

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE FÍSICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA - LICENCIATURA

SAMIR SANTOS COSTA

APLICAÇÃO DE RECURSOS ELETRÔNICOS NO ENSINO DE FÍSICA:
Uma abordagem experimental inovadora

Niterói
2013

SAMIR SANTOS COSTA

APLICAÇÃO DE RECURSOS ELETRÔNICOS NO ENSINO DE FÍSICA:
Uma abordagem experimental inovadora

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física - Licenciatura da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora:
Prof^ª Dr^ª Isa Costa

Niterói, RJ
2013

C837 Costa, Samir Santos.

Aplicação de recursos eletrônicos no ensino de física :
uma abordagem experimental inovadora / Samir Santos Costa ;
orientador: Isa Costa. -- Niterói, 2013.
43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -
Universidade Federal Fluminense. Instituto de Física, 2012.
Bibliografia: f. 36-40.

1.CONSTRUTIVISMO (EDUCAÇÃO). 2.ELETRÔNICA. 3.APRENDIZAGEM
POR ATIVIDADES. 4.MATERIAL DIDÁTICO. 5.ENSINO DE FÍSICA. I.
Costa, Isa, Orientador. II.Universidade Federal Fluminense.
Instituto de Física, Instituição responsável. III.Título.

CDD 530.07

SAMIR SANTOS COSTA

APLICAÇÃO DE RECURSOS ELETRÔNICOS NO ENSINO DE FÍSICA:
Uma abordagem experimental inovadora

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física - Licenciatura da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em 08 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^ª Isa Costa - UFF
Orientadora

Prof^ª MS Lucia da Cruz de Almeida - UFF

Prof. Dr. Pedro Paulo de Mello Venezuela - UFF

Niterói, RJ
2013

Aos meus pais Denise e Olcimar.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Denise e Olcimar, e à minha irmã Samira, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em todos os momentos.

Aos meus amigos, que compartilharam alegrias e tristezas.

À Cátia, companheira que me auxiliou em diversos momentos durante essa jornada.

Aos professores da Universidade Federal Fluminense pela atenção e por todo o conhecimento compartilhado.

Aos funcionários do Instituto de Física, em especial as “meninas” da Biblioteca.

À professora Isa Costa, que me orientou para construção dessa monografia, a qual não teria tanta credibilidade sem suas contribuições.

Na sabedoria, nada mais odioso que julgar-se sábio.
SÊNECA

RESUMO

Ao longo dos últimos quarenta anos, os pesquisadores em ensino de Física têm manifestado a importância e a necessidade da realização e atualização de abordagens experimentais para atrair o interesse dos alunos da educação básica para o estudo daquela disciplina. A atualização diz respeito ao uso de materiais decorrentes do avanço tecnológico, como o ocorrido na computação e na eletrônica. Este trabalho tem por objetivo discutir como vem sendo e como pode ser abordado o ensino de Física com ênfase nas atividades práticas/experimentais. São sinalizadas medidas governamentais que visam melhorar o processo de ensino/aprendizagem, como a elaboração do Currículo Mínimo – 2012 do Estado do Rio de Janeiro (RJ), por exemplo, e desenvolve-se uma opinião crítica quanto às concepções errôneas sobre a Física associada única e exclusivamente à Matemática e ao desenvolvimento de atividades experimentais restritas a um laboratório estruturado; uma breve reflexão sobre o processo e a formação de professores também é realizada. Além disso, é apresentada uma metodologia inovadora, a qual se utiliza de recursos (componentes e aparelhos) eletrônicos para auxiliar na montagem de *kits* de baixo custo que permitam uma abordagem contextualizada dos conteúdos de Física. Tal metodologia foi aplicada em uma escola estadual do RJ, de onde se concluiu que a prática de uma política construtivista e dialógica é fundamental para a formação de sujeitos críticos e atuantes na sociedade.

Palavras-chave: Construtivismo (Educação). Eletrônica. Aprendizagem por atividades. Material didático. Ensino de Física.

RESUMEN

Durante los últimos cuarenta años, los investigadores en enseñanza de Física han demostrado la importancia y la necesidad de realizar y actualizar los enfoques experimentales para atraer el interés de los estudiantes de educación básica para el estudio de esta disciplina. La actualización concierne a la utilización de materiales derivados de los avances tecnológicos, como ocurrió en la informática y electrónica. Este trabajo tiene como objetivo discutir la forma como ha sido y puede ser abordada la enseñanza de Física con énfasis en las actividades prácticas/experimentales. Se señalan las medidas gubernamentales destinadas a mejorar la enseñanza/aprendizaje, tales como el desarrollo del Plan de Curriculum Mínimo - 2012 del Estado de Rio de Janeiro (RJ), por ejemplo, y desarrolla una opinión crítica sobre los conceptos erróneos acerca de la Física asociada exclusivamente a las matemáticas y el desarrollo de las actividades experimentales limitadas a un laboratorio estructurado; una pronta reflexión sobre el proceso de formación de los docentes también se llevó a cabo. Además, un nuevo método se presenta, que utiliza recursos (componentes y dispositivos) para ayudar en el montaje de kits electrónicos de bajo costo y que permiten la contextualización de los contenidos de Física. Esta metodología fue aplicada en una escuela pública en Rio de Janeiro, donde se concluyó que la práctica de un diálogo político constructivo es esencial para la formación de sujetos críticos y activos en la sociedad.

Palabras clave: Constructivismo (Educación). Electrónica. Aprendizaje por actividades. Material didáctico. Enseñanza de Física.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO, p. 10

1 O ENSINO DE FÍSICA COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: COMO TEM SIDO FEITO?, p. 12

1.1 Leis e Currículo Mínimo, p.12

1.2 Reflexão sobre formação de professores, p. 14

1.3 Matemática x Atividade Experimental no Ensino de Física, p. 17

2 O ENSINO DE FÍSICA COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: COMO PODE SER FEITO?, p. 20

2.1 Atividades práticas abrangentes, p. 20

2.1.1 Recursos Computacionais: *softwares* e *hardwares*, p. 22

3 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE TRANSMISSÃO DE CALOR, p. 24

3.1 Metodologia, p. 24

3.2 Material utilizado, p. 25

3.3 Apresentação, p. 26

3.4 Montagem, p. 28

3.5 Avaliação, p. 30

4 APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS, p. 32

4.1 Aplicação, p. 32

4.2 Análise dos resultados, p. 33

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS, p. 35

6 OBRAS CITADAS, p. 36

7 OBRAS CONSULTADAS, p. 38

8 APÊNDICES, p. 41

8.1 Alguns conceitos importantes, p. 41

8.2 Folha de Atividades, p. 43

INTRODUÇÃO

Em frente aos vários problemas apresentados pelos professores para justificar o mau rendimento na aprendizagem que o ensino vem demonstrando, como baixos salários, infraestrutura precária na escola, carga horária reduzida, entre outros, quem vem sofrendo em paralelo são os próprios alunos; é nesse contexto que a prática experimental é posta de lado e o ensino de Física torna-se fatigante por ser apresentado de forma tradicional, descontextualizado e excessivamente matematizado; “a educação vive atualmente um paradoxo: a coexistência de um ensino tradicional e uma sociedade que desenvolve e acumula informações de forma exponencial” (PEREIRA; BARROS; FAUTH, 2011). Seriam esses os únicos problemas para essa ausência de uma abordagem experimental? E quando há essa abordagem, como é aplicada? Seria correto ensinar a Física apenas apresentando seus conteúdos a fórmulas e teorias, sem experimentos? Há uma forma de inovar a abordagem experimental?

É a partir dessas questões que darei continuidade a esta monografia, discutindo a forma como vêm sendo abordados os conteúdos de Física durante o Ensino Médio e propondo uma metodologia com foco experimental, visando atenuar as relações tradicionais que são encontradas dentro das salas de aula. A aplicação dessa metodologia pode se estender com facilidade tanto às instituições de ensino públicas quanto particulares. Entretanto, a atividade proposta aqui foi aplicada a uma turma de primeiro ano do Ensino Médio em uma escola estadual localizada em Niterói.

Cabe ressaltar que no desenvolvimento de uma aula experimental, deve-se dar importância não só ao material/equipamento utilizado, mas também ao estabelecimento de diálogos entre professor-alunos e aluno-aluno. A análise e discussão dos resultados obtidos em um experimento são tão relevantes quanto a obtenção dos mesmos; e, para que isso seja realizado, o diálogo é fundamental na sala de aula.

No capítulo 1 é realizada uma leitura sobre as condições atuais às quais as instituições de ensino se encontram submetidas, ou seja, são apontadas medidas federais e estaduais que visam uma formação de qualidade para o indivíduo e analisa-se a realidade encontrada nas escolas (como a formação do professor e as metodologias que este utiliza) com base no que é proposto pelos documentos oficiais.

