



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

FABRÍCIO CARVALHO CUNHA

ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
DAS LEIS DE KIRCHHOFF PARA O ENSINO MÉDIO

FORTALEZA

2012

FABRÍCIO CARVALHO CUNHA

ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DAS
LEIS DE KIRCHHOFF PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho Final de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Física da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Física

C978a Cunha, Fabrício Carvalho.
Atividades Práticas para o Processo de Ensino e Aprendizagem das Leis de Kirchhoff para o Ensino Médio / Fabrício Carvalho Cunha. – Fortaleza, 2012.
35 f.: il., enc.; 30 cm.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Departamento de Física, Fortaleza, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Nildo Loiola Dias.

1. Física – Experiências. 2. Leis de Kirchhoff. 3. Aprendizagem Significativa de David Ausubel. 4. Princípios Programáticos. I. Título.

CDD 530.0724

FABRÍCIO CARVALHO CUNHA

ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DAS
LEIS DE KIRCHHOFF PARA O ENSINO MÉDIO

Este Trabalho Final de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Título de Licenciado
em Física da Universidade Federal do Ceará.

Aprovada em: ____, ____, ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Nildo Loiola Dias (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr Marcos Antonio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms Cleuton Freire
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, familiares, amigos e a minha futura esposa, pelo apoio incondicional ao longo destes anos de minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Aos professores (Nildo Loiola Dias, Antonio Gomes de Sousa, Wandenberg Paiva Ferreira, Alexandre Diehl, Alexander King Freire (in memoriam), Paulo de Tarso Cavalcante Freire, Ascânio Dias Araújo, José Evangelista de Carvalho Moreira, Marcos Antonio Araújo Silva e Cleuton Freire) que fazem parte do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará e a professora Luciana de Lima do Instituto UFC Virtual.

Aos meus pais (Francisco Dijacy Pinto Cunha e Sandra Maria Carvalho Cunha).

As minhas irmãs (Maíra Carvalho Cunha e Nayanna Carvalho Cunha).

A minha querida futura esposa (Isabele Gomes de Carvalho) pela dedicação, paciência, amizade e conselhos.

Aos amigos (Rafael Anderson de Sousa, Robney Freitas Fiuza, Marcos Roberto Amâncio Pascoal, Joelma Anastácio, Paulo Victor Paula Loureiro, Danilo Sousa Rocha e Raimundo Ricardo Gabriel dos Santos) do curso de Licenciatura em Física pela amizade e apoio durante minha graduação.

As amizades feitas na Seara da Ciência - Universidade Federal do Ceará e aos professores Marcus Raimundo Vale, Ilde Guedes da Silva, José Evangelista de Carvalho Moreira, Pedro Magalhães e Cleuton Freire.

E a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação.

“Façam as coisas o mais simples possível, mas não se restrinja às mais simples.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Sabemos que geralmente as escolas da rede pública e algumas da rede particular não possuem laboratório didático de física, observamos que isso dificulta um pouco o ensino/aprendizado do aluno. Atualmente a educação esta passando por um processo de mudanças referente à aplicabilidade e à interdisciplinaridade, logo temos que pensar em novas metodologias. Objetivamos mostrar a importância da aula experimental para o processo de ensino e aprendizagem do aluno e, em seguida, implementar um manual de práticas para a realização de aulas com experimentos sobre as Leis de Kirchhoff. O material utilizado foram resistores, multímetro, fios para ligação, pilhas, placas de fenolite, percloroeto de ferro, dentre outros. Para a conclusão do projeto, inserimos nas aulas teórica e experimental alguns dos princípios programáticos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Os princípios contemplados foram a diferenciação progressiva na aula teórica e a consolidação na aula prática. Antes destas atividades propostas, trabalhamos com os organizadores prévios para acionar os subsunçores dos discentes através de questionamentos realizados antes das aulas. Os estudantes postos em contato com este tipo de aula, ou seja, utilizando os princípios programáticos e atividades experimentais, apresentaram um maior entusiasmo em relação aos que não são postos.

Palavras-Chave: Leis de Kirchhoff, Aprendizagem Significativa, Princípios Programáticos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Apresentação da Monografia.....	13
Figura 2. Princípios Programáticos.....	18
Figura 3. Classificação de <i>Softwares</i>	20
Figura 4. Circuito com várias malhas e nós.....	21
Figura 5. Lei dos Nós.....	22
Figura 6. Classificação de <i>Softwares</i>	22
Figura 7. Circuito Simples.....	24
Figura 8. Circuito Complexo.....	24
Figura 9. Características do <i>Software</i> Educativo.....	24
Figura 10. <i>Software</i> Circuitos Simples.....	25
Figura 11. Mapa Conceitual.....	26
Figura 12. Placa de Circuito Impresso com Resistores.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	
2.1 Uma “nova” proposta metodológica para o ensino de física.....	11
2.2 Estratégia para atender a diversidade da sala de aula.....	12
2.3 O vínculo intrínseco entre a física experimental e teórica.....	12
2.4 Aprendizagem significativa de David Ausubel aplicado ao ensino de física.....	14
2.5 A utilização de tecnologias digitais no ensino de física.....	16
2.6 Livro PSSC (Physical Science Study Committee).....	17
2.7 Leis de Kirchhoff.....	18
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
3.1 Aula Teórica.....	20
3.2 Aula Prática.....	23
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	24
5. CONCLUSÕES.....	24
REFERÊNCIAS.....	27
APÊNDICES.....	29
ANEXOS.....	32

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, iremos propor atividades práticas para auxiliar no ensino e aprendizagem das leis de Kirchhoff para alunos do ensino médio, mostrando sua importância nos dias atuais. Faremos uma fusão de aulas teóricas e experimentais para que haja um complemento entre estes dois tipos, pois sabemos que a segunda está intrinsecamente ligada à primeira.

Sabedores do consenso entre os professores de física que a utilização de experimentos é uma técnica que atrai os alunos, resolvemos prover algo neste sentido. O uso de experimentos pode ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar Física. De acordo com nossa experiência, quando o professor introduz os experimentos em uma sala de aula comum, ele se vê frente a um novo comportamento dos alunos: mais interessados e participativos. Neste momento ele poderá fazer a opção por uma determinada didática que inclua o uso de experimentos. (QUIRINO e LAVARDA, 2001)

Temos observado que o material didático para os alunos tem se tornado um problema, principalmente da rede pública, pois alguns não explicam corretamente os fenômenos físicos mencionados ou mesmo, não abordam com propriedade alguns conteúdos importantes para o cotidiano das pessoas. Sugerimos uma coleção de livros idealizado e utilizados na década de 60 do século passado. Apesar de ter se passado muito tempo desde seu lançamento até os dias atuais, seu conteúdo não se perdeu e nem se desatualizou totalmente. Fizemos esta escolha, pois o mesmo aborda detalhadamente diversos conceitos e também por ser um livro de fácil aquisição, tendo em vista seu baixo preço de mercado.

