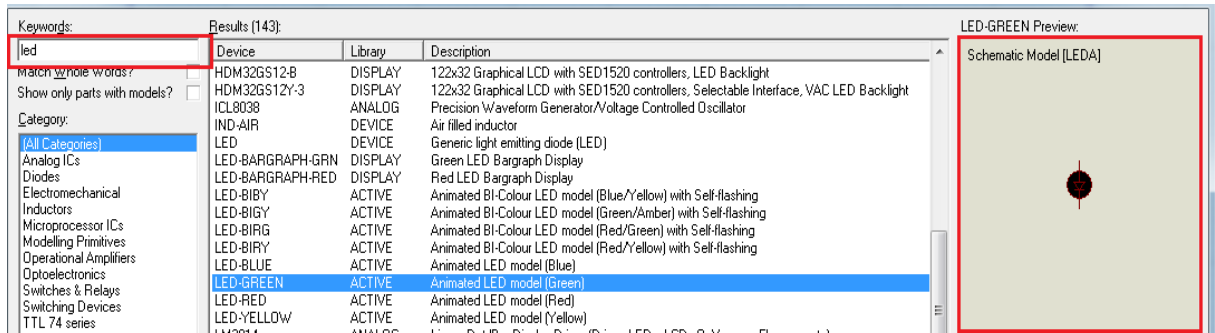


Figura 29: Adicionando um LED.

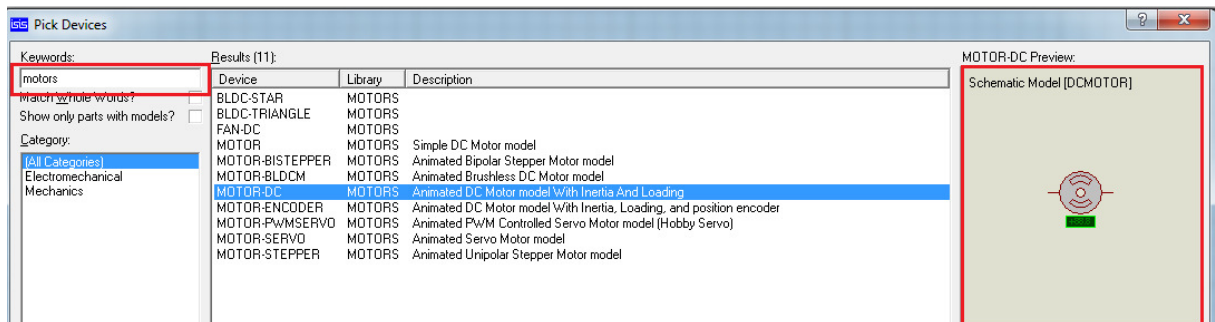


Figura 30: Adicionando um motor.

O quadro em vermelho no canto direito das figuras nos mostra os componentes que vamos inserir. Perceba que em todos os casos a simbologia dos componentes é igual àquela encontrada nos livros didáticos. Depois de escolher os componentes todos vão para a lista como dito anteriormente observe (a figura31).

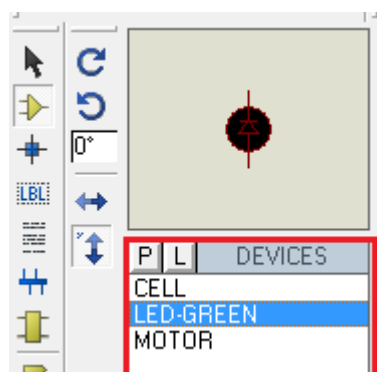


Figura 31: Componentes inseridos na lista.

4.6.2 Montando um circuito

Observe a figura32.

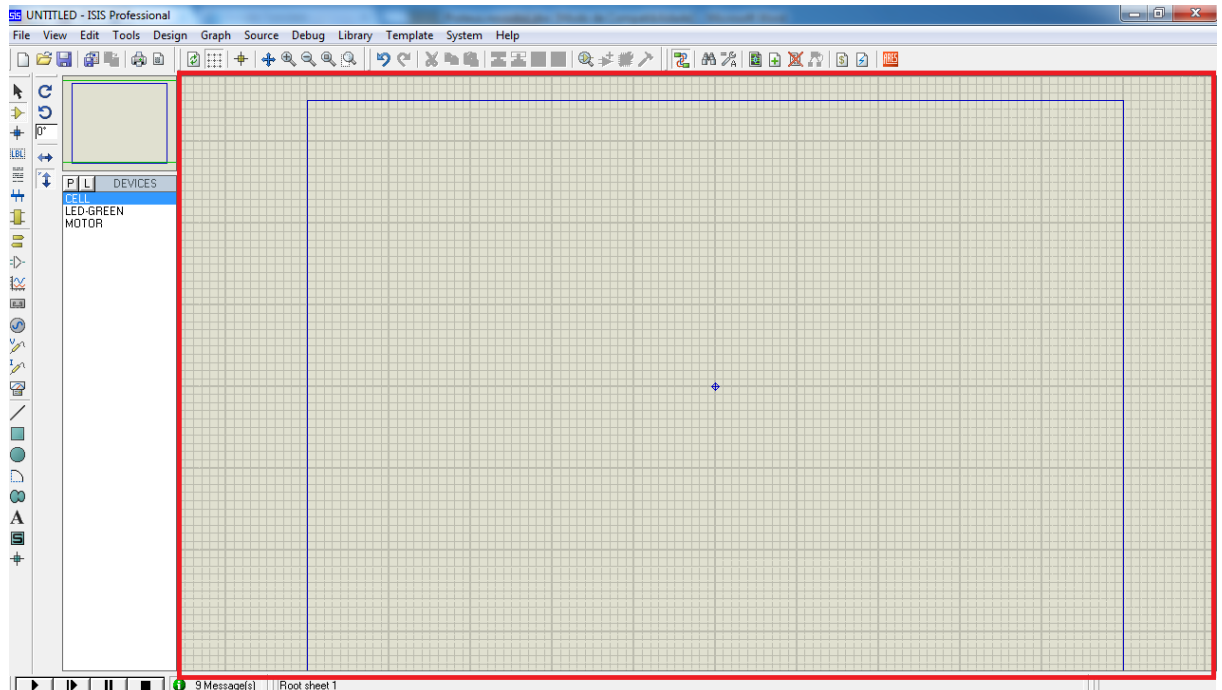


Figura 32: Área para montagem do circuito elétrico.

O quadro vermelho indica o local onde será montado o circuito (existe uma área azul limitando o local onde deveremos montar nosso circuito; podemos ultrapassar essa marca azul caso o circuito seja grande. Devemos ter cuidado na visualização do circuito; se for ultrapassado a área azul o circuito pode não ser visto, desta forma teríamos que diminuir o zoom consequentemente, diminuir o tamanho das imagens.

Para inserir o componente nesta área basta clicarmos no componente desejado e clicar na área ao lado, como ilustra a figura33.

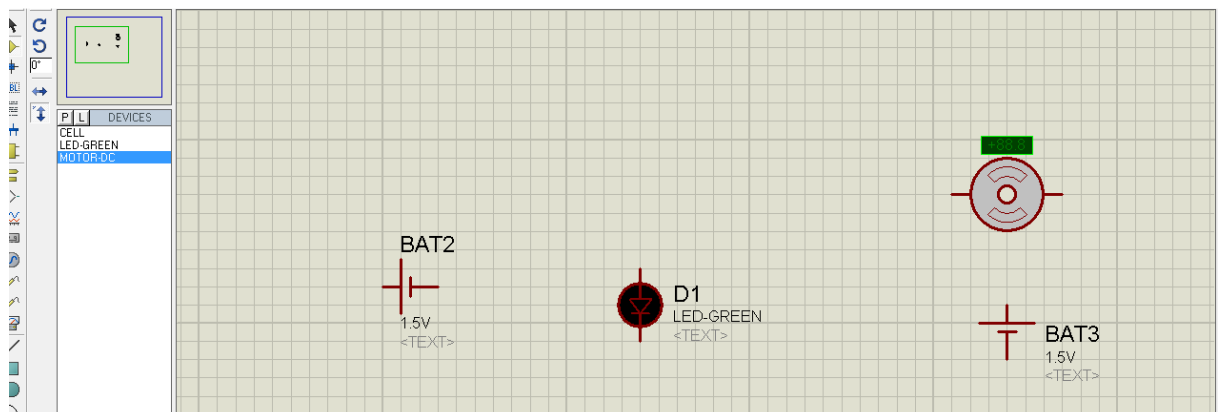


Figura 33: Componentes na área de montagem.

4.6.2.1 Modificando um componente

Podemos modificar qualquer coisa (dar valor, girar, deletar, etc.) em um componente; para isso é preciso primeiro selecioná-lo. Para selecionar, dê um clique com o botão direito do mouse em cima do componente.