Já no capítulo 2 é apontada uma sugestão para auxiliar no ensino de Física por meio de atividades experimentais: a utilização de recursos eletrônicos (componentes e aparelhos) para construção de *kits*.

O capítulo 3 apresenta a metodologia citada no capítulo anterior, aplicada à elaboração de uma atividade que visa o estudo das formas de transmissão de calor.

No capítulo 4 é feita uma análise dos resultados obtidos após aplicação da atividade em uma escola estadual, focando-se: a participação dos alunos durante a demonstração; a correção da Folha de Atividades aplicada; e a discussão coletiva.

Por fim, no capítulo 5 são tecidas as considerações finais, enfatizando-se os pontos principais dessa monografia.

CAPÍTULO 1: O ENSINO DE FÍSICA COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: COMO TEM SIDO FEITO?

1.1 – Leis e Currículo Mínimo

É notório que a rede de ensino vem apresentando um quadro precário nos dias de hoje. O processo de ensino/aprendizagem se mostra um tanto quanto ineficiente e insatisfatório. Mas quais seriam as causas disso?

O ensino de Física na educação básica vem apresentando um mau resultado quanto a sua qualidade. A literatura indica como um dos principais fatores para que isso ocorra a forma como as atividades experimentais vêm sendo trabalhadas (BORGES, 2002; ABIB; ARAÚJO, 2003). Dentro de um sistema de ensino em que o ingresso nas instituições de ensino superior ainda é elitista, o tratamento dos conteúdos básicos é feito de forma tradicional enquanto outras metodologias mais produtivas são ignoradas.

Basicamente, as redes de ensino são orientadas unicamente para o ingresso no mercado de trabalho (escolas profissionalizantes) ou ensino superior (propedêutica). Ambas situações ferem o que está detalhado no Art. 35 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), que estabelece para o Ensino Médio as finalidades:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento dos estudos;
 - II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
 - III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
 - IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.
- (BRASIL, 1996)

Ou seja, os parágrafos apontados pela LDB quanto ao objetivo do Ensino Médio convergem para a formação do indivíduo como sujeito crítico e atuante na sociedade, capaz de perceber situações diferentes, problematizá-las e resolvê-las conforme a necessidade.

Hoje em dia a Física ainda trabalha conceitos de forma que estes são afastados da realidade dos alunos. Isso se dá através de aplicação de fórmulas desvinculadas dos fenômenos físicos ou de teorias com níveis elevados de abstração. Em suma, o processo é descontextualizado. As atividades experimentais ganham força nesse aspecto, pois:

aproximam os alunos do mundo em que vivem, concretizando os conteúdos estudados; propiciam relações com equipamentos e ferramentas conhecidas ou não; além disso desenvolvem discussões e pensamentos coletivos. O citado anteriormente é coerente, quando, frente ao disposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 1999, p. 22)

Quanto à abordagem experimental, percebe-se que muitos pesquisadores vêm trabalhando fortemente para tentar solucionar esse problema. Isso pode ser notado pela grande quantidade de trabalhos publicados com esse foco (VIEIRA; LARA, 2013a, 2013b; BORGES, 2002; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2011; entre outros). Além disso, pode ser destacada a exigência feita pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), quando torna essa metodologia necessária para aprovação da coleção a ser aceita para aplicação nas escolas (BRASIL, 2011).

Outra medida que pode ser destacada é a elaboração de um novo currículo que englobe as habilidades e competências a serem desenvolvidas em sala de aula. O Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro de 2012 – Física (CM) (ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2012), por exemplo, foi desenvolvido visando contribuir para melhorias no processo de ensino. A forma como está estruturado possibilita que a prática educacional seja interdisciplinar e contextualizada, além de propor a inserção de novas metodologias de ensino que podem ser incorporadas nos projetos pedagógicos das escolas. Enfim, tem por objetivo romper a postura mnemônica adotada pelos alunos e incentiva o raciocínio e desenvolvimento das capacidades cognitivas; proporciona o desenvolvimento de uma postura investigativa e aquisição de uma autonomia intelectual, onde o indivíduo torna-se capaz de buscar informações e avaliá-las criticamente.

Mas, mesmo com o desenvolvimento de projetos e diretrizes (como os citados acima) que visam uma formação de qualidade e que permitam a inclusão dos alunos na sociedade, a educação ainda vem sofrendo com uma série de problemas que dificulta esse processo. Um exemplo comum é a qualificação do professor e a postura deste frente aos alunos; como e o

quanto o professor está preparado para mediar a construção dos saberes junto aos alunos, sem que reproduza práticas tradicionais. Uma reflexão sobre a formação de professores, em especial os de Física, será realizada no próximo tópico.

1.2 – Reflexão sobre formação de professores

Neste momento, venho discutir de forma sucinta um tema que tem forte contribuição para o sucesso ou o fracasso escolar: a formação do professor. Na maioria das vezes atribui-se os resultados negativos obtidos pelos alunos às metodologias empregadas pelos professores; as práticas aplicadas são ineficazes e distantes da realidade dos alunos. A situação que se encontra hoje é de resistência quando se fala em mudança.

De fato, encontram-se muitos professores que reproduzem o descrito acima devido à sua formação e à sua relação com os saberes didáticos. O papel que os docentes vêm cumprindo hoje nas instituições de ensino é de mero transmissor de conhecimentos. O aluno, na sua condição de aprendiz, é tratado como um receptáculo onde o conhecimento é depositado.

As relações entre discente e docente não ocorrem de forma interativa, ou seja, não há um processo investigativo. Quando digo investigativo, me refiro a ambos os lados: professor e aluno. Do ponto de vista do professor, investigativo no sentido de procurar conhecer os conhecimentos prévios dos alunos; perceber como os conceitos estão sendo construídos por eles; de buscar informações junto com os alunos, ouvindo estes e estar sujeito a se surpreender com as concepções alternativas ou respostas corretas deles. Enfim, o professor deve ser capaz de refletir nas ações dos estudantes, atrelando as situações informais apresentadas à prática teórica (formal) que deseja trabalhar em sala de aula (SCHÖN, 1992). Quanto ao aluno, investigativo no âmbito do próprio estudante buscar informações por conta própria (como exemplo, o contato com novas ferramentas em uma atividade experimental).

Esse problema pode ser entendido pela forma como esses professores enxergam o ensino: de forma simplista e utilitarista. E, quando questionados sobre o que devem (ou deveriam) saber para atuar na educação, respostas evasivas são dadas. Para Carvalho e Gil-Pérez (1993, p.14),

Este fato pode ser interpretado como resultado da pouca familiaridade dos professores com as contribuições da pesquisa e inovação didática e, mais ainda, pode ser interpretado como expressão de uma imagem espontânea do ensino,

concebido como algo essencialmente simples, para o qual basta um bom conhecimento da matéria, algo de prática e alguns complementos psicopedagógicos.

Os saberes didáticos acabam sendo trabalhados friamente. O processo de transposição didática segue uma linha tradicional, onde, por exemplo, o "saber sábio" (científico) é tratado como verdade única e absoluta e o "saber a ensinar" é uma reprodução do livro didático. E, quando se tenta tomar uma postura diferente para facilitar na compreensão do aluno, o professor ainda esbarra nas burocracias escolares que visam bons resultados para as instituições, sem se preocupar com a formação do indivíduo. Isso acaba gerando um desânimo profissional, fortalecendo o sistema que se encontra estabelecido.

Obviamente, é necessário que o professor domine a matéria a ser ensinada. Mas isso não é o suficiente para o sucesso na aprendizagem. Este está para além do domínio dos saberes disciplinares e/ou curriculares. É preciso que o docente saia da posição de transmissor de matéria, centrado em suas aulas rotineiras; ou seja, é necessária a fusão de seus "saberes experienciais", obtidos a partir das aulas cotidianas e dos conhecimentos construídos coletivamente (TARDIF, 2002), com seus saberes disciplinares que foram desenvolvidos individualmente/coletivamente durante seu período de formação.

As atividades experimentais, por exemplo, são úteis, pois ajudam o aluno a compreender conceitos físicos, desenvolvendo o pensamento cognitivo e a capacidade de construir novos conhecimentos coletivamente. Através delas, o professor, como mediador, pode buscar uma maior aproximação dos alunos, quebrando a barreira invisível que há na sala de aula quando os conteúdos são expostos através de uma "concepção bancária".

O professor não deve se restringir somente ao espaço escolar ou ao laboratório. Existem várias formas de contextualizar a Física (de forma interdisciplinar) fora deste ambiente. A contextualização é fundamental para a construção de um sujeito crítico, pois aproxima a teoria desenvolvida em sala de aula com o cotidiano do aluno, corrigindo as concepções alternativas que estes trazem para o ambiente escolar além de desenvolver novos conhecimentos. Claramente, surge a questão das turmas numerosas, mas neste momento o professor terá também que saber exercer a sua autoridade legítima (não autoritária!) para manter o controle da situação.