O PSSC é um projeto de renovação do currículo de física do Ensino Médio, iniciado em 1956, cuja primeira edição foi publicada em 1960, pela D.C. Heath & Co., e sua tradução para o português, em 1963, pela Editora Universidade de Brasília. Não era, simplesmente, um novo livro de física para a escola média. Era um projeto curricular completo, com materiais instrucionais educativos inovadores e uma filosofia de ensino de física, destacando procedimentos físicos e a estrutura. (PENA)

Utilizaremos também as tecnologias digitais nos moldes da educação atual devido a sua importância, e a mesma voltada diretamente para o ensino de física.

No que concerne ao ensino da Física, todas as séries apresentam tópicos que envolvem conceitos técnicos e cálculos, onde as situações virtuais criadas no computador oferecem importante auxílio à aprendizagem de tais conceitos. (NOGUEIRA)

Queremos implementar um manual de prática para a realização de uma aula experimental sobre as Lei dos Nós e das Malhas logo após a aula teórica, aplicando os

Princípios Programáticos de Ausubel nas atividades teóricas e experimentais deste projeto.

De acordo com a abordagem Ausubeliana, uma das condições fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa e que novas informações devem relacionar-se, de alguma forma, com um elemento relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo [Moreira (1983a)], ou seja, as novas informações devem fazer sentido para o indivíduo. Indivíduos diferentes terão subsunçores diferentes, portanto, para que os mesmos obtenham aprendizagem significativa sobre um determinado tema, as informações a eles oferecidas devem ser diferentes. (NOGUEIRA).

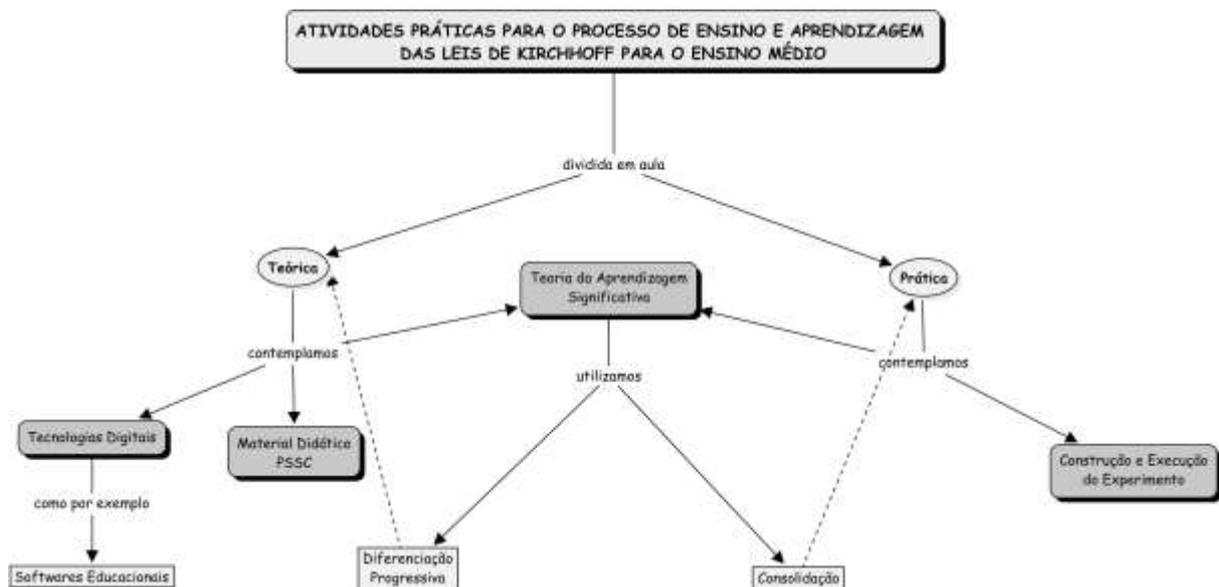


Figura 1 - Apresentação da Monografia

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Uma “nova” proposta metodológica para o ensino de física

Atualmente a grande maioria dos professores segue a tendência de aulas puramente expositivas e não conectadas ao nosso cotidiano. Isso se deve ao fato de grande parte dos profissionais não ter tido uma formação específica durante a graduação. Também não podemos deixar de mencionar que muitas escolas são desprovidas de laboratórios de física ou não os utilizam por diversos motivos. Sabemos que as práticas na disciplina de física em sala de aula são extremamente limitadas, não por falta de literatura, mas por falta de preparação, interesse dos professores e pelos motivos citados anteriormente relacionados às escolas. A literatura aponta que a utilização de experimentos vinculada às aulas teóricas ajuda a fixar o conteúdo visto em sala de aula.

2.2 Estratégia para atender a diversidade da sala de aula

Um conhecimento maior da sala de aula permite ao docente desenvolver experiências que atendam a cada tipo específico de aluno, isso ajudará bastante no aprendizado do mesmo. A forma diferenciada de níveis de explicações durante a aula ajudará mais a absorção dos conteúdos pelos discentes, pois a psicologia mostra que existem vários tipos de personalidades e comportamentos. Logo a seguir citaremos alguns tipos de personalidades definido pelo professor Nelson Mariz de Lyra. São eles: perfeccionista ou empreendedor, dador ou prestimoso/prestativo, “desempenhador” ou bem-sucedido, romântico ou individualista ou original, observador, patrulheiro ou protetor ou legista, epicurista ou sonhador ou generalista, patrão ou confrontador e mediador ou “preservacionista” ou pacificador.

Não poderá haver separação, distinção ou exclusão dentro da turma. Sabemos que existem alunos com um grau de dificuldade maior que outros, ou seja, os mesmos terão que ter um acompanhamento diferente. A aceitação desta forma de ensino está vinculada diretamente ao professor, pois ele é quem planeja, executa o plano de aula, avalia os processos e compara os resultados obtidos pelo grupo de estudantes.

Cabe a ele desenvolver metodologias inovadoras, orientando os alunos de forma clara, adequando os materiais utilizados, organizando o conteúdo programático e fazendo um paralelo com o nosso cotidiano, ou seja, inserindo a interdisciplinaridade no contexto educacional.

2.3 O vínculo intrínseco entre a física experimental e teórica

Sabemos que geralmente nas escolas de Ensino Fundamental e Médio da rede pública no Estado do Ceará, os alunos cursam a disciplina de Física de uma forma puramente teórica. Em assuntos relacionados à eletricidade quando não explicado com a utilização de experimentos, possivelmente acontecerá dos alunos não absorverem totalmente o conteúdo visto em sala de aula. Devido a este formato, e em conjunto com outros problemas enfrentados pelas escolas aumentam as dificuldades no processo ensino-aprendizagem. Faz alguns anos, a literatura da área vem apontando propostas que orientam para o uso do laboratório didático com uso de materiais de baixo custo e fácil acesso e em alguns outros casos, laboratórios virtuais. Tal escolha se baseia no fato do primeiro não exigir um espaço físico específico, podendo ser estruturado com a colaboração dos alunos, abrindo

possibilidades ilimitadas no que tange a preparação de atividades práticas. Via de regra, este tipo de laboratório envolve a produção e realização de experimentos simples que explicam fenômenos do nosso cotidiano e mostram a importância da Física na sociedade moderna.