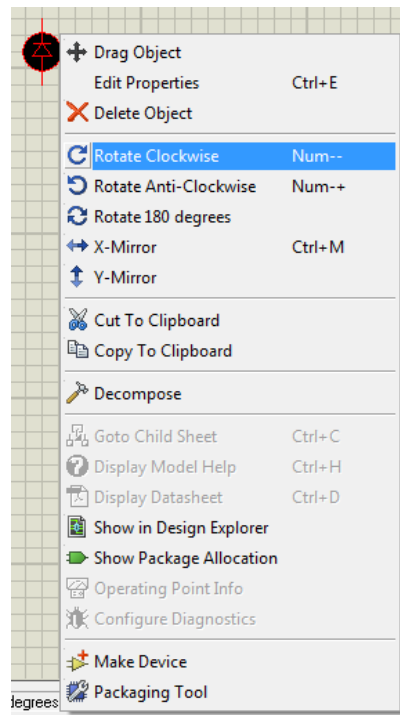


Figura 34: Modificando um componente.

De acordo com a figura34 podemos mover o componente (indicado pela cruz preta), editar as propriedades do mesmo (como valor etc), apagar um componente (indicado pelo X vermelho), girá-lo para direita, para esquerda, para cima, para baixo e em 180 graus (indicado pelas setas azuis), cortar (indicado por uma tesoura) ou copiar um componente e colá-lo em outro lugar. As demais funções não serão discutidas uma vez que para este trabalho não se faz necessário o uso das mesmas.

4.6.2.2 Conectando os componentes

Para conectar dois componentes ou instrumentos, clique em um dos terminais do componente e depois clique no terminal do outro componente (observe a figura35).

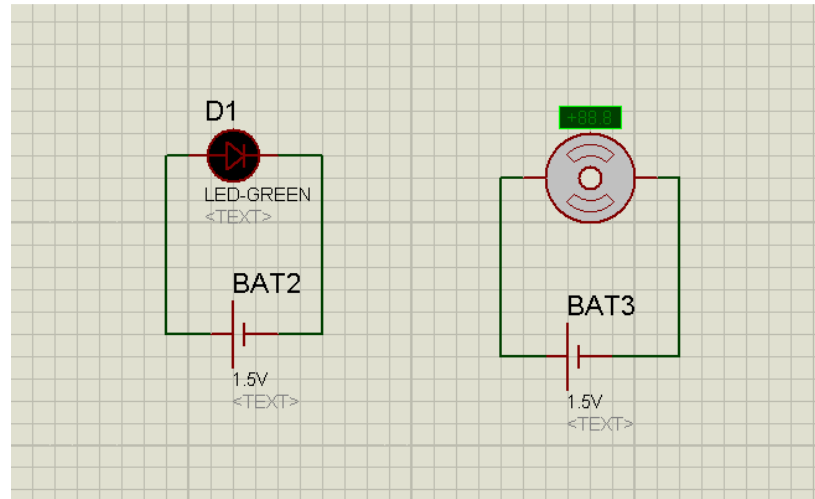


Figura 35: conectando componentes.

4.6.2.3 Dando valor ao componente

Cada componente possui um valor pré-configurado. Por exemplo, o default (pré-configurado) do LED é 2.2V e o da fonte (1.5V). Para alterar o valor do componente, dê um duplo clique no componente com o botão esquerdo do mouse, ou clique com o botão direito e vá a Edit Properties (editar propriedades). Em qualquer caso será aberta a caixa de diálogo mostrada na figura36.

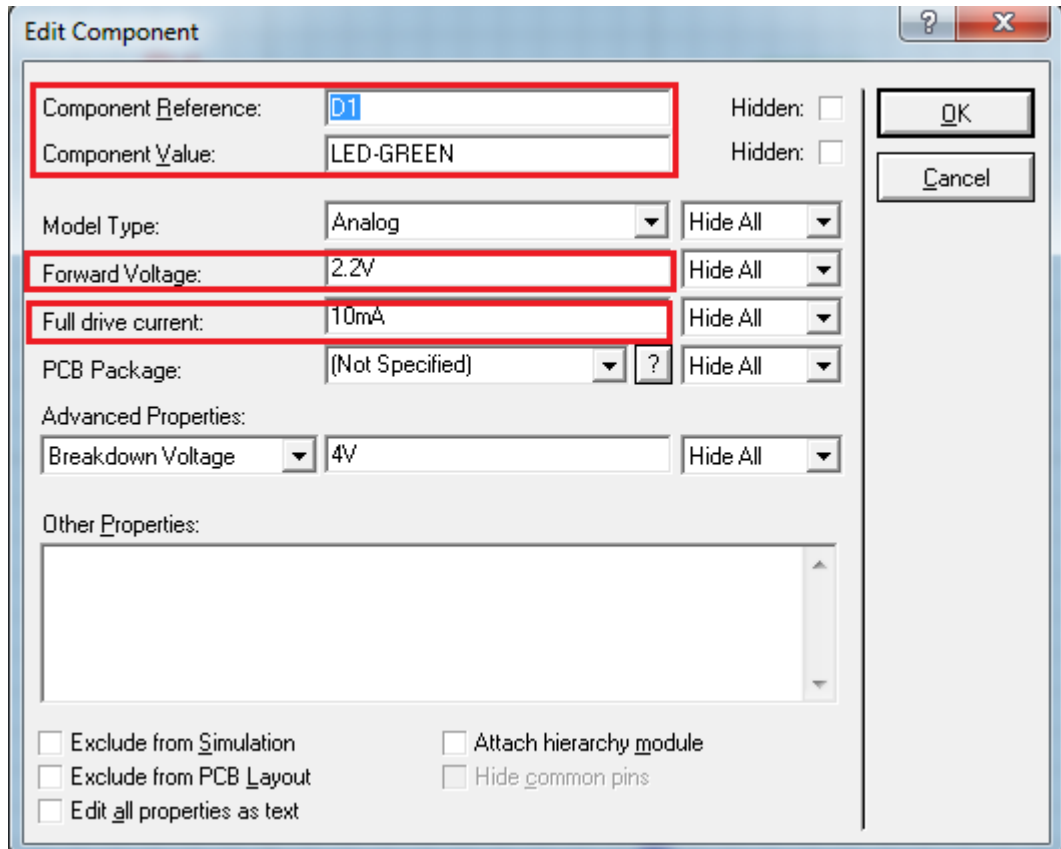


Figura 36: Editando componente.

Podemos alterar o nome do componente e o seu valor de tensão e de corrente indicado nos quadros vermelhos na figura36.

4.6.2.4 Outras informações relevantes

Observe a figura37.

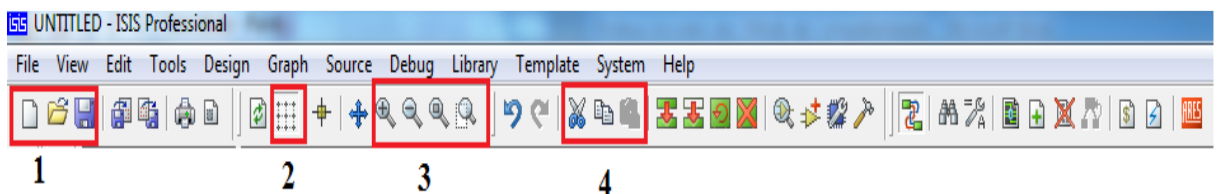


Figura 37: Barra de ferramentas

Caso queiramos criar um novo projeto, salvar um projeto ou abrir um projeto já salvo, observe o quadro1; nele podemos encontrar as ferramentas necessárias para tais funções. Para retiramos os quadradinhos ou pontos existente na área em que fazemos a montagem do

circuito, basta clicar na ferramenta indicada no quadro2 (Observe as imagens abaixo das figuras 38, 39 e 40).

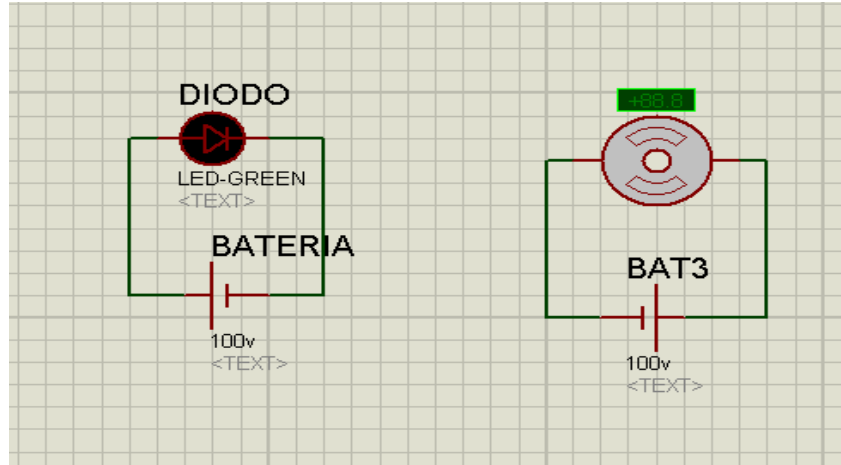


Figura 38: Área de montagem com quadrados no fundo da tela.