De fato essa exploração "extra-escolar" para uma abordagem experimental é possível, mas deve ser coerente com os assuntos discutidos em sala, e estes coerentes com o

currículo estabelecido. Diante das ênfases curriculares propostas por Roberts¹ (1982 apud MOREIRA; AXT, 1986, p. 69), creio que quanto ao tratamento experimental posso relacioná-lo às seguintes ênfases: da “ciência, tecnologia e sociedade”, onde “sua substância é um conjunto de mensagens que primeiro distingue ciência e tecnologia e, subsequentemente, considerações científico/tecnológicas de considerações carregadas de valores, envolvidas nas tomadas de decisões pessoais”; e “ciência do cotidiano”, onde “o estudante deve aprender a aplicar os princípios e generalizações aprendidos nas aulas de ciências na compreensão e controle de fenômenos e problemas do dia-a-dia.”

É frente a essas situações que ratifico a importância da formação do professor.

Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993, p.15): “Trata-se, então, de orientar o trabalho de formação dos professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo, assim, de forma funcional e efetiva, para a transformação de suas concepções iniciais”.

Aqui, gostaria de fazer comentários sobre o que venho observando dentro da Universidade, em particular na Licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense (UFF). Do ponto de vista pedagógico, verifica-se que a categoria vem trabalhando para melhorar o processo de ensino/aprendizagem através das disciplinas que são oferecidas. Por exemplo, as cadeiras de “Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física – I e II” apresentam um enfoque didático rebuscado: apoiam-se em leituras de artigos publicados por autores da área educacional e da pesquisa em ensino de Física, realizam discussões sobre esses textos e ainda propõem a construção de *kits* experimentais que possam auxiliar o professor nas aulas de Física. Entretanto, do ponto de vista do ensino das disciplinas de conteúdo específico de Física na formação básica (nas disciplinas Física I, II, III e IV, por exemplo) o curso de Licenciatura em Física da UFF vem deixando a desejar quando se fala sobre laboratório e atividades experimentais. Friso que tal deficiência não é oriunda de um despreparo intelectual dos professores, mas sim das metodologias que vêm sendo aplicadas. Talvez, essas não são pensadas seguindo as tendências mais atuais devido a uma maior dedicação por parte dos professores ao desenvolvimento de pesquisas científicas (de cunho não pedagógico!) ou simplesmente pelo fato de estarem reproduzindo as aulas de laboratório como ocorreram no seu processo de formação.

Quando há atividade experimental, esta é utilizada somente para comprovar os conceitos discutidos em sala de aula. Não há uma postura construtivista, em que o

¹ ROBERTS, D.A. Developing the concept of curriculum emphases in science education. Sci. Educ., 66(2), p. 243-60, 1982.

conhecimento seria construído coletivamente e a partir do experimento. A atividade é desenvolvida sempre após a aula teórica.

Além disso, as atividades são sempre com foco quantitativo, ou seja, exigem notas, as quais são utilizadas única e somente como forma de avaliação. Isso se torna ruim, pois os alunos podem se sentir pressionados e, diante de uma situação onde não compreenderam o objetivo da atividade ou obtiveram um resultado insatisfatório, manipularão os dados para que possam obter uma nota considerável.

Esse é o ponto problemático; tais manipulações apenas garantirão notas boas. Mas e a parte qualitativa? Como é avaliada? Será que uma nota dez garante que o aluno compreendeu o que foi proposto? Com isso, o que fica em jogo é a formação do aluno; a formação do professor! No momento em que esse novo professor for exercer sua prática docente, acredito que conseguirá ensinar, mas não numa perspectiva experimental. Assim, mais uma vez, a prática docente recairá em um professor, quadro e giz.

Se a proposta é mudar a forma como o processo de ensino/aprendizagem vem se apresentando hoje, acredito que tal mudança deveria iniciar dentro das próprias universidades, quanto à formação dos professores, para que, futuramente, não seja reproduzido o que nos apresentam (ou não...) dentro do ambiente acadêmico.

1.3 – Matemática x Atividade Experimental no ensino de Física

A linguagem matemática é um recurso fundamental para o entendimento dos fenômenos físicos. Além de quantificá-los, sintetiza conceitos que podem ser explicados em longos parágrafos. Porém, muitas vezes essa ferramenta é excessivamente utilizada, pondo de lado as discussões necessárias para uma melhor compreensão do assunto abordado.

Esse fato tem, ao longo das últimas décadas, contribuído consideravelmente para o fracasso de alunos na disciplina de Física visto que, se o aluno apresenta (e grande parte apresenta) uma dificuldade ou mesmo uma não familiaridade com a Matemática, e a Física lhe é apresentada somente com aplicações matemáticas, este cria uma barreira que tende a aumentar durante todo o período escolar.

Um exemplo é o tratamento da Cinemática. "Discutida", muitas vezes, no primeiro ano do Ensino Médio, esse tema é apresentado com uma enxurrada de fórmulas e gráficos. Logo após, os alunos são expostos a uma série de exercícios para praticar a aplicação dessas equações. Porém, a parte qualitativa não é trabalhada. Os alunos resolvem problemas, chegam a respostas satisfatórias, mas em muitos casos não conseguem associar o número obtido a

uma situação real (e quando chegam a respostas absurdas, não conseguem analisar e perceber as incoerências); não há relações com o cotidiano; o processo é descontextualizado e, sob o ponto de vista do estudante, desconexo com o mundo em que vive.

Sob a perspectiva experimental, a situação não difere muito. As aulas em laboratórios têm sido trabalhadas seguindo "roteiros fechados". Esses modelos, segundo Abib e Araújo (2003, p. 181),

[...] permitem classificar este tipo de atividade experimental como verificacionista, de modo que em geral não são enfatizados importantes elementos, como a existência de conceitos espontâneos nos alunos e o incentivo a momentos de reflexão e aprofundamento de discussões acerca dos conteúdos, o que poderia ocasionar uma maior eficiência no processo de aprendizagem. Neste sentido, é comum em atividades desta natureza observar-se uma certa limitação na manifestação da criatividade dos alunos, uma vez que o propósito de verificar a validade de determinadas previsões teóricas ocorre em geral por meio de roteiros previamente estabelecidos.

Medidas são feitas pelos alunos, anotadas e depois aplicadas em um relatório. Vale ressaltar que as atividades propostas se distanciam da realidade deles, instrumentos novos são utilizados e pouco discutidos. Enfim, essa prática experimental é classificada como verificacionista, onde o aluno se encontra inserido no ambiente do laboratório apenas para verificar leis e/ou teorias que são apresentadas na sala de aula. Dois pontos negativos são notados. Primeiro, a reprodução do que foi trabalhado em sala de aula ratifica e intensifica a barreira criada com relação à Matemática. Como são atividades de cunho verificacionista, a Matemática encontra-se muito presente, pois as medidas feitas são aplicadas nas equações trabalhadas ou em gráficos. Discussões qualitativas sobre os números obtidos ou observações de como se comporta o objeto de estudo do experimento são ignoradas. Além disso, o relatório criado é utilizado como método de avaliação, onde, os alunos diante de uma situação em que encontrem divergências em suas medidas, facilmente podem alterar os dados obtidos para poder chegar ao resultado esperado. A análise dos erros (que é importante) acaba não sendo feita. Novamente, os fenômenos físicos, naturais, são associados a números e equações matemáticas. Segundo, esse tipo de atividade não possui características investigativas, tão pouco demonstrativas (abertas). Ou seja, reduzem as possibilidades de maiores reflexões e abstrações pelos alunos. Isso ocorre devido à pouca mediação que é feita pelo professor, que acaba não estimulando os alunos a participarem da atividade de forma mais crítica. A manipulação de instrumentos e ferramentas é importante, mas não o foco da atividade experimental; o objetivo principal é desenvolver nos alunos um senso crítico, tornando estes

sujeitos reflexivos, identificar possíveis habilidades até então não manifestadas por eles e capacitá-los para compreender os fenômenos que ocorrem no seu cotidiano.

Mesmo que verificacionista, esse tipo de laboratório não perde seu papel, pois ainda assim quebra a rotina e coloca o aluno em contato com situações diferentes; as próprias limitações de espaço são positivas no âmbito em que os alunos são distribuídos em grupos para realizar as atividades. Uma relação construtivista é notada quando os mesmos se organizam para dividir as tarefas e discutir os resultados obtidos.

CAPÍTULO 2: O ENSINO DE FÍSICA COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: COMO PODE SER FEITO?

2.1 – Atividades práticas abrangentes

Já identifiquei e aponte no capítulo anterior que a educação vem sofrendo com uma série de problemas. Também é fato que medidas para tentar atenuar esses problemas estão sendo aplicadas nas instituições de ensino. Em particular, no ensino de Física, um exemplo é a exploração das atividades práticas dentro ou fora da sala de aula. Como já deve estar claro, esse é o ponto chave dessa monografia.