A aprendizagem dos estudantes é maximizada quando os mesmos observam que a prática está intrinsecamente ligada à teoria e a utilizam como uma excelente forma para assimilar os conteúdos.

Existem várias maneiras diferentes de desenvolver pedagogicamente um experimento, a seguir citaremos algumas. Elas melhoram a compreensão por parte dos alunos, pois eles assimilam mais profundamente a experimentação vista.

Podemos citar dois tipos de experimentos que são realizados comumente nas salas de aulas ou em laboratórios:

- a) Experimentos quantitativos (estes se importam com a análise dos dados e podem ser realizadas por meio de práticas experimentais completas);
- b) Experimentos qualitativos (são apenas demonstrativos, não objetivando a análise dos dados e resultados);

Ambos podem ser realizados por professores e alunos, mas o grau de aprendizado é maior quando o estudante participa ativamente da atividade, ou seja, manuseia todos os materiais necessários para a realização da prática. Isso se deve ao fato dos mesmos refletirem durante cada momento da execução dos experimentos.

Outra forma de abordar a experimentação consiste na confecção dos experimentos pelos próprios alunos. Isso pode ser feito de duas formas diferentes, ou seja, o discente desenvolve a atividade com o material disponibilizado pelo professor ou pesquisando e construindo seus próprios materiais experimentais. A última forma geralmente é a mais complicada de executar. Alguns profissionais alegam que esta abordagem requer bastante tempo, ou seja, algo que os mesmos não têm. Porém, ao longo do tempo, temos visto que o nível de assimilação do conhecimento é maior, pois os alunos participam de todos os momentos da realização da prática (da pesquisa, construção, montagem e execução).

Podemos também citar os experimentos que objetivam a aplicabilidade no cotidiano. Eles têm surgido devido ao “modelo” de educação atual. A aceitação por partes dos estudantes é excelente, tendo em vista que a maioria deles insiste que a disciplina de física é e sempre será puramente teórica. Esta forma de experimentação é de fácil acesso e como citado no início, não necessita de um espaço físico específico para realização da prática.

Devido às atividades práticas, há uma grande motivação dos alunos a não permanecer somente na parte teórica e conceitual da física, mas partindo para a

experimentação, tendendo a uni-las. A prática enriquece muito o conhecimento dos alunos, tendo em vista que os mesmos fazem a correlação entre os dois tipos de abordagem (teórica e experimental).

As demonstrações práticas funcionam como ferramentas que merecem mais exploração atendendo, inclusive as propostas apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para este nível de ensino.

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a idéia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes. (Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN)

As observações iniciais têm indicado que os estudantes participantes desta iniciativa apresentam maior interesse na busca de explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados, o que nos leva a destacar os seguintes aspectos: é possível ensinar física por meio de experimentos e a simples utilização de demonstrações práticas aumenta o interesse do aluno para o aprendizado.

2.4 Aprendizagem significativa de David Ausubel aplicado ao ensino de física

A Teoria da Aprendizagem Significativa proposta e desenvolvida por David Ausubel nos afirma que a aprendizagem ocorre através dos conhecimentos que os indivíduos possuem. Estes conhecimentos prévios modificaram quando os mesmos receberem novos conhecimentos. Segundo Ausubel, “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (Ausubel, Novak e Hanesian, 1983).

Esta aprendizagem se processa quando um novo conhecimento se funde ao anterior, conhecido como subsunçor. Estas novas informações são relacionadas diretamente ao conhecimento prévio, a fim de organizar outros conhecimentos. A consequência disso é uma

aprendizagem significativa, pois ambos estarão relacionados.

Sua teoria é construtivista e o papel da interação professor aluno, sem dúvida é importante, para que, a partir dos subsunçores que o aluno possui construir novos subsunçores ou modificar os velhos. A aprendizagem é dinâmica, pois ela é uma interação entre aluno e professor, a partir do conhecimento prévio que o aluno tem. (MEES, sem data)

Já na aprendizagem mecânica não existe uma relação direta com os subsunçores dos alunos. O ensino é feito mecanicamente através, por exemplo, do ensino de conceitos, teorias e exercícios, sem se importar com os conteúdos estudados anteriormente e sem integrar toda a disciplina. A estratégia utilizada por Ausubel é a utilização dos organizadores prévios.

Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados a um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade que o conteúdo do material instrucional a ser aprendido proposto por David P. Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa. Eles se destinam a servir como pontes cognitivas entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber para que possa aprender significativamente o novo conteúdo. Ausubel propõe os organizadores prévios como a estratégia mais eficaz para facilitar a aprendizagem significativa quando o aluno não dispõe, em sua estrutura cognitiva, dos conceitos relevantes para a aprendizagem de um determinado tópico.

Os organizadores prévios não devem ser confundidos com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material que se segue, simplesmente enfatizando os pontos principais desse material. Na concepção ausubeliana, os organizadores prévios destinam-se a facilitar a aprendizagem de um tópico específico. Por outro lado, os materiais introdutórios construídos para este estudo, são denominados pseudoorganizadores prévios, porque se destinam a facilitar a aprendizagem de uma unidade. (SOUZA & MOREIRA, 1981)



Figura 2 - Princípios Programáticos

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são outros dois processos desenvolvidos por Ausubel. O primeiro refere-se ao desenvolvimento de conceitos específicos a partir de conceitos gerais. Já o segundo é o inverso do primeiro, ou seja, desenvolvimento de conceitos gerais a partir de específicos. Alternativa também viável que Ausubel propõe em um planejamento de ensino é a utilização dos mapas conceituais.

De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. (MOREIRA, 2005)

A seguir citaremos os dois últimos princípios programáticos desenvolvidos por Ausubel em sua Teoria da Aprendizagem Significativa que deverão existir em uma programação de ensino. São eles, organização sequencial e consolidação.

A organização sequencial, como princípio a ser observado na programação do conteúdo com fins instrucionais, consiste em seqüenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quanto possível (observados os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente existentes entre eles na matéria de ensino.

A consolidação como quarto princípio programático de um ensino objetivando a aprendizagem significativa leva a insistir no domínio (respeitada a progressividade da aprendizagem significativa) do que está sendo estudado antes de introduzir-se novos conhecimentos. É uma decorrência natural da premissa de que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem subsequente. (MOREIRA, 2005)

2.5 A utilização de tecnologias digitais no ensino de física

Sabemos que os *softwares* educacionais se dividem em educativos e aplicativos. O primeiro é concebido exclusivamente voltado para a educação. Já o segundo tem caráter geral e pode ser inserido no contexto educacional, porém essa não é sua exclusividade.

