



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

JOÃO PAULO SOARES

**EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA**

**FORTALEZA-CE
2014**

JOÃO PAULO SOARES

EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Física – Pós-Graduação Lato Sensu, Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr.(a) Talita Felipe Vasconcelos

Fortaleza
2014

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

S652e

Soares, João Paulo

Experimento com o uso de materiais de baixo custo como ferramenta pedagógica aplicada ao ensino de Física / João Paulo Soares. – Fortaleza, 2014.
63 f.: il. color. enc.; 30 cm.

Monografia (Especialização em Ensino de Física) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Programa de Pós-Graduação em Física, Curso de Especialização em Ensino de Física, Fortaleza, 2014.

Orientação: Prof.^a Dra. Talita Felipe Vasconcelos.

Área de concentração: Educação - Ensino de Física.

1. Ensino de Física. 2. Eletricidade - circuitos elétricos. 3. Aprendizagem experimental.
4. Ensino Médio. I. Vasconcelos, Talita Felipe. II. Título.

CDD 537.370

JOÃO PAULO SOARES

EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Física – Pós-Graduação Lato Sensu, Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr.(a) Talita Felipe Vasconcelos

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a) Talita Felipe de Vasconcelos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.
Universidade Federal do Ceará

Prof.
Universidade Federal do Ceará

A Deus todo poderoso pela força que me proporciona.

Aos meus pais, Francisco Ivan Soares (in memória) e minha mãe Maria Suzana de Oliveira Soares.

AGRADECIMENTOS

A Professora Dr^a. Talita Felipe de Vasconcelos pela orientação na realização deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

À professora coordenadora do curso, Dr^a Eloneid Felipe Nobre, pela oportunidade de crescimento profissional e acadêmico durante o andamento deste curso de pós-graduação.

O professor Dr. Giovanni Cordeiro Barroso, por ter participado da banca, pelas contribuições dadas ao trabalho de monografia.

O professor Me. Cleuton Freire, membro da banca, pelas contribuições dadas acerca de experimentos de baixo custo e ao trabalho de monografia.

Aos nobres professores do curso de Especialização em Ensino de Física pela transmissão de seus conhecimentos que possibilitaram a experiência e idéias para realização deste trabalho.

A minha mãe, companheira de todas as horas, que me incentiva em minha profissão e me apoia para a qualificação do meu trabalho, minha eterna gratidão.

Ao meu pai (in-memória), pelo companheirismo, entusiasmo, conselhos e pela força que me deu ao longo de sua vida, de onde o Senhor estiver sei que estará orgulhoso do nosso trabalho.

Aos meus queridos alunos que participaram com muito entusiasmo e dedicação no decorrer das atividades propostas para a realização deste trabalho.

"As coisas mais maravilhosas que podemos experimentar são as misteriosas. Elas são a origem de toda verdadeira arte e ciência. Aquele para quem essa sensação é um estranho, aquele que não mais consegue parar para admirar e extasiar-se em veneração, é como se estivesse morto: seus olhos estão fechados."

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho tem como foco investigar se o experimento com o uso de materiais de baixo custo potencializa a aprendizagem dos alunos sobre os conceitos de circuitos elétricos simples, verificando se este recurso poderá ser aplicado a outros conteúdos do Ensino de Física. Sobre o aspecto da abordagem teórica, o uso da experimentação apresenta possíveis soluções para minimizar as dificuldades do insucesso na aprendizagem nos conteúdos de Física, oferecendo inúmeras possibilidades de se aprender praticando, procurando relacionar o uso da atividade experimental com a aprendizagem significativa. A pesquisa aplicada em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de uma escola particular apresentou resultados significativos relacionados ao aprendizado e a motivação dos alunos, verificando-se a possibilidade de se estender a outros conteúdos aplicados a Física.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimento de baixo custo; Circuitos elétricos simples.

ABSTRACT

This work focuses on investigating whether the experiment using low cost materials enhances student learning about the concepts of simple electric circuits, verifying that this feature can be applied to other content on the Teaching of Physics. On the aspect of the theoretical approach, the use of experimentation possible solutions to minimize the difficulties of failure in learning the contents of physics, offering numerous possibilities to learn by practicing, trying to relate the use of experimental activity with meaningful learning. Applied research on two groups of 3rd year high school students in a private school showed significant results related to learning and student motivation, verifying the possibility of extending other content applied physics.