A fim de contribuir positivamente para essas melhorias, esse trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta inovadora, capaz de atender tanto as redes particulares quanto as redes públicas de ensino: trata-se da utilização de recursos eletrônicos no ensino de Física. Quando falo recursos eletrônicos, faço menção tanto aos componentes eletrônicos (como capacitores, resistores, transistores etc.) quanto aos aparelhos eletrônicos que são encontrados no mercado (*celular, tablet* etc.).

A ideia é que o professor (e/ou o aluno, com auxílio do professor) possa criar circuitos capazes de auxiliar no processo de ensino/aprendizagem, mas não somente quando o tema for Eletroestática ou Eletrodinâmica, como deve estar subentendido. A proposta vai para além disso. O objetivo é a criação de experimentos que façam uso de circuitos elétricos/eletrônicos e sejam capazes de auxiliar no Ensino de Física como um todo, ou seja, quando o tema a ser discutido estiver contido na área de Mecânica, Termologia, Ótica ou Eletrodinâmica, por exemplo.

Como mencionado, as escolas sofrem com uma carência quando se fala em laboratório de Física. A construção de experimentos de baixo custo pode, muitas vezes, substituir equipamentos sofisticados e de difícil acesso pelas escolas. Se, por exemplo, em um experimento houver a necessidade de se medir o tempo em que algum fenômeno ocorreu, um contador acoplado a um sensor adequado permitiria tal feito. A utilização de circuitos integrados e de um oscilador a cristal de quartzo (HESSEL et al, 2008) aumentaria a precisão das medidas realizadas, garantindo resultados mais satisfatórios. Outro exemplo é o desenvolvimento de um sistema eletrônico simples de leitura direta de temperatura (GUADAGNINI; BARLETTE, 2005). Este também pode ser montado com determinada facilidade, é de baixo custo e apresenta certa exatidão para uma faixa definida de temperatura. Os exemplos citados permitem a aquisição de dados para se fazer uma análise quantitativa de

um determinado fenômeno. Porém, quando o objetivo é apenas observar e discutir sobre o experimento, há uma gama de aplicações e metodologias que podem ser utilizadas com maior praticidade utilizando a Eletrônica; mais à frente será apresentada uma proposta qualitativa utilizando tais recursos. Em suma, o comércio de componentes eletrônicos ainda se encontra forte no mercado, disponibilizando material de baixo custo e de qualidade, que pode ser utilizado para suprir a demanda das atividades experimentais em sala de aula.

Um ponto importante a ser discutido é a formação necessária que o professor deve ter para fazer uso dessa metodologia. Aqui, não há nenhuma exigência de formação técnica ou superior voltada para as áreas que trabalhem com eletricidade ou eletrônica. O mínimo exigido é que o professor tenha um olhar mais minucioso e vontade para criar ou fazer adaptações nos aparelhos que já se encontram no mercado. Quanto ao processo de criação, este pode ser realizado usando como apoio os tutoriais, manuais e/ou catálogos de equipamentos e/ou componentes eletrônicos que são facilmente encontrados na *Internet*. Portanto, fazendo uso de sua formação (conceitos básicos, como associação de componentes e utilização de ferramentas, como multímetro, por exemplo) e recorrendo aos catálogos expostos na *Internet*, essa metodologia torna-se bastante viável. De acordo com o grau de dificuldade e tempo necessário para a realização da atividade, ela pode ser apresentada como uma demonstração ou construída junto com os alunos.

Quanto ao aluno, também não é necessário nenhuma formação específica. O professor será o mediador e apresentará os conceitos básicos que são importantes para o desenvolvimento do experimento, sem que este seja uma simples reprodução tradicional.

A manipulação e ligação de componentes eletrônicos tornam-se interessantes, pois, além de constituir uma atividade prática, quebrando a rotina da sala de aula, aproxima os conteúdos trabalhados em temas que ficam muito subjetivos à compreensão dos alunos (como associação de resistores e capacitores) e apresenta novas ferramentas até então desconhecidas pelos mesmos.

Uma grande quantidade de material bom pode ser encontrada disponível na *Internet*, como aulas, experimentos e tutoriais (por exemplo, o portal PION encontrado no *site* da Sociedade Brasileira de Física; vídeo-aulas do projeto “Sei Mais Física”, coordenado por professores do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense – IF-UFF). Esses experimentos já existentes também podem ser adaptados fazendo-se uso da Eletrônica. A adaptação de aparelhos eletro-eletrônicos pode ser feita sendo trabalhada em conjunto com *softwares* que também podem ser encontrados na *Internet*. Porém, os *hardwares* também apresentam características importantes que são despercebidas por muitos.

2.1.1 – Recursos Computacionais: *softwares e hardwares*

Diante de tantos avanços tecnológicos não há como fechar os olhos e seguir com uma postura imutável; com o fácil acesso aos recursos computacionais (podendo ser utilizados para uso pessoal num processo de atualização do professor ou para auxiliar no ensino, por exemplo), surge mais um caminho que possibilita diminuir as dificuldades referentes à abordagem experimental. Para Hohenfeld e Penido (2009, p. 2):

[...] se por um lado esses avanços estruturam novas possibilidades de interação por outro, tem revelado novas necessidades e desafios para o ensino de Física, principalmente porque, buscamos atender as exigências de participação crítica do indivíduo na sociedade, numa busca transformadora do paradigma atual. [...] Assim, consideramos necessária uma reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem que podem ser mediados pelas TIC (tecnologias de informação e comunicação), em particular, as simulações no computador. [...] Nas atividades de professor sentimos que as demonstrações experimentais propiciam uma melhor aproximação dos estudantes com os fenômenos.

Em um intervalo de tempo muito pequeno a sociedade é bombardeada com aparelhos eletrônicos cada vez mais modernos, práticos e inteligentes; é a era digital em desenvolvimento contínuo. E, diante dessa situação, não se pode ignorar os recursos que são apresentados para aplicação na educação.

Os recursos computacionais já estão presentes no processo de ensino/aprendizagem; apresentam-se na forma de simulações, animações, *Internet*, vídeos, fóruns, etc. Porém, a atenção é voltada para os *softwares*. Pode-se encontrar muita informação e recurso nos periféricos de um computador ou celular; os *hardwares* possuem características interessantes que podem ser exploradas para o ensino.

Hoje em dia, todos os computadores possuem saídas USB que dispõem de uma alimentação de 5V para dar conta de periféricos a elas conectados. Portanto, já é possível usufruir de uma fonte para alimentar um circuito que utilize essa ddp (assim como 12 V da própria fonte do micro, por exemplo) de forma prática. Câmeras e mouses também são dotados de sensores que podem ser reaproveitados para o desenvolvimento de um experimento.

Quanto aos *tablets* e celulares mais atuais, esses, além de serem práticos para transporte, possuem uma série de recursos que podem ser explorados. Alguns *tablets*, por exemplo, possuem acelerômetros, magnetômetros, giroscópio, fotômetro, microfone e

câmera, como é constatado em Vieira e Lara (2013a, 2013b). Alguns desses sensores, acrescentados a circuitos eletrônicos externos, propiciam a construção de experimentos que explicam ramos diferentes da Física.

Apesar de *tablets* e celulares que possuam todos esses recursos serem de preço elevado e de alguns *softwares* que trabalham em conjunto com o experimento para analisar de forma quantitativa (ou até mesmo interativa) serem pagos, esses recursos são válidos, desde que sejam utilizados coerentemente com a condição socioeconômica dos alunos, do professor e, conseqüentemente, da escola.

CAPÍTULO 3 – ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE TRANSMISSÃO DE CALOR

Darei continuidade apresentando um projeto de cunho inovador que toma uma atividade experimental como ponto de partida para uma aula, visando atrair a atenção dos alunos e dinamizar o binômio ensino/aprendizagem. A atividade tem por objetivo discutir as formas de propagação de calor (assunto encontrado na área de Termologia - Calorimetria) de forma qualitativa, utilizando um circuito eletrônico de simples montagem e baixo custo.

De acordo com o que Borges (2002) apresenta em seu trabalho quanto aos aspectos das atividades investigativas, a atividade proposta tem por objetivo único a observação e exploração do fenômeno a ser abordado (fazendo analogias com o cotidiano e não apenas comprovando leis e/ou teorias) além de responsabilizar os alunos pelo processo de investigação, sem se preocupar com números ou resultados esperados. Ainda citando Tamir² (1991, apud BORGES, 2002, p. 305), podemos classificar a atividade como de nível 1, onde "o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões".

Entretanto, considerando os problemas citados anteriormente (como carga horária reduzida), sugiro que a atividade seja conduzida como uma demonstração, mas que permita a participação efetiva dos alunos, interagindo com o experimento e levantando questões sobre o observado. Isto é, que seja uma demonstração investigativa.