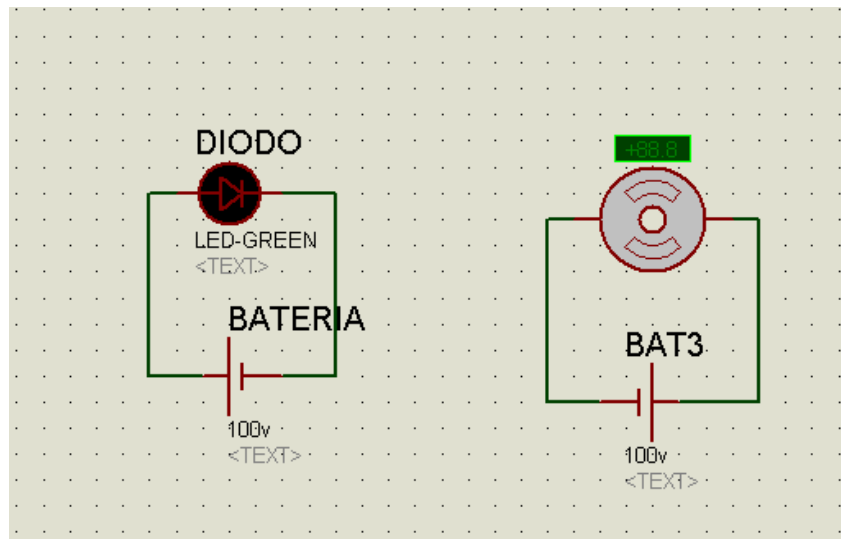


Figura 39: Área de montagem com pontos no fundo da tela.

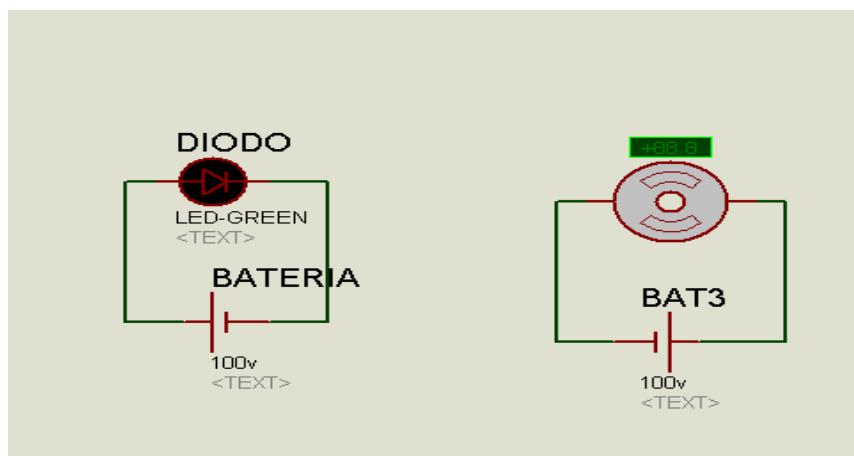


Figura 40: Área de montagem sem quadrados e pontos no fundo da tela.

O quadro3 da figura37 refere-se à visualização da área de montagem do circuito. Temos a opção de aumentar o zoom, diminuir o zoom, escolher apenas uma parte específica para ampliar (podemos utilizar como atalho para esta ferramenta o botão de rolagem do mouse). Por fim, o quadro 4 nos permite copiar, cortar ou colar um componente.

4.7 O osciloscópio

O osciloscópio é um instrumento (de medição) que permite visualizar graficamente sinais elétricos (variações de tensão elétrica) em forma de figura, seja ela quadrada, dente de serra, senoidal ou triangular. Na maioria das aplicações, o osciloscópio mostra como é que um sinal elétrico varia no tempo.

O osciloscópio é utilizado por diversos profissionais, num sem número de aplicações, tão variadas como a reparação de televisores, a análise do funcionamento das unidade eletrônicas de controle dos automóveis, a análise de vibrações (de um motor, por exemplo). (ABC, 1998).

Muitas escolas não dispõem de osciloscópios, ou muitas vezes os mesmos encontram-se quebrados, não permitindo a sua utilização.

Tendo como importância o uso do osciloscópio o professor, utilizando da ferramenta PROTEUS, poderá apresentar aos alunos o osciloscópio, de maneira lúdica e dinâmica, sem se preocupar com riscos.

O professor tendo o conhecimento do osciloscópio poderá encontrá-lo dentro do software PROTEUS (localizado na barra lateral esquerda, na direção vertical, como na figura41).

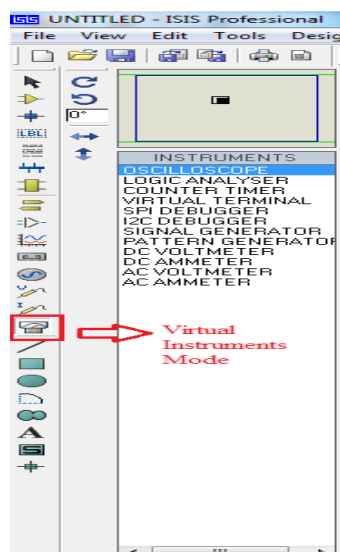


Figura 41: Adicionando um osciloscópio.

O quadro em vermelho indica a ferramenta Modo Virtual de instrumentos (Virtual Instruments Mode), nessa ferramenta podemos encontrar o osciloscópio (que é o primeiro item); basta clicarmos e adicionarmos à área em “branco” e, em seguida, darmos o play na simulação, e o programa irá mostrar o osciloscópio (como na figura abaixo42).

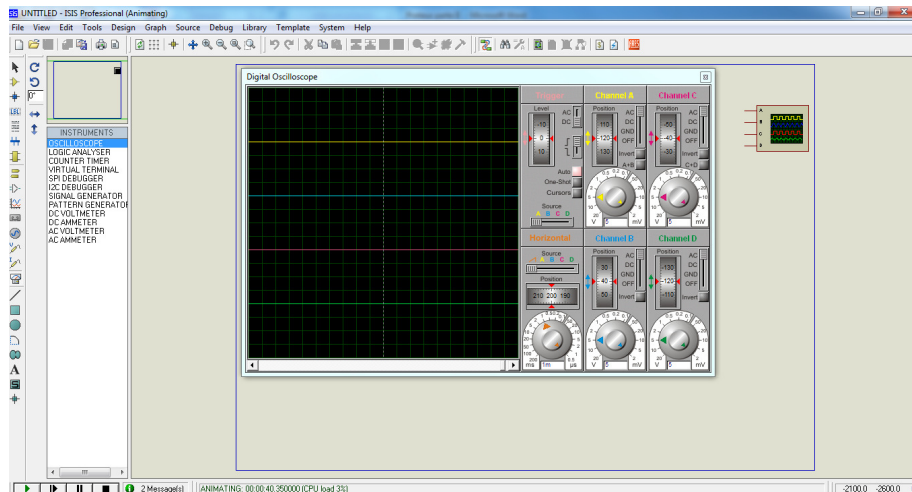


Figura 42: Representação do osciloscópio.

Caso o professor queria visualizar algum tipo de onda, basta clicar no gerador de sinal (Signal Generator) que se encontra abaixo do osciloscópio, essa ferramenta permite criar ondas do tipo, quadrada, dente de serra, senoidal, triangular, para a visualização dessas ondas basta conectar o gerador de sinal no osciloscópio e dar o play na simulação observe a figura.

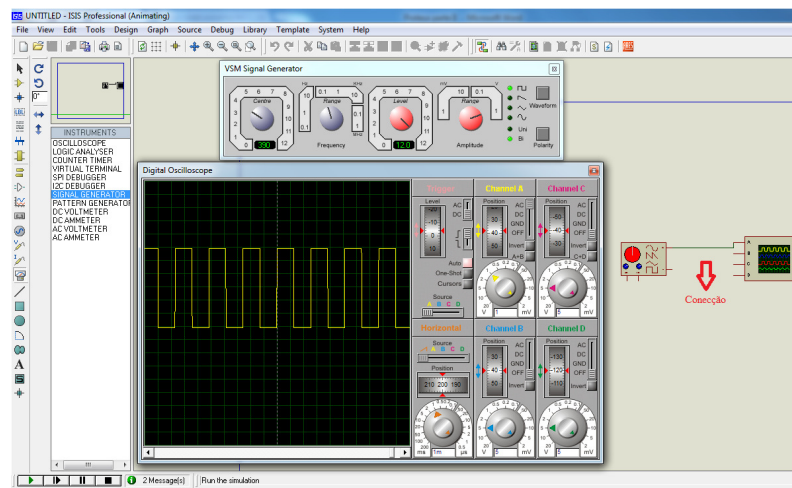


Figura 43: Gerando uma onda quadrada no osciloscópio.

Caso queria mostrar todas as ondas no mesmo osciloscópio basta adicionarmos mais geradores de sinal nas entradas do osciloscópio (como na figura44).