Temos observado que a cada ano as escolas brasileiras estão investindo nas “novas” Tecnologias Digitais (TD), por exemplo, um excelente instrumento versátil e ótimo para medir grandezas que envolva tempo é o computador. Isso é importante, pois com essa iniciativa, metodologias novas podem ser aplicadas para aumentar o interesse do aluno pelo ensino/aprendizagem. Como consequência, os professores tendem a se capacitar e desenvolver alternativas com essas TD (computador, *Web Cam*, máquina fotográfica, celular, aparelho de MP3 e MP4, dentre outros).

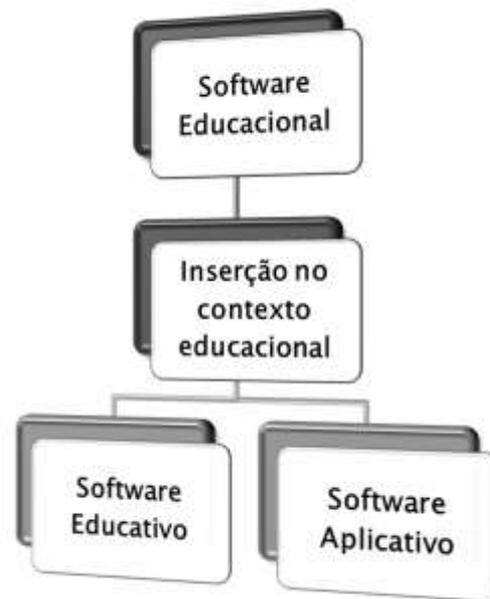


Figura 3 - Classificação de *Softwares*

2.6 Livro PSSC (Physical Science Study Committee)

Este material didático é importante, pois os alunos ganharão mais conhecimento teórico sobre os assuntos abordados. Além da teoria, este material oferece um acervo experimental grande. Este material quebrou os paradigmas na época de seu lançamento, pois até então os livros de física apresentavam muita matematização e praticamente não existia a aplicação desta ciência com o cotidiano dos alunos. Este livro veio de um projeto que envolvia materiais com diferentes abordagens, ou seja, livros voltados para: alunos, professores, experimentos, etc. O projeto PSSC se constituiu como um método revolucionário para a época, utilizando uma linguagem diferenciada e moderna e principalmente inserindo partes conceituais sobre aplicações da física no cotidiano das pessoas.

A ideia básica buscava a participação dos alunos, buscando uma interação entre eles com a experimentação, desenvolvimento teórico, mostrando uma forma diferenciada de observar a disciplina de física. O mesmo enfatiza os fundamentos da física, fazendo com que o conteúdo seja mais palpável aos alunos. Ele utiliza diversos meios para este fim, tais como experimentos, filmes e leituras complementares. O livro incentiva ativamente a participação do discente, pois promove discussões a cerca de exercícios conceituais e principalmente manipulação experimental. Este último é de grande importância para o desenvolvimento do nosso projeto. O material é um pouco complexo, no sentido de que a parte conceitual é bem consistente e por isso é bem mais atrativo aos estudantes que tenham interesse em aprofundar seus conhecimentos. Sugerimos este livro pelos benefícios citados anteriormente e também

pelo seu baixo valor no mercado, pois o mesmo é bastante antigo (década de 60). Este material saiu de circulação e não é mais produzido por nenhuma editora, porem o mesmo pode ser adquirido facilmente na internet.

2.7 Leis de Kirchhoff

As Leis de Kirchhoff (Leis dos Nós e Lei das Malhas) foram formuladas na análise de circuitos elétricos em 1845 por Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) baseando-se no princípio da conservação da energia, no princípio de conservação da carga elétrica e no fato do potencial elétrico ter sempre o valor original após qualquer percurso em uma trajetória fechada.

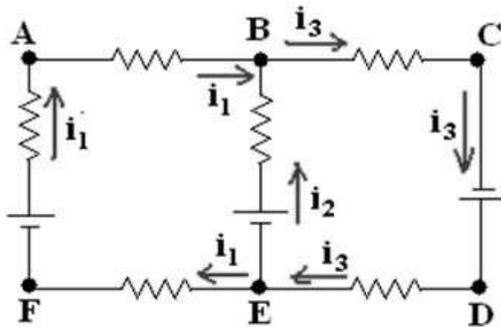


Figura 4 - Circuito com várias malhas e nós

Estas leis são utilizadas em circuitos elétricos (geralmente complexos). Podemos citar alguns exemplos, tais como: circuitos com mais de uma fonte, de resistores estando em série ou em paralelo.

Para compreendê-las melhor, iremos definir o que são Nós e Malhas.

- Nó: é um ponto onde três (ou mais) condutores são ligados.
- Malha: é qualquer caminho condutor fechado.

Analisando a figura 1, vemos que os pontos B e E são nós, mas A, C, D e F não são. Podemos identificar neste circuito 3 malhas definidas pelos pontos: ACDF, ABEFA e BCDEB.

2.7.1 Lei dos Nós

Em um nó, a soma das intensidades de corrente que chegam é igual à soma das intensidades de corrente que saem.

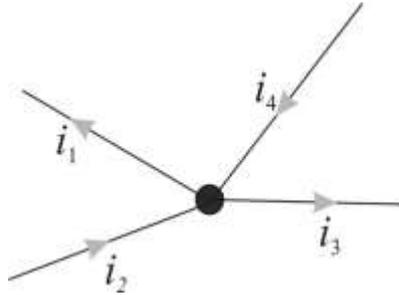


Figura 5 - Lei dos Nós

Logo, pela figura podemos concluir que:

$$i_2 + i_4 = i_1 + i_3 \quad (1)$$

2.7.2 Lei das Malhas

Percorrendo-se uma malha num certo sentido, partindo-se e chegando-se ao mesmo ponto, a soma algébrica das diferenças de potenciais é nula.

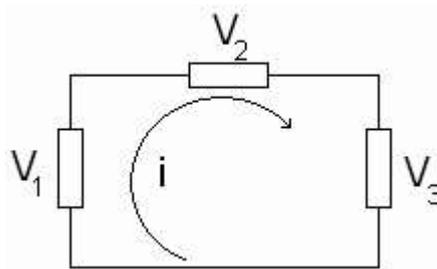


Figura 6 - Lei das Malhas

Logo, pela figura podemos concluir que:

$$V_1 + V_2 + V_3 = 0 \quad (2)$$

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Procuramos investigar as motivações dos alunos quando do uso de atividades práticas elaboradas com este tipo de material. Iremos utilizar neste projeto a Teoria desenvolvida por David Ausubel, onde diz que a aprendizagem tem que ser significativa.