3.1 – Metodologia

Como podemos observar em Abib e Araújo (2003), as atividade experimentais podem ser agrupadas em categorias conforme seu desenvolvimento e tratamento do conteúdo. São elas:

- Ênfase Matemática;
- Grau de Direcionamento;
- Uso de Novas Tecnologias;
- Cotidiano;
- Montagem de Equipamentos.

² TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: OOLNOUGH, B. (ed.) *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

O experimento a ser apresentado se enquadra nas últimas quatro categorias, excluindo a primeira visto que o objetivo é apenas uma análise qualitativa dos resultados.

O grau de direcionamento tenderá a uma prática investigativa; o experimento será exposto pelo professor (já de posse do mesmo construído) e a partir deste poderá investigar, através de situações propostas, os conhecimentos prévios dos alunos, trazendo de forma interativa e sutil suas concepções alternativas para serem discutidas. O caráter investigativo se estende à manipulação do material pelos alunos para idealizarem situações e hipóteses referentes ao tema.

Apesar de ser uma atividade que aborde assuntos voltados para a área de Calorimetria, esta dispõe de recursos e componentes eletrônicos, envolvendo temas de outras áreas da Física, como Eletrodinâmica, por exemplo. Desse ponto de vista, considero o uso de novas tecnologias como a utilização de componentes eletrônicos na montagem de circuitos.

A demonstração do experimento será acompanhada de discussão e analogias com o cotidiano do aluno para que este possa relacionar as situações propostas com o que ocorre no seu dia-a-dia.

Quanto à montagem de equipamentos, essa é a categoria chave. A princípio o professor levará o experimento já confeccionado. Porém, após apresentação, discussão do experimento e apresentação teórica do conteúdo, a proposta é que os alunos montem (em grupo) o circuito.

3.2 – Material utilizado

O material utilizado é de baixo custo e alguns itens podem ser encontrados na própria casa do aluno. São eles:

- 1 carregador de celular;
- 1 vela;
- 1 LED;
- 1 *termistor*;
- 1 *buzzer* (buzina);
- 2 m de fio fino rígido;
- 1 *protoboard*;
- 1 caixa de fósforos
- 1 ferro de soldar ou um ferro de passar roupa.

3.3 – Apresentação

De posse do experimento, o professor criará situações e perguntará a opinião dos alunos. Por exemplo: com a vela acesa, o professor colocará uma mão acima e a outra ao lado da chama da vela, a uma distância de 15 cm, aproximadamente (Figura 1) – nesse momento o(s) aluno(s) podem (devem!) ser convidados a fazer essa ação. Então perguntará aos alunos em qual região a temperatura é maior e qual a razão disso.



Figura 1 – Percepção da intensidade de calor em posições distintas. (Foto do autor).

Depois, já com a resposta dos alunos, utilizando o circuito eletrônico, mostrará que a mão que ficou acima está em uma área em que a temperatura é maior. Isso ocorrerá da seguinte forma: com o *termistor* localizado acima da vela (Figura 2) perceberemos que o LED (Diodo Emissor de Luz) /*buzzer* emitirá um sinal luminoso/sonoro; quando o *termistor* estiver localizado ao lado da vela, nada acontecerá (Figura 3).

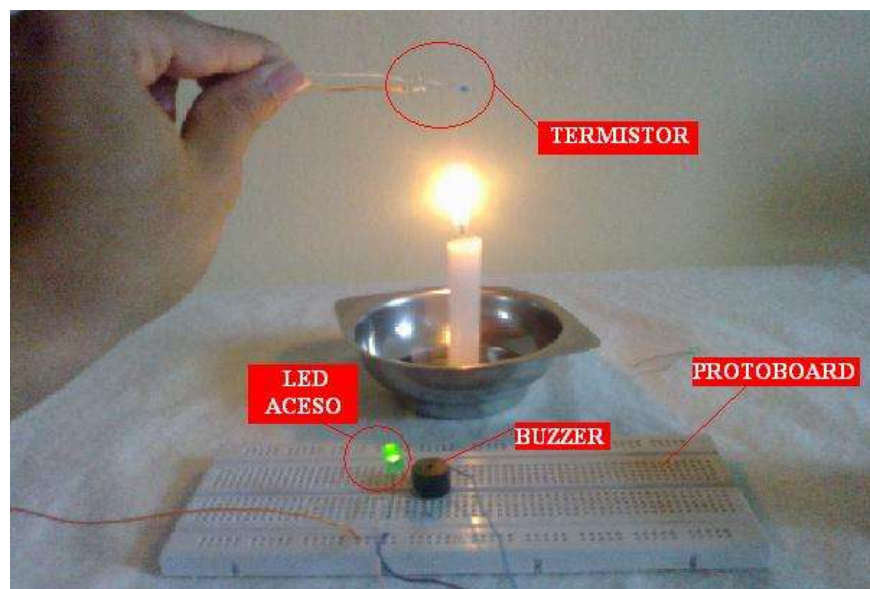


Figura 2 – *Termistor* posicionado acima da chama, a uma distância, provocando emissão de luz pelo LED. (Foto do autor).

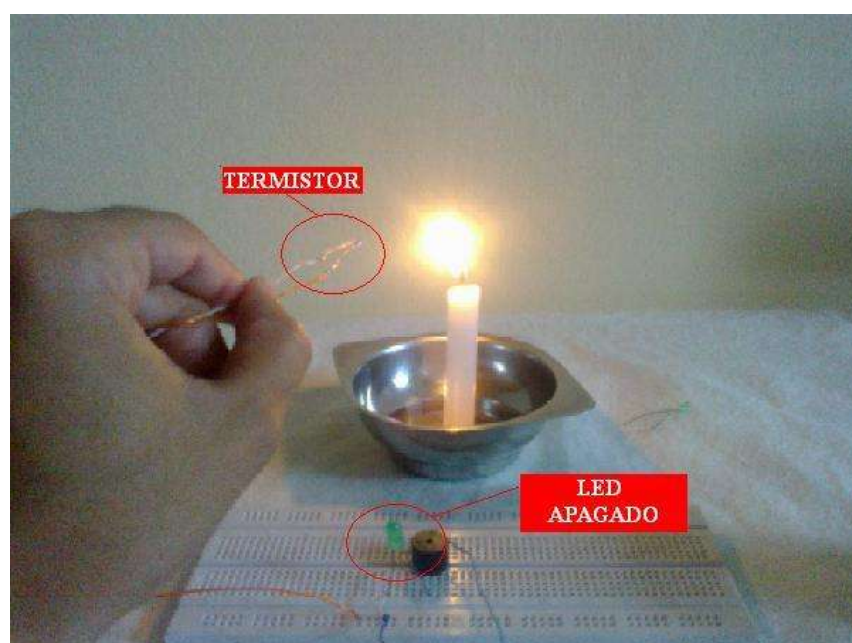


Figura 3 – *Termistor* posicionado lateralmente à chama, aproximadamente à mesma distância da Figura 2, não provoca emissão de luz pelo LED. (Foto do autor).

Essas observações são feitas porque quando o *termistor* está acima, o calor é absorvido de duas maneiras: radiação (ondas eletromagnéticas, as quais são capazes de se propagar em qualquer meio, inclusive no vácuo) e convecção (o ar mais próximo da chama é aquecido, tornando-se menos denso e se deslocando na direção vertical para cima. Tal deslocamento constitui uma corrente de convecção ascendente.); quando está ao lado da vela,

a absorção é somente através de radiação e a quantidade de calor não é suficiente para permitir que o LED/*buzzer* emita o sinal. Entretanto, se posicionarmos o *termistor* tão próximo da chama, onde a temperatura é maior, o mesmo apresentará uma resistência menor e então permitirá que o LED/*buzzer* sejam acionados.

Depois pegará o ferro de soldar (ligado) e aproximará do *termistor*. Novamente, nada acontecerá. Porém, encostando a ponta do ferro em um dos terminais (“pernas”) do *termistor* perceberemos que o LED/*buzzer* acionará (Figura 4). Daí pode-se discutir a propagação de calor por condução (os átomos do terminal em que o ferro está em contato passam a vibrar com maior intensidade devido à absorção de calor do ferro. Essa agitação é transmitida aos átomos vizinhos, os quais também aumentam sua energia cinética aquecendo as regiões ao redor. Esse processo ocorre até o “elemento” do *termistor* onde aumentará sua temperatura e diminuirá sua resistência.