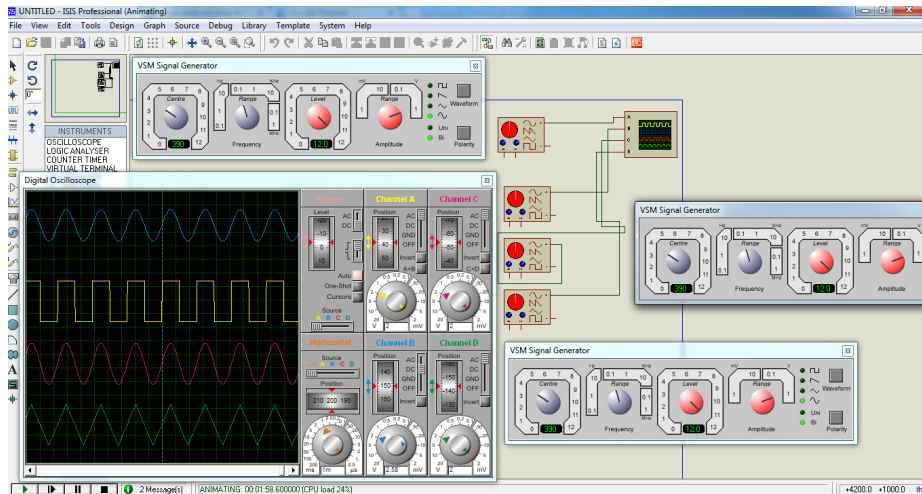


Figura 44: Gerando várias ondas no mesmo osciloscópio.

4.8 Voltímetro e Amperímetro

O voltímetro e o amperímetro estão localizados no Virtual Instruments Mode mesmo local do osciloscópio, como na figura45.

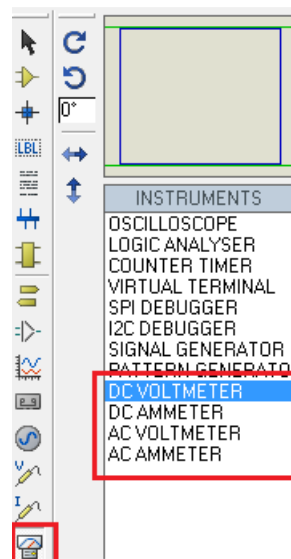


Figura 45: Inserindo instrumentos de medida.

O quadro em vermelho da figura45 mostra os tipos de instrumento a serem utilizados no circuito. Como primeira opção temos o voltímetro para tensão contínua (DC Voltmeter), em seguida o amperímetro para corrente contínua (DC Ammeter), e ainda o voltímetro para tensão alternada (AC Voltmeter) e o amperímetro para corrente alternada (AC Ammeter).

Para que os instrumentos funcionem adequadamente precisamos conectá-los ao circuito de forma correta (amperímetro em série e voltímetro em paralelo) e analisar o tipo de circuito

(se é para tensão contínua ou para tensão alternada). A figura 46 nos mostra os instrumentos de medida.

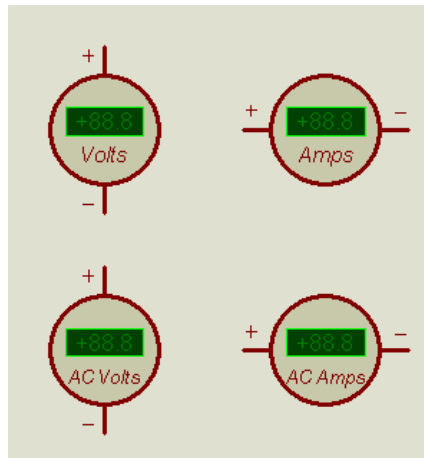


Figura 46: Instrumentos de medida, (voltímetro e amperímetro).

Podemos mudar a escala do instrumento de medida, por exemplo, para tensão podemos ter volts, millivolts e microvolts, e para corrente temos Ampère, milliampère e microampère. Para mudarmos a escala do aparelho basta dar um duplo clique com o botão esquerdo do mouse em cima do instrumento; feito isso surgirá uma tela de propriedades, no local escrito como Display Range, e podemos mudar a escala do instrumento. Como visto na figura 47.

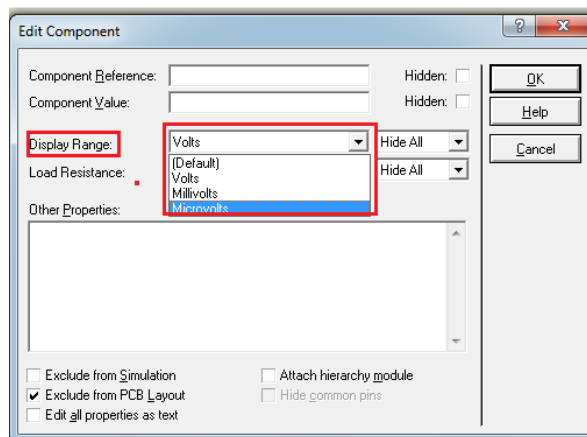


Figura 47: Alterando a escala de um voltímetro.

5.0 Proposta de atividade

A proposta a seguir pode ser aplicada para alunos do ensino médio e do ensino superior do curso de Física. As informações e observações contidas nesta proposta deverão despertar a participação dos alunos, uma vez que é de fácil assimilação e as simulações não são estáticas,

ou seja, o aluno pode utilizar diversos elementos do circuito, conforme o assunto que está sendo abordado. Dessa forma, entendemos que a dinamicidade intrínseca ao circuito virtual contribui de forma direta para a aprendizagem desses assuntos, além de favorecer o processo de verificação em circuitos elétricos reais evitando-se, assim, queima de elementos, curto circuitos (por má utilização dos seus componentes).

5.1 Tipos de circuitos elétricos

Podemos trabalhar os principais conceitos de circuitos elétricos em série, paralelo e misto. As imagens da figura48 mostram as possíveis simulações para elementos de circuitos elétricos simples.

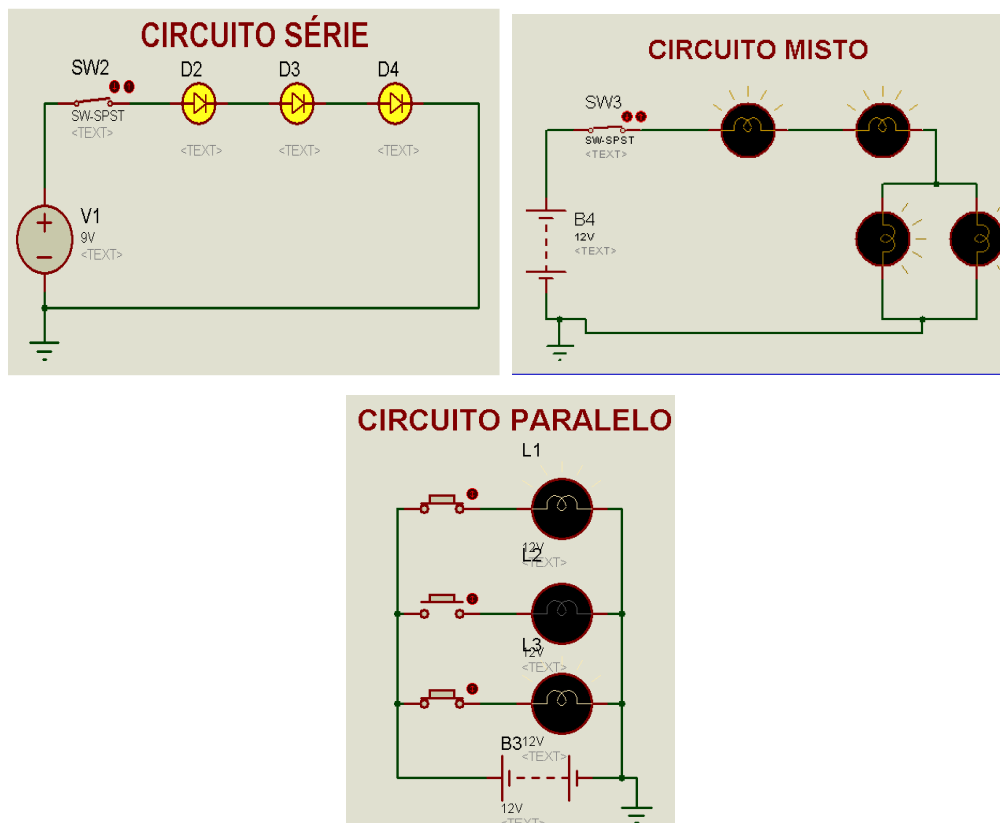


Figura 48: Tipos de circuitos elétricos.

Diante da figura48, podemos questionar os alunos: O que aconteceria se tirássemos alguma lâmpada do circuito em série ou do em paralelo?

5.2 Transformação de energia

A figura 49 mostra a simulação de dois circuitos elétricos simples. No circuito da esquerda temos a transformação de energia química, produzida pela bateria em energia luminosa, e no circuito da direita temos a transformação da energia química em energia mecânica.

Sabemos que só há uma corrente elétrica se existir um fluxo ordenado de elétrons livres; desta forma a bateria cria uma ddp entre dois pontos de um circuito, fazendo com que exista essa ordenação de elétrons, e uma corrente elétrica irá percorrer tanto a lâmpada quanto a motor de corrente contínua.