Keywords: Teaching of Physics; Experiment inexpensive; simple electrical circuits.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração das relações que compõe o saber profissional do professor.....	23
Figura 2: Um mapa conceitual para conceito de campo.....	33
Figura 3: Circuito Elétrico Simples I.....	38
Figura 4: Circuito Elétrico Simples II.....	38
Figura 5: Circuito Elétrico Simples III.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de acertos e erros na 1º questão da turma controle.....	41
Gráfico 2: Número de acertos e erros na 1º questão da turma de pesquisa	41
Gráfico 3: Número de acertos e erros na 2º questão da turma controle.....	42
Gráfico 4: Número de acertos e erros na 2º questão da turma de pesquisa.....	42
Gráfico 5: Número de acertos e erros na 3º questão da turma controle.....	45
Gráfico 6: Número de acertos e erros na 3º questão na turma de pesquisa teste.....	45
Gráfico 7: Número de acertos e erros na 4º questão do turma controle teste.....	47
Gráfico 8: Número de acertos e erros na 4º questão turma de pesquisa.....	47
Gráfico 9: Número de acertos e erros na 5º questão da turma controle.....	49
Gráfico 10: Número de acertos e erros na 5º questão da turma de pesquisa.....	49
Gráfico 11: Número de acertos e erros na 6º questão da turma controle.....	51
Gráfico 12: Número de acertos e erros na 6º questão da turma de pesquisa.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão um.....	42
Tabela 2: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão dois.....	44
Tabela 3: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão três.....	46
Tabela 4: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão quatro.....	48
Tabela 5: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão cinco.....	50
Tabela 6: Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 O ENSINO DE FÍSICA E A PRÁTICA ESCOLAR NO CONTEXTO DE ELETRICIDADE	16
2.1 Um breve histórico sobre a utilização do laboratório na aprendizagem.....	16
2.2 Atividade experimental como estratégia de ensino.....	18
2.3 A formação de professores e a prática experimental no ensino de Física.....	21
3 ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	25
3.1 O uso das atividades experimentais.....	25
3.2 Aprendizagem significativa x mecânica aplicado ao Ensino de Física.....	27
3.3 Subçunçores e mapas conceituais no Ensino de Circuitos elétricos.....	30
3.3.1 <i>Os subçunçores aplicado ao Ensino de Circuitos Elétricos</i>	30
3.3.2 <i>Os Mapas Conceituais aplicado ao Ensino de Circuitos Elétricos</i>	32
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4.1 Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa.....	35
4.2 Caracterização do contexto da pesquisa.....	35
4.3 Metodologia da pesquisa.....	35
4.4 Procedimentos de Aplicação e coleta de dados.....	38
5 ANÁLISE DISCUSSÃODE RESULTADOS	41
5.1 Análise do teste aplicado as duas turmas.....	41
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICES	
1. Teste aplicado às turmas.....	58
2. Roteiro da Aula Experimental.....	59
ANEXOS	
A.1 Fotos dos alunos da turma de pesquisa participando da aula experimental.....	60
A.2 Fotos dos alunos da turma de pesquisa recebendo instruções na bancada.....	60
A.3 Fotos dos alunos da turma de pesquisa medindo as grandezas nos circuitos.....	61
A.4 Fotos dos alunos da turma de pesquisa medindo as grandezas nos circuitos.....	61
A.5 Circuitos elétricos usados na pesquisa.....	62
A.6 Circuitos elétricos usados na pesquisa.....	62
A.7 Foto da turma de pesquisa no final da aula experimental	63
A.8 Foto da turma de pesquisa realizando o teste.....	63

1 INTRODUÇÃO

Há décadas, debates têm sido realizados em todo o país, buscando-se novas alternativas em torno de métricas de ensino com o objetivo de melhorar a qualidade da educação e especificamente o ensino de física. A estrutura de ensino tem sofrido mudanças desde sua base, como a lei de diretrizes e bases, para a transformação da escola como instituição de participação efetiva na formação da sociedade. Surgem a cada dia novas pesquisas a respeito da instrumentalização do ensino de física, no sentido de dar mais significado à sua leitura dentro do âmbito da contextualização. O objetivo desta nova postura é aproximar o aluno dos conhecimentos teóricos contido nos livros. Neste sentido, surgem as discussões sobre as mudanças que rodeiam a educação em busca de sua transformação.