Na aula teórica e experimental utilizamos alguns dos princípios programáticos de Ausubel, pois queríamos implementar algum tipo de teoria de aprendizagem e achamos

conveniente aplicar a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Os princípios contemplados foram a diferenciação progressiva e a consolidação. O primeiro na aula teórica e o segundo na aula prática.

Iniciamos nosso projeto com os organizadores prévios dos alunos, fazendo alguns questionamentos para acionar os subsunçores dos mesmos. Em seguida ministramos aulas teóricas inserindo a diferenciação progressiva. A consolidação foi contemplada com a aula experimental do conteúdo abordado nas aulas teóricas.

3.1 Aula Teórica

O conteúdo abordado foi sobre as Leis de Kirchhoff e a Lei de Pouilliet. Complementando a teoria já utilizada no projeto, contemplamos também a teoria de aprendizagem construtivista interacionista cognitivista, pois o aluno participa ativamente da execução das atividades (teórico e experimental) e o professor é o mediador no processo de aprendizagem do aluno.

3.1.1 Organizadores Prévios

Fizemos inicialmente um questionamento prévio contendo perguntas referentes ao conteúdo da aula teórica a fim de observar o nível de conhecimento dos alunos no assunto abordado e acionar os subsunçores dos mesmos. Em seguida discutimos a respeito de cada questão, a fim de esclarecer todas as suas possíveis dúvidas.

O organizador prévio serve como uma ligação entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para realização da atividade proposta. Os questionamentos foram respondidos por todos os alunos da terceira série do ensino médio de um colégio particular de Fortaleza.

3.1.2. Diferenciação Progressiva (Geral para o Específico)

Esta atividade foi desenvolvida na forma de aula teórica. Começamos a ministrar do conceito mais geral (Leis de Kirchhoff) até chegar ao mais específico (Lei de Pouilliet). Esta última lei permite determinar a intensidade de corrente elétrica em um circuito com poucos componentes eletrônicos, ou seja, simples (Figura 7). Quando o circuito é mais complexo (Figura 8), com vários componentes, recorrem-se as Leis de Kirchhoff para a determinação de todas as intensidades de corrente elétrica. Foi utilizado o plano de aula

(Anexo A) para a realização desta atividade.

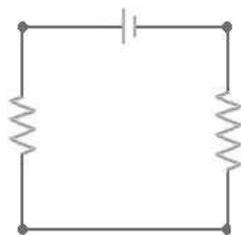


Figura 7 - Circuito Simples

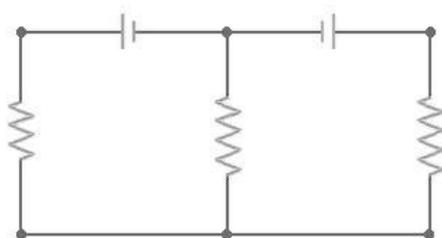


Figura 8 - Circuito Complexo

Neste trabalho iremos contemplar os *softwares* educacionais educativos.



Figura 9 - Características do *Software* Educativo

Neste experimento virtual, iremos analisar alguns circuitos bastante simples. Eles são basicamente formados por resistores associados em série ou em paralelo. O *software* permite fazer leitura da corrente que passa por um resistor qualquer, ou da tensão aplicada nos seus extremos.



Figura 10 - Software Circuitos Simples

3.1.3. Reconciliação Integradora (Específica para o Geral)

Esta atividade não foi desenvolvida, pois como mencionado anteriormente, demos maior ênfase às atividades anteriores. Mas isso não impede de ser aplicada juntamente com todos os princípios programáticos. A reconciliação integradora pode ser desenvolvida na forma de aula teórica e é o inverso da diferenciação progressiva, ou seja, a abordagem da explicação do conteúdo é do conceito mais específico (Lei de Pouilliet) até chegar ao mais geral (Leis de Kirchhoff).

3.1.4. Organização Seqüencial

Esta atividade também não foi desenvolvida, mas pode ser realizada utilizando a confecção de mapas conceituais. Os alunos podem fazer uma lista de conceitos abordados na aula teórica e em seguida ligar estes conceitos de modo sequencial, ou seja, de forma cronológica. A seguir segue um exemplo deste tipo de atividade:

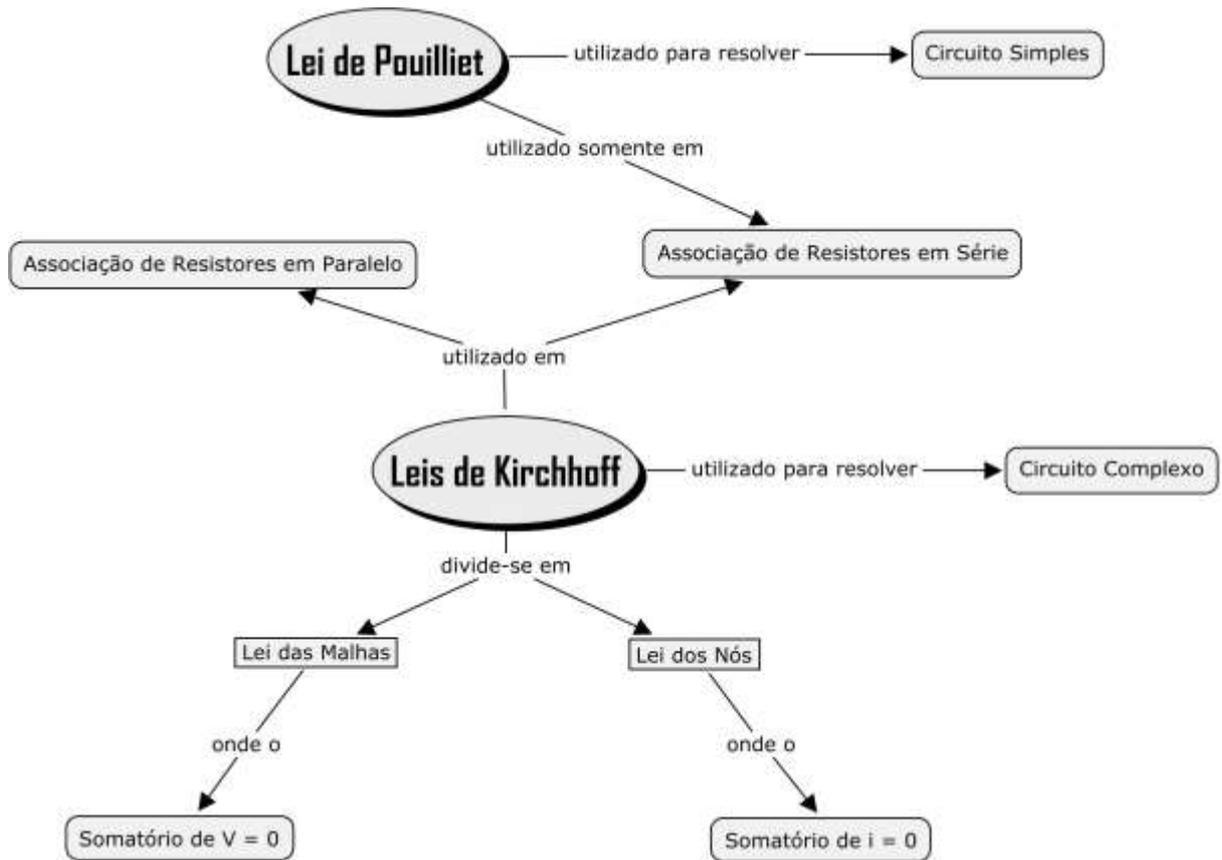


Figura 11 – Mapa Conceitual

3.2 Aula Experimental

Abordamos um experimento contendo associações de resistores em série, paralelo e misto.