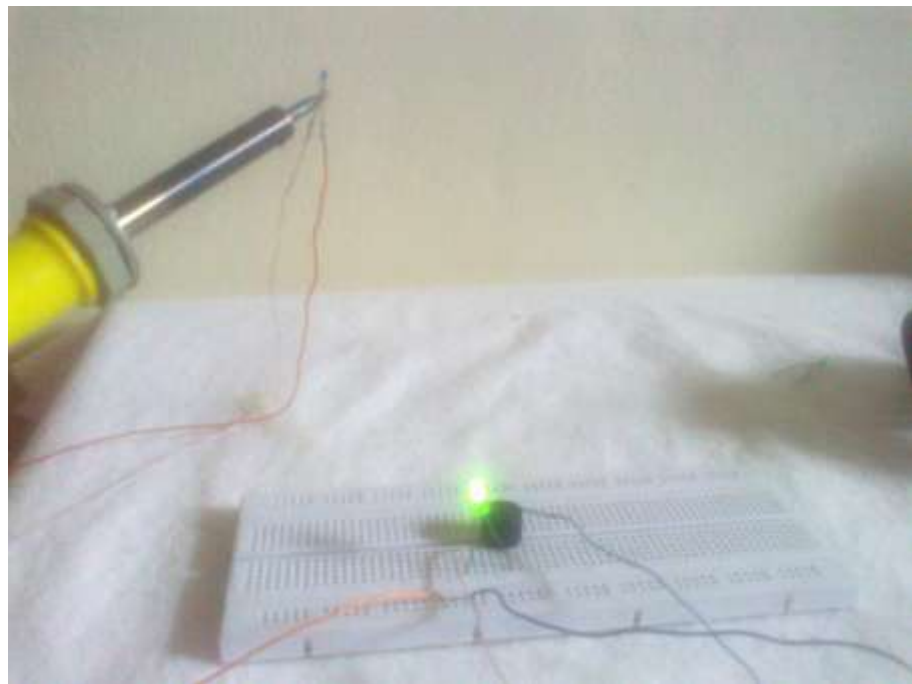


Figura 4 – Aquecimento do *termistor* provocado por um ferro de soldar. (Foto do autor).

Então, com auxílio do experimento, o professor poderá estabelecer um debate conceitual sobre o conteúdo, fazendo comparações com as situações apresentadas.

3.4 – Montagem

A montagem do experimento pelos alunos será decidida pelo professor. Porém, é interessante que os alunos montem o *kit* porque, além de desenvolver o conteúdo trabalhado na disciplina, isso proporciona: o contato com ferramentas desconhecidas, o trabalho coletivo (pois a turma deve ser dividida em grupos de 3 a 4 pessoas) e a identificação de habilidades possivelmente até então inexploradas.

Para montagem do *kit* será necessária a apresentação de alguns conteúdos que podem ser desconhecidos pelos alunos (como citado anteriormente, conteúdos encontrados na Eletrodinâmica). O professor, de forma clara e objetiva (mas sem se aprofundar nos assuntos), deverá discutir conceitos básicos como corrente elétrica, diferença de potencial, resistores e associação de componentes em série/paralelo (Apêndice 8.1). Essa discussão é importante para que os alunos, durante o processo, compreendam o que estão fazendo, e não apenas reproduzam algo que lhes é apresentado. Os componentes serão mostrados concomitantemente aos conteúdos complementares.

O processo de montagem é simples. Primeiro os fios serão enrolados nos terminais do *termistor* (isso será feito para que seja possível ter mobilidade com o componente quando o aproximarmos da vela – 1 m em cada terminal – Figura 5).



Figura 5 – Fios enrolados nos terminais do *termistor*. (Foto do autor).

Depois conectaremos todos os componentes em série no *proto-board* (placa para construção de protótipos e que contém furos e conexões para montagem de circuitos

elétricos/eletrônicos - Figura 6), ou seja, um terminal do *termistor* (fio emendado) em um terminal do LED; o outro terminal do LED num terminal do *buzzer* (atentar para a polarização do LED e do *buzzer*). Nesta situação, o positivo do LED com o negativo do *buzzer* é uma opção). Por fim, conectaremos o carregador de celular (fonte) no circuito para alimentá-lo (positivo do *buzzer* com positivo da fonte e, a outra extremidade do *termistor*, no negativo do carregador).

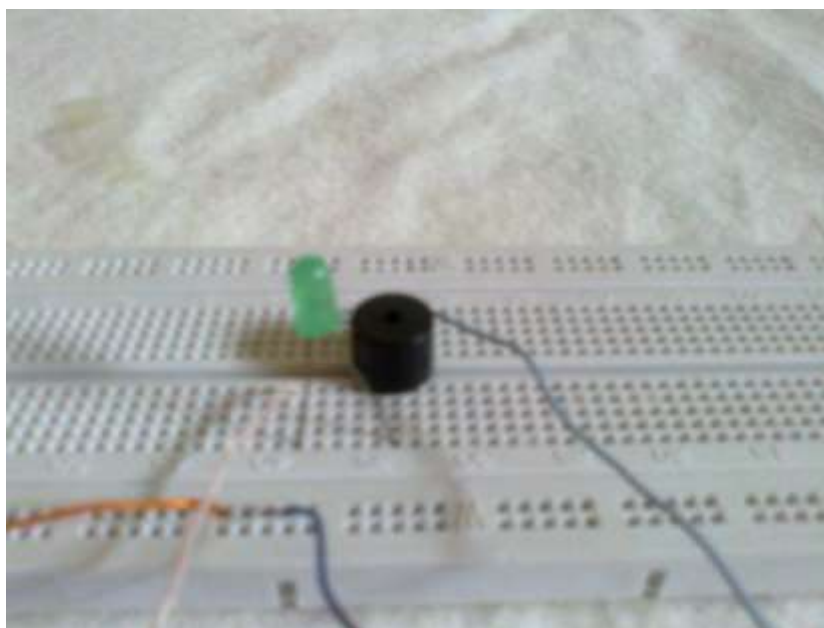


Figura 6 – Montagem do circuito no *protoboard*. (Foto do autor).

Finalmente, em um pires (ou outro lugar conveniente) fixaremos a vela acesa.

3.5 – Avaliação

A proposta (montagem do experimento e/ou observações feitas) pode ser utilizada como método avaliativo. Essa avaliação pode ser realizada a partir de uma das situações: compreensão e participação na aula (expositiva), ou compreensão da aula e construção do experimento.

A primeira se caracteriza por uma Folha de Atividades (Apêndice 8.2) contendo perguntas que relacionam o conteúdo apresentado com o cotidiano do aluno. Ressalto que as questões elaboradas nada têm de confusas e não fogem ao que foi exposto durante a aula, ou seja, não há introdução de conteúdos desconhecidos que conduzam os alunos a respostas inadequadas (LUCKESI, 2006); pelo contrário, são diretas e objetivas, a fim de que os alunos

leiam o enunciado e compreendam o que se pede. O objetivo é verificar a evolução dos estudantes quanto às opiniões expostas durante a aula; a participação dos mesmos durante a apresentação será mais uma forma de avaliá-los.

Quanto à segunda, podemos caracterizá-la como a primeira somada à atividade experimental reproduzida pelos alunos. A avaliação será feita através do desempenho nas respostas à Folha de Atividades, a participação na aula e na montagem do *kit*.

Vale frisar que, o uso de circuitos eletrônicos permite práticas experimentais multisensoriais, propiciando uma conduta inclusiva. Para Ribeiro e Oliveira (2011, p.1):

A inclusão representa um avanço em relação ao movimento de integração social já adotado pela sociedade, que pressupunha o ajustamento da pessoa com deficiência para sua participação no processo educacional desenvolvido pelas escolas comuns regulares.

A viabilidade para manipular componentes que produzam sinais sonoros ou luminosos é grande. Portanto, alunos que possuem ou não total função auditiva ou visual podem participar das atividades que utilizem esse recurso e compreender os conceitos trabalhados. Aqui, por exemplo, o uso do LED e do *buzzer* possibilita a participação de alunos que possuam ou não deficiências sensoriais; quando o *termistor* atingir uma determinada temperatura o *buzzer* emitirá um som contínuo. Esse som aumentará conforme a temperatura do *termistor* for aumentando (o mesmo é válido para o brilho do LED, que será cada vez mais intenso se a temperatura continuar aumentando). Ou seja, os experimentos podem ser adaptados conforme a situação.

CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 – Aplicação

Na tentativa de avaliar a qualidade e o desempenho da atividade, esta foi aplicada em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, no Colégio Estadual Aurelino Leal (CEAL), em novembro de 2012. Trata-se de uma escola na área urbana da cidade de Niterói, bem próxima ao Campus Praia Vermelha da UFF, onde fica o IF; a turma em questão era do turno da noite, com 21 (vinte e um) alunos presentes na aula em que foi realizada a atividade. Cabe esclarecer que o autor deste trabalho já vinha acompanhando as aulas de Física há 4 (quatro) meses na turma. Isto é importante de ser expresso para que fique claro que os alunos já estavam acostumados à presença e à participação do autor da proposta em sala de aula.