As dificuldades encontradas em salas de aula, apresentadas por alunos e professores, são problemas que atingem o processo de ensino em geral e principalmente o ensino de física. Estes problemas não são recentes e têm sido diagnosticados há muito tempo, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e conseqüências (ARAUJO e ABIB, 2003, p. 175). Diante destas dificuldades, propostas têm sido elaboradas para que as soluções sejam resolvidas, de forma a desenvolver uma educação voltada para a participação concisa dos estudantes na construção do seu próprio conhecimento.

Observa-se de um modo geral, que o ensino de física tem apresentado muitas falhas através da metodologia dos professores em sala de aula. Percebe-se que o ensino se detém apenas aos conceitos e fórmulas matemáticas, reprodução esta contida nos livros e apenas transmitidas aos alunos. Dessa forma, dificulta a aproximação do aluno com o ensino dessa ciência. Este método de ensino dá ênfase ao conteúdo teórico inserido na grade curricular, seguido da aplicação de repetitivos exercícios, promovendo a aprendizagem através da memorização, descontextualizada da realidade do aluno, retirando do mesmo a possibilidade de construir seu próprio conhecimento.

A abordagem do ensino de física em sala de aula através dos educadores se apresenta de forma pronta e acabada, onde conceitos são resultados de pesquisas de grandes teóricos que contribuíram para a sociedade (ARAUJO e ABIB, 2003). Muitas vezes o conteúdo é apresentado de forma equivocada, sem explorar o conhecimento prévio do aluno, onde o educador é o dono das ideias. Dessa forma, surge a necessidade de inovar sobre o

ensino desta ciência, tratando da formação e qualificação científica do professor, do aprimoramento do livro didático e a utilização de outros recursos como forma de alternativas para o ensino.

A partir daí, observa-se que o ensino de física tem passado por transformações em sua metodologia de ensino, entre os métodos tradicional e sócio-construtivista, mudanças estas que implicam diretamente na participação do aluno, desenvolvendo suas potencialidades. Assim, o aluno deixa de ser um expectador e armazenador de informação, transformando-se num reconstrutor do seu conhecimento, desenvolvido por sua autonomia mediada pelo professor.

A sala de aula convencional tem mostrado através das experiências vividas por pesquisadores e professores que somente as aulas expositivas reproduzidas a partir do livro didático, não satisfaziam a maneira com que a física necessitava para desenvolver suas potencialidades. No entanto, outras técnicas foram frequentemente sendo implantadas, no sentido de explorar as três diretrizes básicas do ensino dessa ciência, a teoria, a matematização e a experimentação.

Dentro das métricas de ensino, a atividade experimental se apresenta como parte integrante do ensino de física, para a compreensão dos conteúdos estudados em sala de aula do ensino básico. O que se observa como uma das dificuldades é a ausência de laboratórios, ou ainda a falta de recursos para manutenção ou ampliação quando eles existem. Dessa forma, observa-se que a parte da experimentação fica prejudicada, limitando o professor de física a priorizar a teorização e a matematização. Assim, os alunos se prejudicam quando não compreendem o fenômeno explicado na aula, tornando o estudo da física complexo para o seu entendimento.

A falta de laboratórios nas escolas tem provocado discussões a respeito de como suprir a necessidade de inserir a prática experimental aos conteúdos didáticos, haja vista que apenas conceitos e fórmulas não são suficientes para a abordagem do conteúdo no ensino de física. É nesse sentido que se propõe a aproximar o ensino teórico do fenômeno físico, juntamente com conceitos, equações e a prática experimental no mesmo contexto de sala de aula. Dessa forma, o experimento de baixo custo tem sido discutido por pesquisadores, professores e alunos de física, como métrica de ensino a fazer parte do cotidiano do aluno.

Observa-se que os experimentos de baixo custo podem ser construídos pelo próprio aluno, orientado pelo professor, e com materiais encontrados à sua volta, possibilitando a relação existente entre a física e o seu dia-a-dia. Dessa forma, pode-se

concluir que esta ciência está diretamente relacionada entre a teoria e a prática. Sendo assim, este trabalho se propõe a analisar se o uso de materiais de baixo custo em atividades experimentais potencializa o ensino e aprendizagem em física, associando-se a teorização e a matematização.

Segundo Martins, (2005, *apud* LABURU, p. 33, 2011),

“ainda que, o trabalho prático da ciência, o conceito de laboratório extrapola os limites físicos e estruturais da natureza, permitindo ao professor uma maior aproximação entre os conteúdos desenvolvidos nas aulas práticas observável pelo estudante”

Sendo assim, tentar utilizar as atividades práticas junto ao conteúdo no ensino de física, estará trabalhando no aluno além do conteúdo, e o senso crítico, dando a liberdade de explorar os limites da imaginação, tornando-se um cidadão crítico em relação à ciência e a natureza.