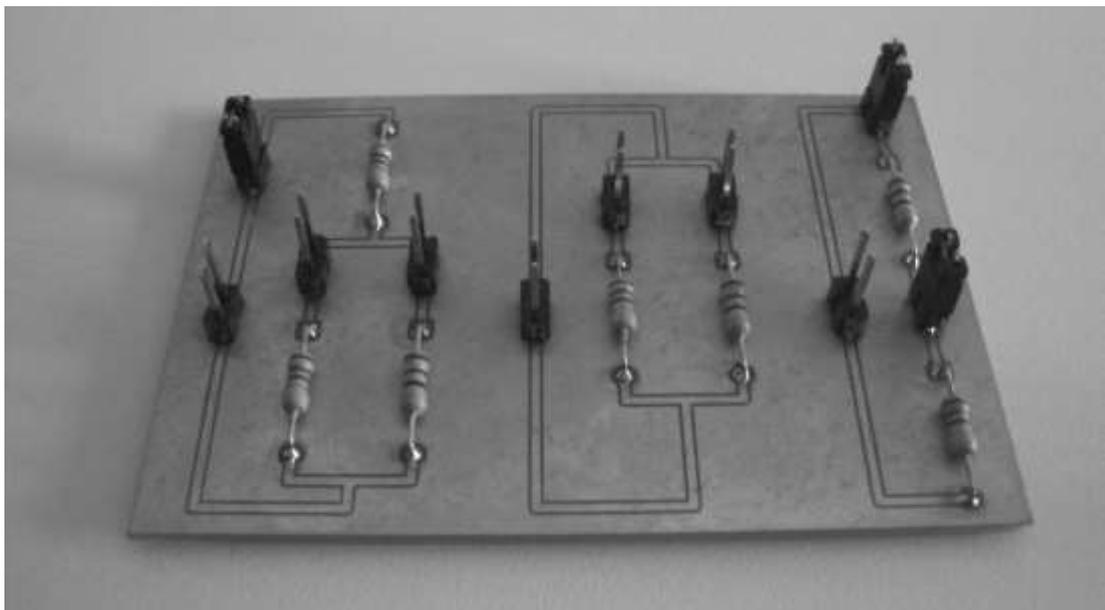


Figura 12 - Placa de Circuito Impresso com Resistores

a) Consolidação

Nesta atividade propomos a realização de uma atividade experimental (Apêndice A) envolvendo as Leis de Kirchhoff. O material utilizado foi: resistores, pilhas, fios, multímetro, placa de circuito impresso, solda, ferro de solda e percloroato férrico. Os alunos na atividade experimental determinaram nominalmente o valor de cada resistor e depois a intensidade de corrente elétrica em cada ramo do circuito. Mediram inicialmente através de um software educativo e em seguida experimentalmente através do multímetro.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através do aparato montado, verificamos que os conceitos teóricos podem ser aplicados facilmente na prática.

Os resultados mostram que os discentes que são postos em contato com este tipo de atividade, conseguem assimilar com mais facilidade o conteúdo visto em sala de aula, do que o aluno que não teve o mesmo contato. Isso possivelmente se deve ao fato dos mesmos poderem aplicar na prática tais conceitos. Observamos um maior embasamento experimental dos participantes, pois as atividades desenvolvidas têm caráter teórico e prático.

5. CONCLUSÕES

A atividade teórica e experimental proposta e descrita nesta Monografia funciona com muita eficiência e clareza para demonstrar os conceitos desejados. Desta forma, o uso de materiais alternativos e de baixo custo se mostrou não só possível como desejável, por possibilitar a realização de aulas práticas e uma maior motivação no processo ensino-aprendizagem. As demonstrações práticas funcionam como ferramentas que merecem mais exploração pelos professores atendendo, inclusive as propostas apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para este nível de ensino.

Sabemos que a utilização de experimentação nas aulas, é uma importante ferramenta, não só para despertar o interesse dos alunos, mas principalmente, complementar conceitos obtidos nas aulas expositivas tradicionais. As demonstrações experimentais são

meios/ferramentas que merecem novas reflexões acerca de seu papel dentro do atual contexto educacional.

As observações iniciais têm indicado que os estudantes participantes desta iniciativa apresentam maior interesse na busca de explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados, o que nos leva a destacar os seguintes aspectos: a) é possível ensinar física mesmo com experimentos relativamente baratos e de fácil manuseio, pois podemos experimentar de modo eficiente os conceitos físicos abordados no trabalho; b) a simples utilização de demonstrações práticas aumenta o interesse do aluno para o aprendizado e c) é necessário incentivar o uso de materiais alternativos no ensino de Física.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1983.

BERNARDI, L. Z. Como fazer placas de circuito impresso pelo método de transferência térmica. Site www.zampar.com.br.

CUNHA, F. C; SANTOS, R. R. G; SOUZA, R. A. S; VIDAL, E. M. V. Laboratório Didático de Física em Escolas de Baixa Renda. XXVII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste.

CUNHA, F. C; MOREIRA, J. E. C. Recursos Didáticos e Metodológicos para o Ensino de Física. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física.

DIAS, N. L; BARROSO, G. C. Roteiro de Práticas de Eletricidade e Magnetismo. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

GASPAR, A.; Cinquenta anos de Ensino de Física: Muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor; artigo apresentado no XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste; 2002.

LYRA, N. M; *Elefante no Escuro*. Editora Plêiade. São Paulo, 2001.

MEEES, Alberto Antonio. Implicações das Teorias de Aprendizagem para o Ensino de Física. In: <http://www.if.ufrgs.br/~amees/teorias.htm>.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*, v. 4, n. 2, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa Crítica. Disponível em http://vicenterisi.googlepages.com/aprend_signif-PostWeingartner.pdf.

MOREIRA, M. A. *Ensino e Aprendizagem - Enfoques Teóricos*. São Paulo, Moraes, 3 edições, 1983a.

Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias - Volume 2.

PREISLER, A. M; BORBA, J. A; BATTIROLA, J. C. Os Tipos de Personalidade Humana e o Trabalho em Equipe. *Rev. PEC, Curitiba*, v.2, n.1, p.125-126, jul. 2001-jul. 2002

PSSC, Física - Parte I, Parte II, Parte III, Parte IV, Editora Universidade de Brasília, tradução autorizada com direitos reservados para o Brasil pelo IBECC-UNESCO.

PSSC, Guia do Professor de Física– Parte I, Parte II, Parte III, Parte IV, EDART, SP, traduzido e adaptado pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e pelo Centro de Treinamento de Professores de Ciências de São Paulo (CECISP).

QUIRINO, W. G; LAVARDA, F. C. Projeto “Experimentos de Física para o Ensino Médio com Materiais do Dia-a-Dia”. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 18, n.1: p.117-122,

abr. 2001.

SOUZA, Célia Maria Soares Gomes; MOREIRA, Marco Antônio. Pseudoorganizadores prévios como elementos facilitadores da aprendizagem em Física. *Revista Brasileira de Física*, v. 11, n. 1, 1981.

APÊNDICE A - Atividade Prática Experimental

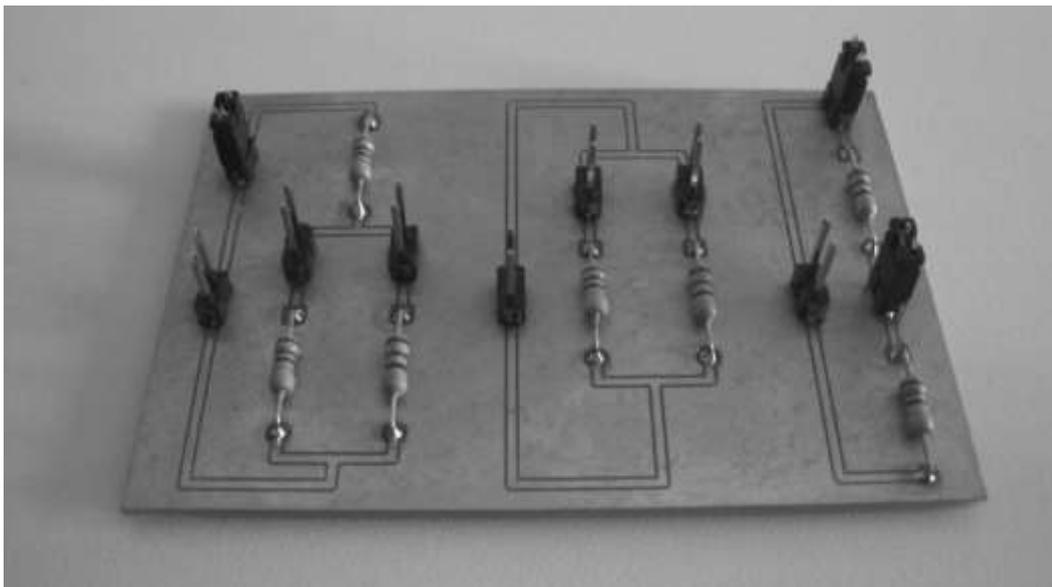
1. OBJETIVOS

- Verificar experimentalmente as Leis de Kirchoff.

2. MATERIAL

- Pilhas;
- Fios;
- Placa de Circuito Impresso com as Associações de Resistores;
- Multímetro.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL



3.1 Resistência Elétrica

- Meça a resistência elétrica de cada resistor a partir do multímetro.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
R₁ (Experimental)			
R₂ (Experimental)			
R₃ (Experimental)	--X--	--X--	
R_T (Experimental)			

- Repita o mesmo procedimento anterior, porem utilizando o código de cores.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
R₁ (Nominal)			
R₂ (Nominal)			
R₃ (Nominal)	--X--	--X--	
R_T (Nominal)			

3.2 Intensidade de Corrente Elétrica

- Meça a intensidade de corrente elétrica que passa em cada resistor a partir do multímetro.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
i₁ (Experimental)			
i₂ (Experimental)			
i₃ (Experimental)	--X--	--X--	
i_T (Experimental)			

- Repita o mesmo procedimento anterior, porém utilizando a lei de Ohm.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
i_1			
i_2			
i_3	--X--	--X--	
i_T			

3.3 Tensão Elétrica

- Meça a tensão elétrica em cada resistor a partir do multímetro.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
U_1 (Experimental)			
U_2 (Experimental)			
U_3 (Experimental)	--X--	--X--	
U_T (Experimental)			

- Repita o mesmo procedimento anterior, porém utilizando a lei de Ohm.

	Circuito 1 (Série)	Circuito 2 (Paralelo)	Circuito 3 (Misto)
U₁			
U₂			
U₃	--X--	--X--	
U_T			

4. QUESTIONÁRIO

1. Qual a conclusão que pode ser tirada do procedimento 3.2, em relação às intensidades de corrente elétrica em cada circuito a partir da Lei dos Nós?

2. Qual a conclusão que pode ser tirada do procedimento 3.3, em relação às tensões elétricas em cada circuito a partir da Lei das Malhas?

ANEXO A - Atividade Teórica - Plano de Aula

1. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Um circuito elétrico, seja ele simples ou complexo, é constituído por elementos que geram e elementos que dissipam energia elétrica. Muitas vezes, devido a complexidade do circuito, não é tão simples o cálculo das tensões e correntes nos elementos do mesmo. Assim, é necessária a utilização das Leis de Kirchhoff ou da Lei de Pouilliet para a simplificação desses cálculos. A utilização destas leis dependerá da complexidade do circuito em questão.

Para a utilização das leis de Kirchhoff é necessário antes observar a convenção dos sentidos de tensão e correntes para os circuitos em corrente contínua, bem como entender os conceitos de **malha**, **nó** e **ramo** em um circuito elétrico.

1.1 Convenção de Sentidos de Tensão e Corrente (Circuito CC)

- ✗ **RESISTOR**: Em um resistor ôhmico, os sentidos de tensão e corrente são sempre o convencionado na Figura. 1(a). O produto tensão versus corrente é sempre positivo, o que significa que sempre há dissipação de energia em um resistor (Efeito Joule) quando o mesmo é submetido a uma diferença de potencial V.
- ✗ **FONTE DE F.E.M.**: Quando uma fonte de tensão está fornecendo energia para um circuito externo a convenção dos sentidos de tensão e corrente é o visto na Figura 1(b). É possível que num circuito com mais de uma fonte f.e.m., parte das fontes esteja recebendo energia do restante do circuito. Neste caso o sentido da corrente é o indicado na Figura 1(c).