Como sugerido no capítulo anterior, o experimento foi apresentado de forma demonstrativa e utilizado como ponto de partida da aula, ou seja, como problematização do tema Propagação de calor. Houve um processo investigativo, durante o qual perguntas foram feitas aos alunos sobre o que observavam e o que pensavam sobre as situações propostas. Vale lembrar que essa atividade foi apresentada durante minha regência (um dos métodos avaliativos da disciplina Pesquisa e Prática de Ensino 4 – PPE 4), na qual o licenciando ministra uma aula em uma determinada escola. A aula ocorreu excepcionalmente no laboratório de Ciências do CEAL, onde pudemos ficar mais à vontade para realizar o experimento.

O objetivo principal era fazer a apresentação para a turma de primeiro ano do Ensino Médio regular. Porém, os alunos da turma da Educação de Jovens e Adultos – Terceiro Ano (EJA 3) se interessaram em assistir e participaram da aula por livre vontade. Acredito que essa atitude é uma fuga da rotina da sala de aula (a ida ao laboratório de Ciências ou outros ambientes que diferem da sala de aula se dá de forma esporádica).

O processo ocorreu da seguinte forma: apresentação inicial do experimento; análise das observações e conhecimentos prévios dos alunos (suas concepções alternativas); discussão teórica sobre as formas de propagação de calor, utilizando o quadro negro e fazendo alusão ao experimento apresentado, de forma intercalada; contextualização com o cotidiano (discussão sobre efeito estufa e aquecimento global, por exemplo); conclusão e aplicação da Folha de Atividades para ser devolvida na semana seguinte. Essa última etapa foi aplicada somente à turma de primeiro ano do Ensino Médio.

4.2 – Análise dos Resultados

Não obstante a demonstração ter sido realizada durante a regência (onde estava sendo avaliado), a aula ocorreu de forma tranquila e proveitosa, sob meu ponto de vista. Dúvidas sobre o experimento e sobre os conteúdos teóricos foram levantadas pelos alunos; houve participação efetiva de todos, incluindo os 10 (dez) alunos do EJA 3, que estavam ali sem compromisso.

Na semana seguinte a Folha de Atividades foi recolhida e corrigida. De forma paradoxal, os resultados demonstravam um resultado insatisfatório. Digo isso, pois, durante a aula, a participação deles (respondendo às questões levantadas e fazendo analogias) demonstrava a compreensão do que lhes era apresentado. Além disso, houve cópia das respostas, o que, na verdade, foi a reprodução de uma matriz que estava com uma série de erros.

Diante dessa situação, fui em busca de respostas e de uma explicação sobre a inconsistência dos resultados. Eu, a professora responsável pela turma e os alunos nos reunimos para discutir o porquê de tal resultado; foi uma conversa franca e objetiva; perguntamos se a linguagem da Folha de Atividades estava clara e o que acharam quanto ao grau de dificuldade das questões. Segundo os alunos, a leitura estava acessível, mas fizeram a atividade sem preocupação, pois eles não precisavam mais de pontos para serem aprovados na disciplina de Física! Ou seja, foi constatada e ratificada a presença de um paradigma que assombra o binômio ensino/aprendizagem: a solidez das práticas *behavioristas* e a dicotomização da ética e da formação, uma vez que entregaram um trabalho copiado pois já haviam sido aprovados na disciplina.

Enfim, depois de longa conversa, alguns alunos se disponibilizaram para refazer a atividade escrita. Um deles retornou com as questões respondidas, mas com um aproveitamento muito melhor comparado ao anterior.

Ou seja, o que se encontra presente em muitas instituições de ensino é um modelo onde os alunos se prendem à quantidade de pontos que precisam somar para serem aprovados em uma disciplina, ficando condicionados à obtenção de uma nota e não à aquisição de conhecimentos; a sua formação é relacionada a uma nota final. O que presenciei foi isso. Talvez, essa intervenção, por meio do diálogo, tenha contribuído um pouco para que eles percebessem que o importante é a compreensão dos conceitos trabalhados e a utilização desses no seu dia-a-dia. O retorno positivo, ainda que de um aluno, retrata que, aos poucos, e com relações francas, é possível sim mudar o que está enraizado sócio-culturalmente nas

interações que ocorrem na sala de aula e na escola como um todo. No caso em questão, os alunos reconheceram que não fizeram o trabalho de responder a Folha de Atividades em casa porque não precisavam dos pontos que dele redundaria; limitaram-se a copiar as respostas sem ao menos ler o que estavam copiando. Na verdade, eles saberiam responder se tivessem o interesse e o cuidado para fazê-lo. O aluno que entregou o trabalho novamente relatou que respondeu tudo sozinho e não teve dificuldade. Isso valida a atividade e a avaliação da mesma.

A interação dialógica com a turma serviu para que não caíssemos na falsa interpretação de que a atividade tivesse sido fora do alcance do nível de conhecimento dos alunos, ou então que as perguntas da Folha de Atividades estivessem mal formuladas. Com o diálogo tudo ficou claro, com os alunos assumindo a responsabilidade pelo descompromisso com a avaliação proposta.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa monografia tem por objetivo principal propor uma metodologia inovadora, com foco na exploração de atividades práticas/experimentais, capaz de auxiliar o professor de Física frente à apresentação dos conteúdos e, ao mesmo tempo, atrair a atenção dos alunos para uma aula mais dinâmica.

Foi utilizada uma bibliografia densa, tal que, apoiando-se em vários autores construtivistas e com opiniões convergentes, percebe-se a necessidade que há de mudar o sistema educacional que se encontra engessado por décadas, sofrendo pequenas mudanças diante de tantas propostas apresentadas. De forma clara, uma das principais mudanças a ser concretizada é o reajuste salarial dos professores; tal feito proporcionará um maior estímulo ao profissional da educação para continuar o seu trabalho com qualidade. Entretanto, mesmo diante desse (e de tantos outros...) problema, o professor deve ser acima de tudo um profissional ético, manter-se atualizado e ser capaz de atender com honestidade e destreza os alunos, de forma dialógica, em sala de aula.

A atividade didático-metodológica apresentada no capítulo 4 é um recurso viável para facilitar a compreensão dos alunos e concretizar os fenômenos estudados. Porém, não deve ser apresentada unicamente como uma demonstração; todo o processo deve ser investigativo: desde o início, quando o experimento é apresentado, até a correção da Folha de Atividades. Isso está claro ao se observar os resultados da atividade escrita. A relação dialógica é fundamental para avaliar o que deu certo ou errado, podendo ser melhorado.

A situação que me deparei ao observar os resultados da atividade escrita era contraditória à postura dos alunos no laboratório durante a apresentação da aula; nesta, eles participavam questionando e sugerindo exemplos de acordo com o que lhes era apresentado; na atividade escrita, reproduziram o que parece estar tão solidificado nas instituições de ensino: uma carência na escrita/leitura e a cópia de respostas dos colegas de turma. E foi através de um diálogo franco e direto com a turma e com a professora regente que pude avaliar a qualidade da atividade e ao mesmo tempo, orientá-los a manter uma postura responsável diante das situações que lhes são apresentadas de forma geral. O retorno, ainda que pequeno, de um aluno, mas demonstrando uma compreensão do que foi exposto na aula, ratifica a importância dessa interação. Por isso reitero que o diálogo entre professor e alunos é fundamental, pois é através desse que formaremos indivíduos capazes de refletir e atuar socialmente.

6 – OBRAS CITADAS

ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n. 3, junho, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 01 outubro 2012.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19(3), 2002. p. 291 – 313. Disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>>. Acesso em: 17 dezembro 2012.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>>. Acesso em: 05 janeiro 2013.

BRASIL, MEC. *Guia de Livros Didáticos do PNLD 2012*, Física. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, p. 7-24, 2011. Disponível em: <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1390/Guia_PNLD_2012_Fisica.pdf>. Acesso em: 22 outubro 2012.

____ Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 25 novembro 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

GUADAGNINI, Paulo H.; BARLETTE, Vânia E. Um termômetro eletrônico de leitura direta com termistor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 3, p. 369 – 375, 2005. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v27_369.pdf>. Acesso em: 02 janeiro 2013.

HESSEL, R.; et al. Contadores eletrônicos no laboratório didático. Parte I. Montagem e aplicações. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, 1501, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301501.pdf>>. Acesso em: 04 novembro 2012.

HOHENFELD, Dielson P.; PENIDO, Maria Cristina. Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física. VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENEC), Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viienepec/index.php/enpec/viienepec/paper/viewFile/663/248>>. Acesso em: 30 abril 2012.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da Aprendizagem: domínio e/ou desenvolvimento? Disponível em: <http://www.luckesi.com.br/textos/abc_educatio/abceducatio_54_dominio_e_desenvolvimento_26062006.pdf>. 2006. Acesso em: 23 junho 2012.

MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 3(2): 66-78, ago. 1986. Disponível em:

<<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7917>>. Acesso em: 20 outubro 2012.

PEREIRA, Marcus Vinicius; BARROS, Susana de Souza; FAUTH, Leduc Hermeto de Almeida. Análise de vídeos produzidos por alunos do ensino médio como atividade de laboratório didático de física. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0015-1.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2012.