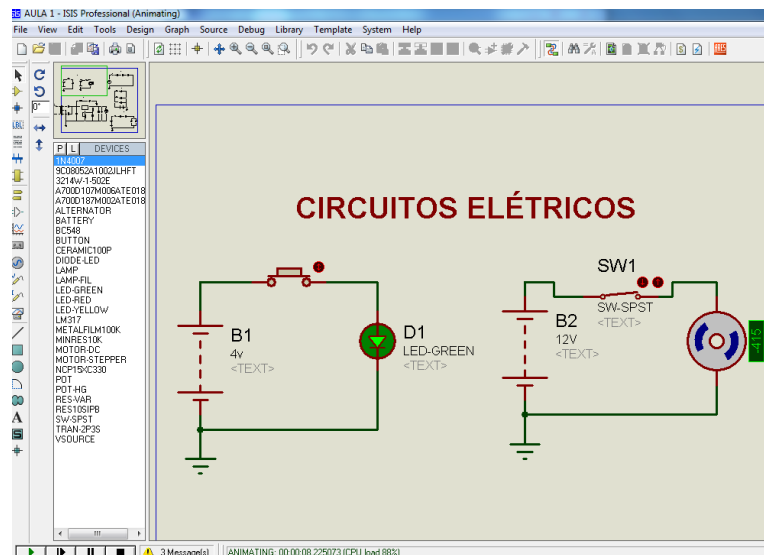


Figura 49: Tipos de transformação de energia.

Para montarmos o circuito basta irmos à biblioteca, e procurarmos os componentes, digitar o nome LED (de dois cliques para que ele vá para a área de componentes que será usada) procurar os outros componentes e fazer o mesmo processo (digite battery, Button, Motors). Depois de escolher os componentes, basta ligarmos todos os eles.

5.3 Usando o amperímetro e o voltímetro

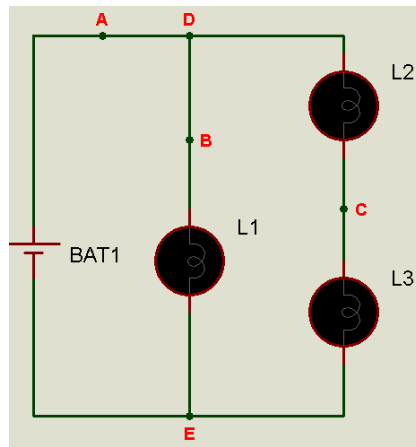


Figura 50: Circuito misto de lâmpadas.

De acordo com a figura 50 podemos questionar os alunos: Onde deveríamos posicionar o amperímetro para obtermos a corrente total do circuito? E quais os dois pontos (A, B, C, D, E) do circuito que nos permite medir a ddp da lâmpada L2?

5.4 Associação de resistores em série e a 1ª lei de Ohm

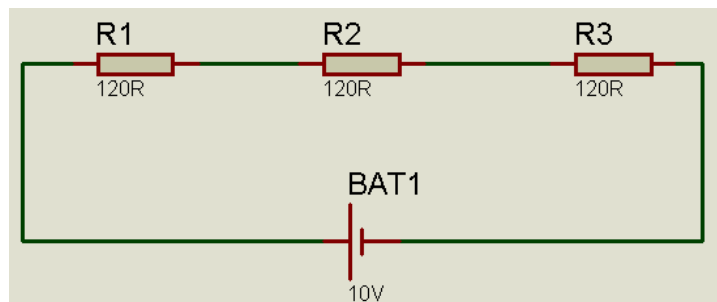


Figura 51: Circuito série de resistores.

Através da figura 51 podemos fazer alguns questionamentos a cerca da 1ª lei de Ohm, como por exemplo, podemos perguntar aos alunos: Qual o valor da corrente nominal (corrente total) do circuito? Para conferir a resposta podemos introduzir um amperímetro e verificar o valor correto da corrente elétrica, observe a figura 52.

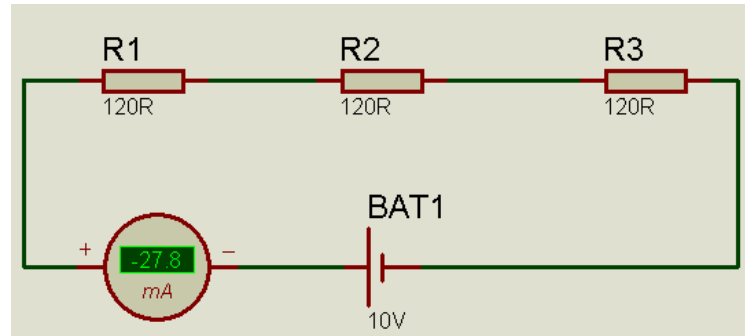


Figura 52: Circuito série de resistores conectados a um amperímetro.

Lembrando que para este exemplo mudamos a escala do amperímetro para miliamperímetro.

Com esse mesmo circuito podemos perguntar aos alunos: Qual o valor da tensão elétrica em cada resistor?

Para verificarmos a resposta podemos introduzir o voltímetro em casa resistor, observe a figura53.

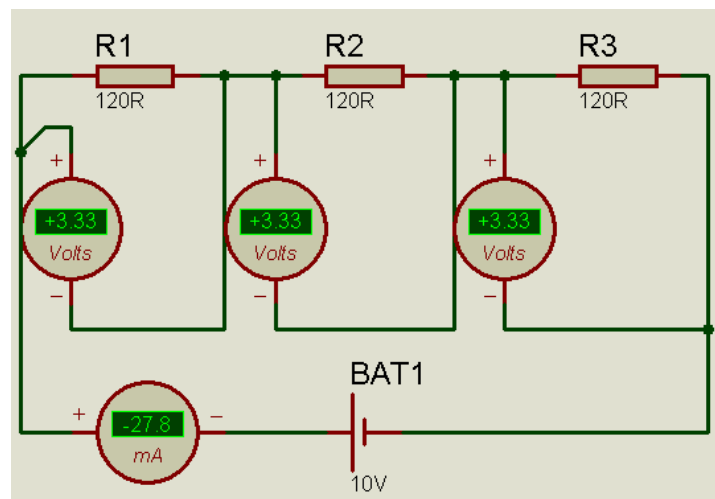


Figura 53: Circuito série de resistores conectados á um amperímetro e um voltímetro.

5.5 Associação de resistores em paralelo e a 1ª lei de Ohm

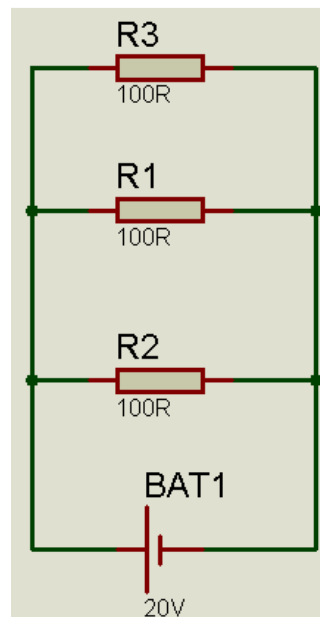


Figura 54: Associação de resistores em paralelo.

Através da figura54 podemos perguntar aos alunos: Qual o valor da corrente total do circuito e da corrente que passa em cada resistor?

Após o questionamento podemos introduzir os amperímetros no circuito e verificar o resultado, observe a figura55.

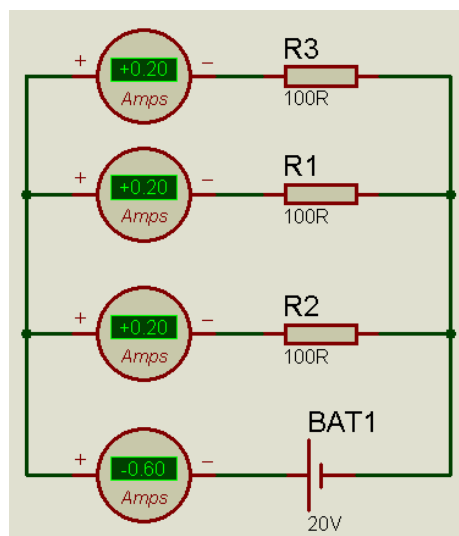


Figura 55: circuito paralelo de resistores conectado a um amperímetro.

Com o mesmo circuito podemos perguntar aos alunos: Qual o valor da tensão de cada resistor? Para verificar a resposta observemos a figura 56.

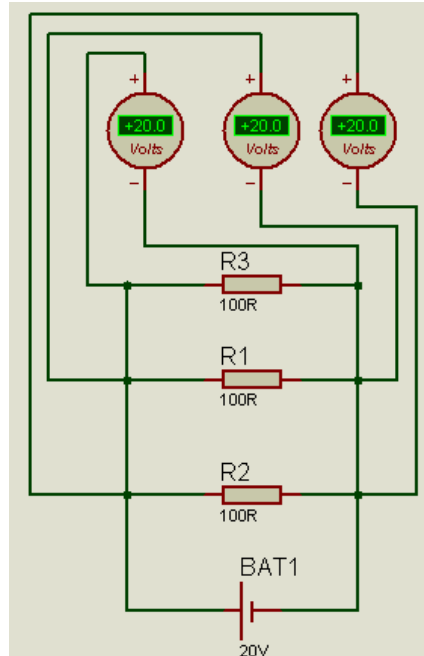


Figura 56: Associação de resistores em paralelo conectados a um volímetro.