A compreensão prática destas convenções é importante para se entender o funcionamento de um circuito. Elas são úteis para se fazer o balanço de energia do mesmo, tanto em funcionamento com correntes contínuas, como com correntes alternadas.

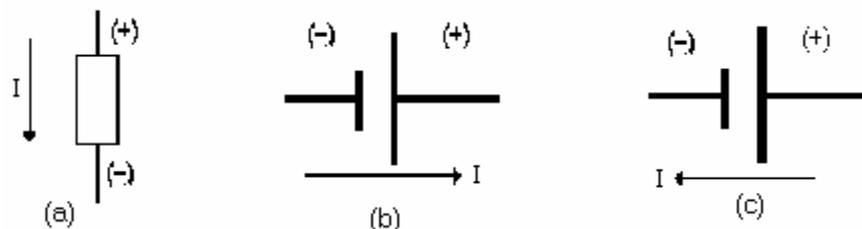


Figura 1. Convenção para tensão e corrente.

1.2 Definição de Malha, Nó e Ramo

Um circuito elétrico é composto por malhas, nós e ramos, em que:

- ✦ Malha é todo caminho fechado em um circuito constituído por elementos elétricos;
- ✦ Nó é um ponto de interligação de três ou mais componentes;
- ✦ Ramo é todo trecho compreendido entre dois nós consecutivos.

Tomando como exemplo o circuito apresentado na Figura 2, note que o mesmo é constituído por três malhas, **abcdefa** (malha externa), **abefa** e **bcdeb** (malhas internas). O ponto **b** é um nó que interliga entre si os resistores R_1 , R_2 e R_3 . O nó **e**, por sua vez, interliga os resistores R_3 , R_5 e R_6 . Note também que o circuito da Figura 2 possui três ramos, compreendidos entre os nós **b** e **e**; o ramo à direita (composto pelos elementos R_2 , E_2 , R_4 e R_6); o ramo central (composto pelo elemento R_3); e o ramo à esquerda (composto pelos elementos R_1 , E_1 e R_5).

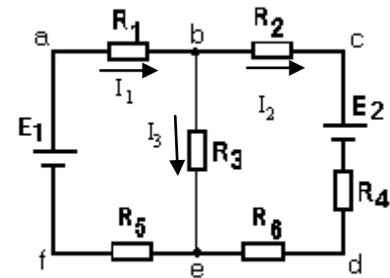


Figura 2

1.3 Leis de Kirchhoff

A lei de Kirchhoff para tensão (Lei das malhas) e a lei de Kirchhoff para correntes (Lei dos nós) são consequência dos princípios da conservação de energia e de carga elétrica respectivamente, sendo assim definidas:

Lei das malhas: a soma algébrica das diferenças de potencial ao longo de uma malha fechada é igual a zero, ou seja:

$$\sum V_i = 0$$

Lei dos nós: a soma algébrica das correntes referentes a um nó do circuito é igual a zero, ou seja:

$$\sum I_i = 0$$

Considere a malha **abefa** do circuito apresentado na Figura 2. Para esta malha, partindo-se do ponto **a** e percorrendo-se a mesma no sentido horário, tem-se:

$$-V_R - V_S - V_S + E = 0,$$

Agora, considere o nó **b** do circuito apresentado na Figura 2. Observando o sentido das correntes que chegam e saem deste nó, tem-se:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

1.4 Lei de Pouillet

Esta lei é utilizada para circuitos simples, onde só existe apenas um caminho para a corrente elétrica, ou seja, nenhum dos componentes eletrônicos possui ligações em paralelo. Inicialmente consideraremos um circuito com uma fonte de tensão elétrica e um resistor.

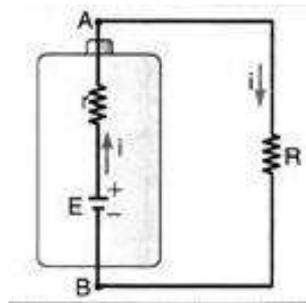


Fig. 3

A diferença de potencial nos terminais da fonte ($U = E - r.i$) é a mesma nos terminais do resistor ($U' = E - R.i$).

Portanto:

$$U = U' \leadsto E - r.i = R.i \leadsto E = (R + r).i \leadsto i = E/(R + r)$$

EXEMPLO:

Considere o circuito apresentado na Figura 4 (esta figura representa o mesmo circuito da Figura 2, mas com as indicações dos valores de cada elemento). Aplicando-se as leis de Kirchhoff para este circuito, encontram-se as correntes nos três ramos anteriormente indicados (ver Figura 2). Para tanto, primeiro se adota uma corrente para cada malha interna (neste caso, sentido horário para I_1 e sentido anti-horário para I_2). Se o sentido da corrente for

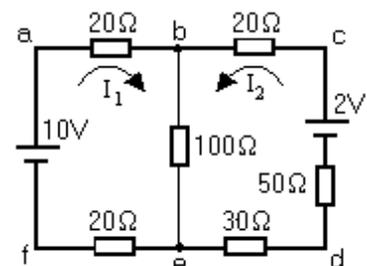


Figura 4

contrário ao escolhido, encontrar-se-á um valor negativo, embora numericamente correto. Utilizando-se a lei das malhas, pode-se calcular I_1 e I_2 :

$$\begin{aligned} \text{Malha 1: } 10 - 20I_1 - 100(I_1 + I_2) - 20I_1 &= 0 \\ \Rightarrow 140I_1 + 100I_2 &= 10 \end{aligned} \quad (\text{I})$$

$$\begin{aligned} \text{Malha 2: } 2 - 100(I_2 - I_1) - 6 - 20I_2 &= 0 \\ \Rightarrow 100I_1 - 120I_2 &= 4 \end{aligned} \quad (\text{II})$$

Resolvendo o sistema de equações para (I) e (II), tem-se:

$$I_1 = 100 \text{ mA} \quad I_2 = -40 \text{ mA}$$

Como pode ser observado, a corrente I_2 é negativa, o que indica que seu sentido é contrário ao indicado na Figura 3. Note também que a corrente através do resistor de 100Ω (ramo central) é igual à soma das correntes I_1 e I_2 . Assim:

$$I_1 + I_2 = 100 \text{ mA} - 40 \text{ mA} = 60 \text{ mA}$$

no sentido do nó **b** para o nó **e**.

Sabendo-se a corrente em cada ramo do circuito, fica fácil calcular as tensões em cada elemento do mesmo, bem como a potência cedida pelas fontes ao circuito e a potência dissipada em cada um de seus elementos. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1

I_1	100 mA
I_2	- 40 mA
I_3	60 mA
Malha 1	$10\text{V} - 2\text{V} - 6\text{V} - 2\text{V} = 0$
Malha 2	$2\text{V} + 0,8\text{V} - 6\text{V} + 1,2\text{V} + 2\text{V} = 0$
Nó b	$100\text{mA} + (-40\text{mA}) + 60\text{mA} = 0$