RIBEIRO, Luís Henrique das Neves; OLIVEIRA, Alexandre Lopes. Experimento de baixo custo no ensino de absorção de calor sob a perspectiva inclusiva. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Manaus, 2011. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0341-1.pdf>>. Acesso em: 02 janeiro 2013.

RIO DE JANEIRO, SEEDUC. Currículo Mínimo 2012 - Física. Secretaria de Estado de Educação. 2011. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 20 dezembro 2012.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos.

In: NÓVOA, A. (Org) *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 77 – 91.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 9 – 55.

VIEIRA, Leonardo Pereira; LARA, Vitor de Oliveira Moraes. Física em tablets: A segunda Lei de Newton. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2013. São Paulo, 2013a. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0839-2.pdf>>. Acesso em: 03 fevereiro 2013.

_____. Obtendo fotografias macro com a técnica da gota d'água. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2013. São Paulo, 2013b. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0804-1.pdf>>. Acesso em: 03 fevereiro 2013.

7 – OBRAS CONSULTADAS

ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n. 3, junho, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 01 outubro 2012.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19(3), 2002. p. 291 – 313. Disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>>. Acesso em: 17 dezembro 2012.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>>. Acesso em: 05 janeiro 2013.

BRASIL, MEC. *Guia de Livros Didáticos do PNLD 2012*, Física. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, p. 7-24, 2011. Disponível em: <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1390/Guia_PNLD_2012_Fisica.pdf>. Acesso em: 22 outubro 2012.

____ Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 25 novembro 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de Professores de Ciências*. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 15 ed. São Paulo: Paz e Terra. 2000

GUADAGNINI, Paulo H.; BARLETTE, Vânia E. Um termômetro eletrônico de leitura direta com termistor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 3, p. 369 – 375, 2005. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v27_369.pdf>. Acesso em: 02 janeiro 2013.

HESSEL, R.; et al. Contadores eletrônicos no laboratório didático. Parte I. Montagem e aplicações. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, 1501, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/301501.pdf>>. Acesso em: 04 novembro 2012.

HOHENFELD, Dielson P.; PENIDO, Maria Cristina. Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física. VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENEC), Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viienepec/index.php/enpec/viienepec/paper/viewFile/663/248>>. Acesso em: 30 abril 2012.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da Aprendizagem: domínio e/ou desenvolvimento? Disponível em: <http://www.luckesi.com.br/textos/abc_educatio/abceducatio_54_dominio_e_desenvolvimento_26062006.pdf>. 2006. Acesso em: 23 junho 2012.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem e ética. *Revista ABC EDUCATIO*, nº 54, março de 2006, p. 20-21. Disponível em: <http://www.luckesi.com.br/textos/abc_educatio/abceducatio_54_avaliacao_da_aprendizagem_e_estica.pdf>. Acesso em: 23 junho 2012.

MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 3(2): 66-78, ago. 1986. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7917>>. Acesso em: 20 outubro 2012.

OLIVEIRA, Romualdo Portela et al. *Organização do ensino no Brasil*. 2 ed. São Paulo: Xamã, 2007.

PEREIRA, Marcus Vinicius; BARROS, Susana de Souza; FAUTH, Leduc Hermeto de Almeida. Análise de vídeos produzidos por alunos do ensino médio como atividade de laboratório didático de física. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0015-1.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2012.

PIETROCOLA, Maurício; BROCKINGTON, Guilherme. Recursos Computacionais Disponíveis na Internet para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea. Disponível em: <http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/congressos/Pietrocola_RECursos_COMPUTACIONAIS_DISPONIVEIS_NA_INTERNET_PARA_O_ENSINO_DE_FISICA_MODERNA_E_CONTEMPORANEA.pdf>. Acesso em: 04 abril 2012.

RIBEIRO, Luís Henrique das Neves; OLIVEIRA, Alexandre Lopes. Experimento de baixo custo no ensino de absorção de calor sob a perspectiva inclusiva. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Manaus, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0341-1.pdf>>. Acesso em: 02 janeiro 2013.

RIO DE JANEIRO, SEEDUC. Currículo Mínimo 2012 - Física. Secretaria de Estado de Educação. 2011. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 20 dezembro 2012.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org) *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 77 – 91.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2002. p. 9 – 55.

VIEIRA, Leonardo Pereira; LARA, Vitor de Oliveira Moraes. Física em tablets: A segunda Lei de Newton. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2013. São Paulo, 2013a.

Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0839-2.pdf>>. Acesso em: 03 fevereiro 2013.

____ Obtendo fotografias macro com a técnica da gota d'água. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) 2013. São Paulo, 2013b. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0804-1.pdf>>. Acesso em: 03 fevereiro 2013.

8 – APÊNDICES

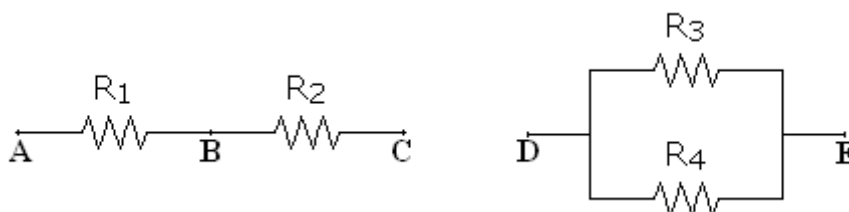
8.1 – Alguns conceitos importantes

Corrente elétrica: movimento ordenado dos elétrons no interior de um condutor quando o mesmo está submetido a uma diferença de potencial.

Tensão elétrica: é a diferença de potencial (ddp) entre dois pólos de um gerador, onde um pólo apresenta falta de elétrons enquanto o outro excesso dos mesmos. Exemplo de gerador: pilha.

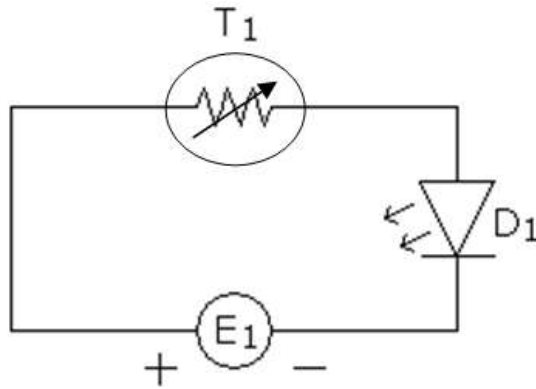
Resistência elétrica: característica dos resistores (componentes utilizados em circuitos eletrônicos), a qual dificulta a passagem de corrente elétrica nesses componentes.

Termistor: componente eletrônico (resistor termicamente sensível) que varia sua resistência de acordo com a mudança da temperatura. Podem ser NTC (resistência diminui quando a temperatura aumenta) ou PTC (resistência aumenta quando a temperatura aumenta).



Resistores R1 e R2 ligados em série e resistores R3 e R4 ligados em paralelo.

- Quando dois ou mais resistores são ligados um após o outro, diz-se que eles estão ligados em série (R1 e R2 na figura acima). A intensidade de corrente que passa por todos os resistores é a mesma, enquanto o resistor com maior resistência estará sujeito a uma maior ddp;
- Quando dois ou mais resistores são ligados de forma que seus terminais estão submetidos a uma mesma ddp, diz-se que eles estão em paralelo (resistores R3 e R4 na figura acima). Neste caso a corrente se divide entre os resistores, sendo que a parcela maior de corrente vai para a resistência menor.



Esquema de um *termistor* (T_1) em série com um LED (D_1) alimentados por uma fonte (E1).

8.2 – Folha de atividades

ESTUDO DA PROPAGAÇÃO DE CALOR ATRAVÉS DO USO DA ELETRICIDADE E DO TERMISTOR.

Com base na atividade apresentada, responda as questões abaixo: (Use uma folha para escrever as respostas apenas).

- 1) Quais são as formas de transmissão de calor?
- 2) Como se dá a propagação de calor para o *termistor* quando o mesmo é colocado acima da chama? Lembre-se das propriedades do *termistor* e explique o processo.
- 3) E ao lado da chama? O processo ocorre da mesma forma? Justifique.
- 4) Na situação anterior é necessária a presença de um meio material para a energia ser transferida? Qual? Por quê?
- 5) Quando a ponta do ferro de solda aquecida é encostada em um dos terminais do *termistor*, este absorve calor e logo após a lâmpada se acende. Como se deu essa absorção?
- 6) Na situação da pergunta 5 foi necessário um meio material para haver a transferência de calor? Qual?
- 7) Explique com suas palavras, e de forma geral, cada processo citado na primeira questão.
- 8) Dê exemplos de aplicações dos processos de transmissão de calor.
- 9) Cite 2 exemplos de materiais bons e 2 de maus condutores de calor.
- 10) Identifique no seu cotidiano 1 exemplo de objeto bom e 1 de mau absorvedor de calor.