5.6 O capacitor

Muitos professores ensinam aos alunos que o capacitor serve para armazenar cargas elétricas, mas dificilmente vemos a finalidade do capacitor dentro de um circuito, abaixo faremos um breve comentário sobre o capacitor e em seguida mostraremos três funções importantes do capacitor para um circuito elétrico.

5.6.1 Capacitor como armazenador de cargas

Os capacitores são utilizados normalmente para o armazenamento de cargas, ou como filtros. É importante que o professor conheça bem o funcionamento de um capacitor, pois, durante as aulas ficará mais fácil mostrar o funcionamento do mesmo, de maneira rápido e simples, no primeiro exemplo será mostrado o capacitor como armazenador de cargas.

Para encontrarmos o capacitor, basta clicarmos na letra P, e digitar o nome capacitor (capacitors), existe um sub-categoria (Sub-category) que irá disponibilizar o tipo de capacitor a ser trabalhado, seja cerâmica, eletrolítico, poliéster, etc. Para este exemplo será utilizado um capacitor eletrolítico, que é o mais conhecido usualmente e encontrado em qualquer circuito elétrico.

Observe a figura57, do lado direito da figura podemos visualizar o símbolo do capacitor e sua polaridade, basta adicionarmos na área em branco.

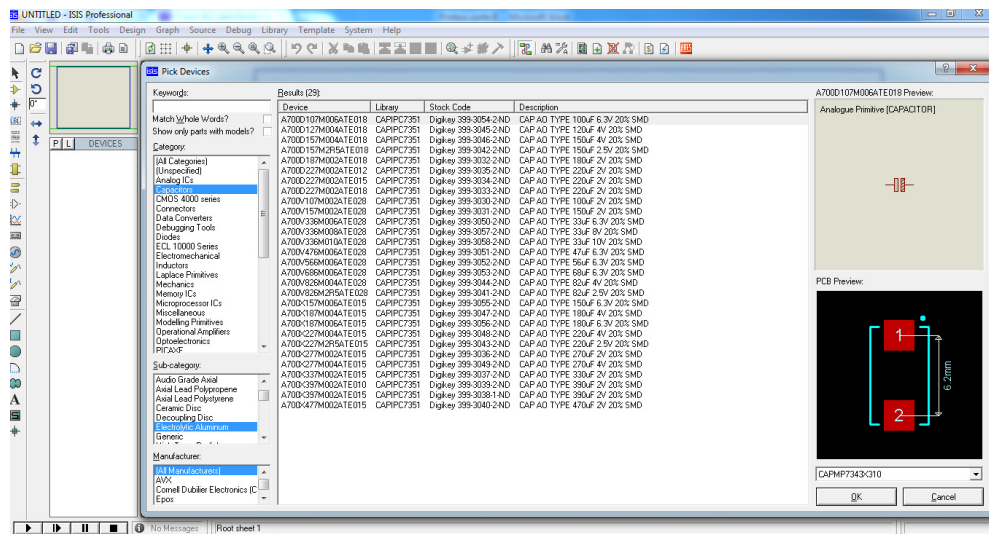


Figura 57: Inserindo um capacitor.

O próximo passo será adicionar um consumidor elétrico. Para nosso exemplo adicionaremos um Diodo Emissor de Luz (LED), clicando na letra P digitando o nome LED. Escolheremos o LED de cor Amarela [animated LED model (Yellow)].

Para podermos controlar a carga do capacitor colocaremos uma chave (BUTTON), basta clicarmos na letra P e digitarmos o nome Button, aparecerá alguns exemplos de chaves, escolhemos a chave SPST Push Button, basta adicionarmos a área em branca novamente.

Por ultimo será adicionado ao circuito uma fonte de alimentação basta clicarmos na letra P e digitarmos o nome Battery (bateria), novamente irá aparecer uma lista de baterias, escolhemos a DC Voltage Source, a figura58 demonstra a ligação adequada para o funcionamento do capacitor como armazenador de cargas.

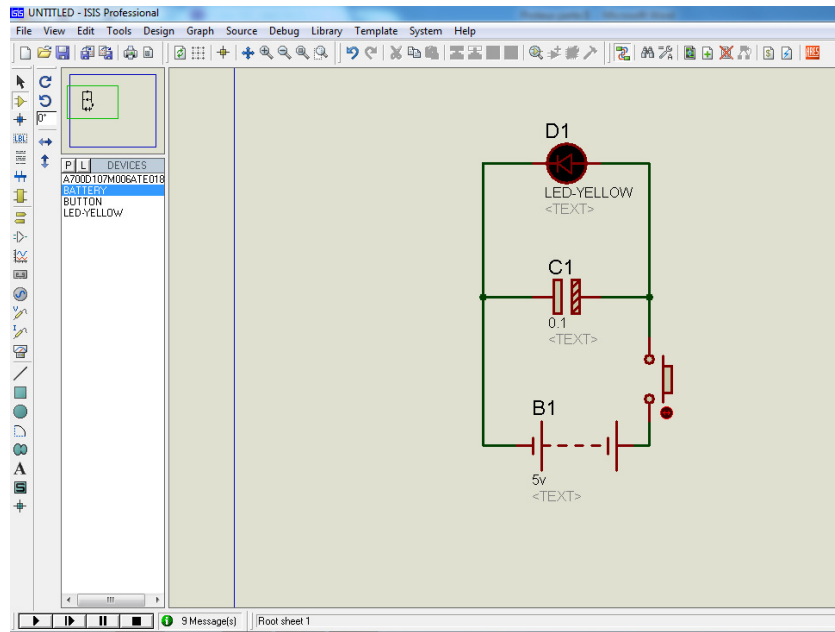


Figura 58: Capacitor armazenando cargas.

É preciso tomar “cuidado” com a polaridade do LED, já que o terminal da seta representa o material p, denominado ânodo do diodo, enquanto o terminal da barra representa o material n, denominado de cátodo do diodo, logo o terminal positivo da bateria deverá ser ligado no terminal da seta denominado de ânodo, se invertermos a ligação o LED entrará em bloqueio e não funcionará no circuito, a figura58 mostra a maneira correta de ligar os componentes.

Para o capacitor foi utilizada uma capacitância de 0.1 Faraday, e na bateria uma tensão de 5V, para escolher esses valores basta clicar nos componente e mudar o valor, a escolha desses números foi realizada de tal modo para que o LED apagassem em um tempo satisfatório.

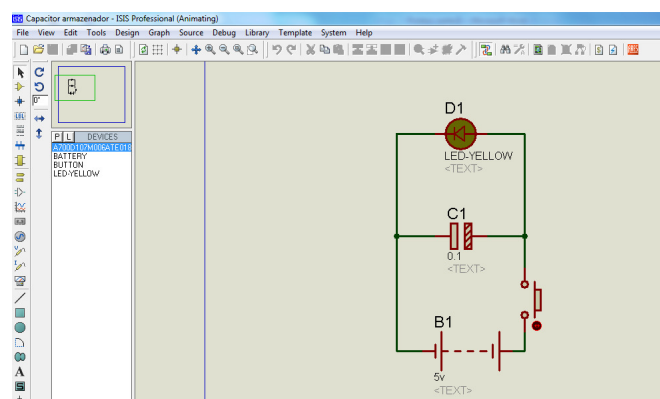


Figura 59: Carga de um capacitor em simulação.

Para visualizarmos o funcionamento do circuito basta darmos play na simulação, se clicarmos no botão veremos que o LED irá acender e depois de um tempo ele começará a

apagar como mostra a figura59, isso ocorre pelo do fato da bateria e o LED estarem ligados em paralelo com a bateria, ou seja, o capacitor é carregado quando pressionamos o botão, quando o botão está na função off a bateria é desligada, ficando o LED ligado com as cargas armazenadas pelo capacitor, como o LED é um consumidor elétrico irá consumir as cargas acumuladas pelo capacitor, quando o capacitor descarregar o LED apagará.

5.6.2 Carga e descarga de um capacitor

Com o mesmo exemplo anterior é possível observarmos, o capacitor carregando e descarregando basta ligarmos um voltímetro em paralelo com o capacitor. Observe a figura60.

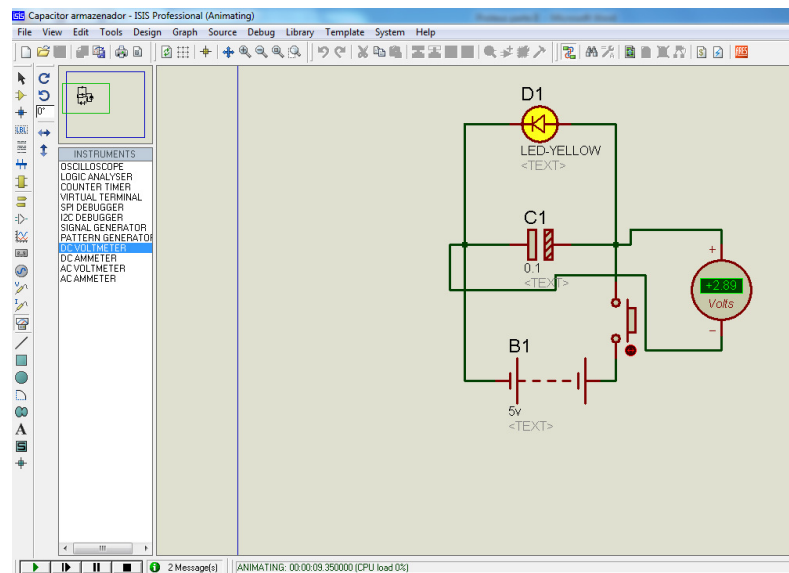


Figura 60: Carga e descarga de um capacitor.

Enquanto a chave estiver ligada o capacitor terá a mesma tensão da bateria, quando a chave é desligada a bateria não fornecerá mais tensão nem para o capacitor, nem para o LED, como o LED é um consumidor elétrico, logo o capacitor fará o papel da bateria, na medida que o tempo passa o capacitor vai descarregando, podendo ser carregado novamente se a chave for acionada.

5.6.3 Capacitor como filtro

A capacidade de armazenamento do capacitor é usada para obter-se bons efeitos em filtros. Após uma retificação de uma onda Alternada para uma onda contínua, o resultado não é uma corrente contínua constante, e sim pulsante, o capacitor como filtro e irá ceifar uma onda contínua pulsante tornando essa onda contínua constante.

A figura a baixo nos mostra o funcionamento de um capacitor como filtro, é possível visualizarmos através do osciloscópio esse fenômeno.

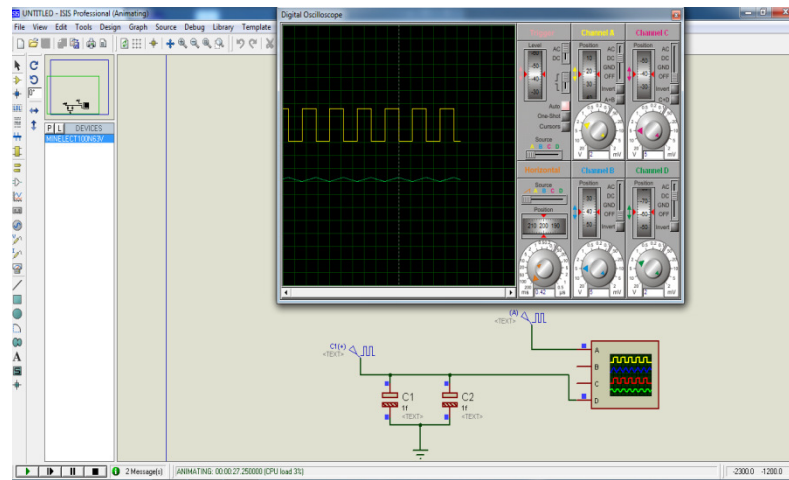


Figura 61: Exemplo de um capacitor como filtro.

Para este exemplo foi utilizado dois capacitores de valor um Faraday, um osciloscópio, e duas ondas quadradas, na entrada A (canal A) do osciloscópio foi colocada diretamente a onda quadrada (Dclock), e na entrada D (canal D) outra onda quadrada (Dclock), mas dessa vez passando por dois capacitores em paralelo cada um de um Faraday, é possível visualizar que o desenho do canal D não é o mesmo no canal A, uma vez que o capacitor ceifou a onda quadrada tentando transformá-la em uma onda constante, que seria representada por uma reta. Fica a critério a utilização de mais capacitores em paralelo.

A onda quadrada pode ser encontrada na lateral esquerda da tela do software, observe a figura.

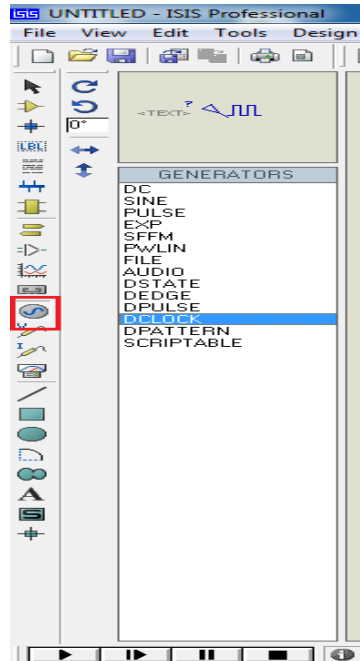


Figura 62: Inserindo um pulso de onda quadrada.

O quadro vermelho da figura indica corretamente o local onde pode ser encontrado o pulso de onda quadrada utilizado no exemplo.

Da mesma forma que associamos os resistores em série e em paralelo com os instrumentos de medida podemos proceder da mesma maneira para os capacitores, e fazer as mesmas observações.

6.0 Manual do Professor

Tendo em vista que muitas vezes um texto escrito não corresponde com a prática do professor, criamos o manual do professor. Todas as propostas aqui apresentadas para aulas de circuito elétrico, utilizando o software Proteus, foram inseridas dentro deste manual, através de textos e de vídeos com o intuito de ajudar o professor a construir as aulas sobre os diversos assuntos abordados em circuitos elétricos. Como podemos observar, este manual é dinâmico, uma vez que é possível trabalhar com diversos componentes passíveis deste tipo de assunto.

6.1 Ferramenta utilizada para criar o manual do professor

O manual foi criado no Adobe Flash Professional CS5.5, que é um ambiente de criação perfeito para produzir diversos tipos de conteúdos animados e interativo para softwares. A figura 63 ilustra a tela inicial do software.

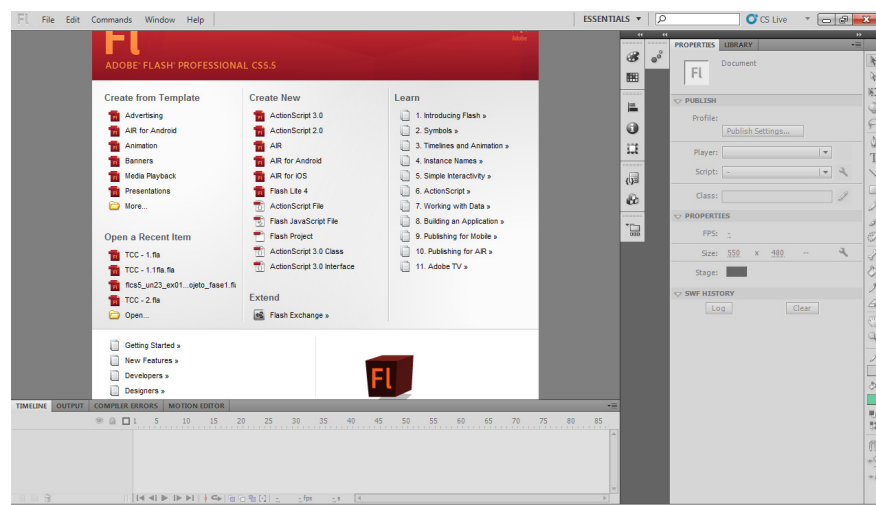


Figura 63: Tela inicial do Adobe Flash Professional 5.5.

6.2 Apresentando o manual do Professor

No manual podemos encontrar os conteúdos e vídeo aulas ensinando a construir as propostas de aulas que foram abordadas nesta pesquisa. A figura a seguir apresenta o manual do professor.

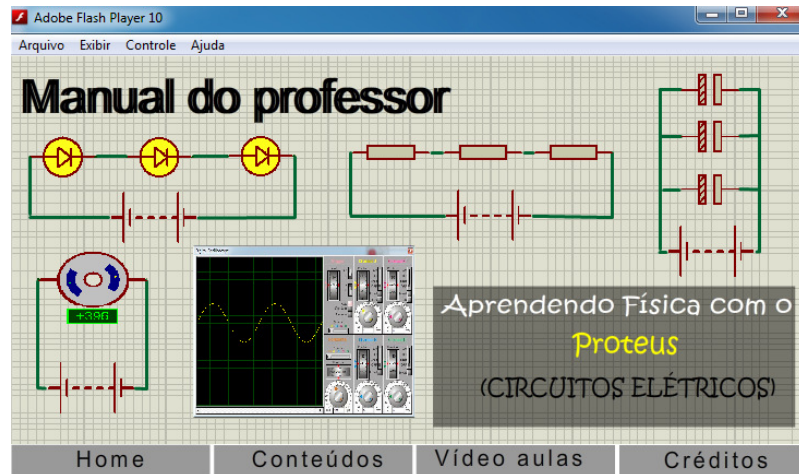


Figura 64: Tela inicial do Manual do Professor

Como podemos ver na figura 64 o manual possui características simples de fácil entendimento, podemos encontrar os conteúdos e as vídeos aulas sem dificuldade. A figura 65 nos mostra as páginas de conteúdos.

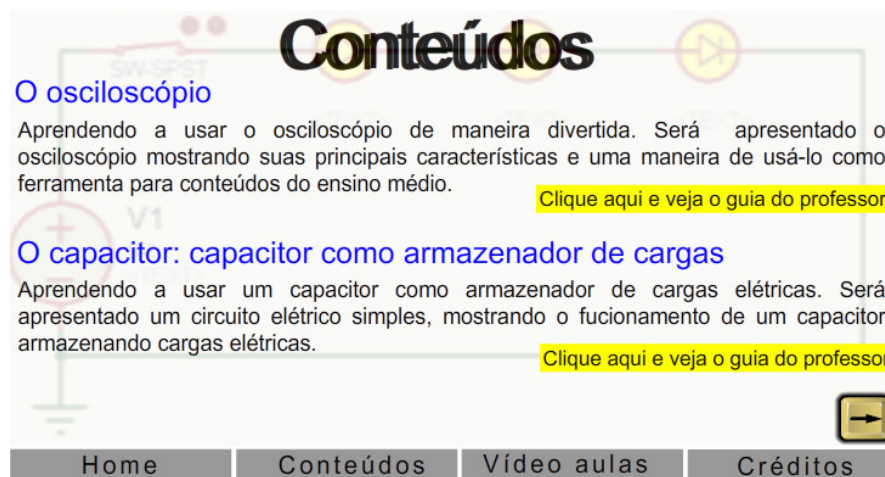


Figura 65: Página de conteúdos

Dentro da página de conteúdos podemos escolher o conteúdo que queremos trabalhar em sala de aula, para isto basta clicarmos no botão (clique aqui e veja o guia do professor), conforme mostra a figura 65, ao clicarmos no botão abrirá uma tela como mostra a figura 66.

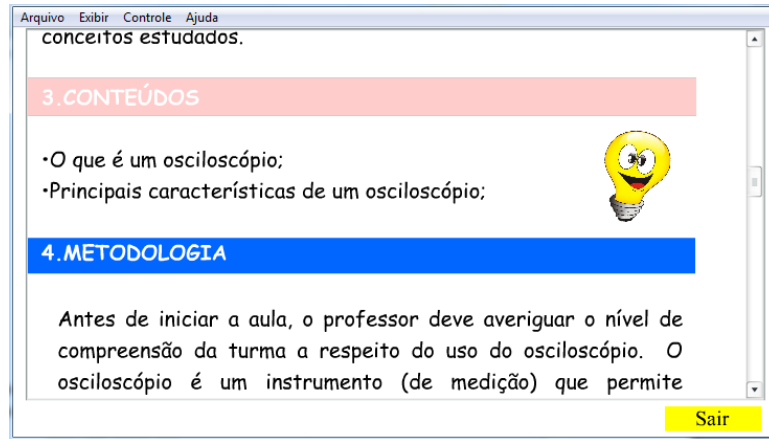


Figura 66: Guia do professor

Da mesma forma, podemos clicar no botão de vídeo aulas, indo para essa página de vídeo, conforme a figura 67.

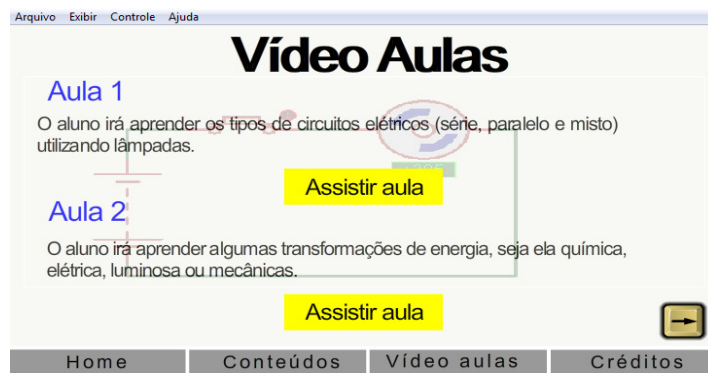


Figura 67: Página de vídeo aula

Conclusões

É notável a dificuldade que alguns alunos encontram em compreender os circuitos elétricos; isso decorre muitas vezes dos professores utilizarem meios abstratos, como o quadro branco, para representar um circuito elétrico, fazendo com que os alunos tenham certas dificuldades em compreender o conteúdo e acompanhá-lo, típico de um ensino tradicional.

A necessidade de programar algo novo, capaz de suprir essas e outras dificuldades, sempre foi e será a bandeira de condução para quem acredita em mudanças. Neste trabalho monográfico, propomos e discutimos sobre um simulador computacional, Proteus 7.8 SP2 (UNTITLED – ISIS Professional), para aplicação em sala de aula. Como mostramos no capítulo cinco podemos notar que o software PROTEUS mostra-se bastante conveniente para o ensino de circuitos elétricos, pois oferece valores e medidas reais, o que facilita as aulas de circuitos elétricos. Além disso, o professor pode acompanhar os alunos durante a montagem e análise dos circuitos, trabalhando os conteúdos teóricos de forma prática.

O simulador computacional PROTEUS foi descrito apenas para aulas de ensino médio; o mesmo abrange outros assuntos que podem ser trabalhados caso o professor deseje. Durante a descrição do software, é possível visualizarmos as simbologias de cada componente, as mesmas utilizadas nos livros didáticos, o que não irá fugir da realidade do aluno. No simulador também é possível mostrar a utilização de gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico, como por exemplo, a lei de Ohm, que pode ser construída junto ao aluno, de forma bastante simples.

Com o PROTEUS o professor, durante as aulas, pode despertar o interesse dos alunos, construindo circuitos mais complexos com o intuito de identificar a situação Física do problema, ou até mesmo fazer previsões dos valores que podem ser obtidos, sabendo que poderá verificar se está ou não correto.

A título de conclusão ressaltamos que, ao propormos o uso de recursos computacionais no ensino de circuitos, não estamos excluindo o laboratório didático de Física; pelo contrário, estamos buscando novas situações, complementares a ele, que propiciem aos alunos oportunidades de interação com representações dinâmicas, que favoreçam a exploração dos fenômenos de natureza dinâmica presentes nesses circuitos. Também estamos proporcionando

situações que dificilmente seriam exploradas sem os recursos computacionais, como a variação da capacitância durante o processo de carga de um capacitor, além de efeitos mais simples incrementados nos circuitos em série, paralelo ou misto, quando usamos lâmpadas, por exemplo. Por fim os alunos poderão colocar em prática os conteúdos estudados em sala, sem se preocupar com erros reais, uma vez que estamos tratando de uma simulação computacional, o que não causará riscos durante a experimentação. No entanto, vale acrescentar que, mesmo se tratando de uma simulação, os alunos encontram respostas reais, as mesmas obtidas com os cálculos teóricos e práticos.

Referências

BELL, Judith. Doing your research project: a guide for the first-time researchers in education and social science. 2. reimpr. Milton Keynes, England: Open University Press, 1989. 145p.

BERMÚDEZ, A.S. Manual do proteus em português, 2005. Site: <http://www.forumnow.com.br/vip/foruns.asp?forum=41935>

BRANSFORD, J. D; BROWN, A. L; COOKING, R. R. (ed). How People learn: Brain, mind, experience and school. Washington: **National Academy Press**, 2000

FIDEL, Raya (1992). **The case study method: a case study**, In: GLAZIER, Jack D. & POWELL, Ronald R. Qualitative research in information management. Englewood, CO: Libraries Unlimited, 238 p. p.37-50

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e aprendizagem das ciências Físicas. **RBEF** vol 25, n. 3 p.259-272, 2003.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: **Atas do XV Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física**. São Paulo : SBF, 2002.

GIORDAN, M. O Computador na Educação em Ciências: Breve Revisão Crítica Acerca de Algumas Formas de Utilização. **Ciência & Educação**, v 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. In: **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo: v.35, n.2, p. 57-63, abril 1995.

GOMES, V.C. o uso de simulações computacionais do efeito fotoelétrico no ensino médio. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, 2011. 11p.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imagenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnetico en alumnos de Física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 95, abr. 1996.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales y aprendizaje de Física em electricidad y magnetismo. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 16, n. 2, p. 289, agosto 1998.

LAPA, J. M. Laboratórios virtuais no ensino de Física: novas veredas didático-pedagógicas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2008. 119p.

LIMA, C.B, FURTADO, A.O. **Avaliação de software educativo para educação profissional: uma abordagem cognitivista.** II ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação. São Paulo, 2011.

LOPES, J. B. **Aprender e ensinar Física.** Fundação Calouste Gulbenkian, Fundação para ciência e tecnologia. Lisboa, 2004.

MARTINS, H.H.T. S. **Metodologia qualitativa de pesquisa.** São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio da pesquisa social.** In: MINAYO, Maria Cecília de Souza; GOMES, Suely Ferreira Deslandes Romeu (orgs.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* 27^a ed. Petrópolis: Vozes, 2008, p.9-29.

RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO. Os Fundamentos da Física, Vol. 03, 7^a Ed. Editora Moderna. 2012.

RESNICK, R. e HALLIDAY, D., Física III, Livros Técnicos e Científicos, 1980.

GUSSOW, Milton. Eletricidade Básica. 2. Ed. Cidade-estado: Editora Makron Books, 1997.

RICHARDSON, R. J et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SANTOS, G. H.; ALVES, L.; MORET, M. A. Modelling: Animações interativas mediando a aprendizagem significativa dos conceitos de Física no ensino médio. Revista científica da escola de administração do exército, v. 2, p. 86-108, 2006.