Neste contexto, pretende-se analisar o uso da experimentação com materiais de baixo custo como indutores da melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem em Física, com ênfase em circuitos elétricos. Deste modo, apresenta-se a questão da pesquisa: Como o experimento com materiais de baixo custo podem promover a melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem em Física?

O presente trabalho parte da hipótese de que o experimento com o uso de materiais de baixo custo aplicado ao ensino de física potencializa a aprendizagem no estudo sobre circuitos elétricos. Este estudo tem como objetivo geral analisar o potencial pedagógico do experimento com uso de material de baixo custo como ferramenta aplicada ao ensino de física. Para alcançar os resultados serão desenvolvidos os objetivos específicos a seguir:

- Elaborar situações didáticas que envolvam circuitos elétricos simples, utilizando experimento de baixo custo.
- Confeccionar atividades experimentais, a fim de explorar conceitos presentes no conteúdo didático de forma prática com a participação do aluno.
- Verificar se o uso de materiais de baixo custo pode melhorar a compreensão e a motivação dos discentes no ensino de eletricidade.

Esta pesquisa tem a seguinte organização: no segundo capítulo será apresentado um breve histórico sobre a utilização do laboratório de ciências, bem como a importância da

atividade experimental como estratégia de ensino na visão de alguns autores e além de ressaltar a formação dos professores para a prática experimental no Ensino de Física

No terceiro capítulo é feita uma abordagem sobre a aprendizagem significativa na visão de David Ausubel aplicada ao estudo de eletricidade com o uso de experimentos de baixo custo.

No capítulo 4, será apresentada a metodologia da pesquisa, seguido de alguns métodos abordagem, juntamente com os procedimentos metodológicos.

No capítulo 5, apresenta-se a análise e discussão de dados obtidos durante a pesquisa através das aulas práticas e teóricas seguidos dos testes. O estudo dos gráficos é feito de forma quantitativa, verificando o nível de aprendizagem do aluno de acordo com o número de erros e acertos de cada questão.

E ao final, o capítulo 6, são apresentadas as conclusões a respeito do estudo feito neste trabalho referente o uso de experimentos de baixo custo no ensino de física.

2 O ENSINO DE FÍSICA E A PRÁTICA ESCOLAR NO CONTEXTO DE ELETRICIDADE

2.1 Um breve histórico sobre a utilização do laboratório na aprendizagem

O uso de atividades experimentais voltadas para aprendizagem no ensino básico está presente há mais de um século, tendo como influência o trabalho experimental desenvolvido nas universidades, (LABURU, p. 13, 2011). Observa-se que a ideia de se trabalhar atividades práticas no ensino de ciências não é recente. No entanto, a realidade vivida atualmente mostra que houve pouca evolução das atividades práticas no ensino de ciências nas escolas.

Ao longo do século XIX, o trabalho prático se destacou em virtude do intuito de ensinar estudantes a aprender inicialmente química, seguido da matemática e se estendendo posteriormente para a biologia e a física. Ao findar este século, a proposta de se trabalhar as atividades práticas tinha o objetivo de promover habilidades nos estudantes, que poderiam transferir o conhecimento para outras áreas. (ARMSTRONG *apud* LABURU, 2011, p. 13), “abordava a importância de “fazer ciência” para “entender ciência”. Dessa forma, a investigação experimental deveria ser utilizada em repetitivos trabalhos de ciências, com o objetivo de descobrir informações que outros pesquisadores foram obrigados a descobrir através da demonstração do ensino mecânico.

Nos primeiros dez anos do século XX aconteceram avanços significativos em termos científicos. Laburu (2011), afirma que a teoria atômica de Dalton e o evolucionismo de Darwin foram marcos no avanço da ciência. Em 1920, houve uma revolução na física, na química e na biologia, e isso ocasionou impacto, servindo de incentivo para o uso de atividades práticas nas escolas. Este incentivo propiciava aos estudantes, o questionamento sobre as descobertas na ciência, bem como, suas transformações ao longo do tempo através de suas próprias experiências, esta repercussão abriu novos horizontes para a filosofia da época no sentido de aprimorar o ensino de ciência.

Laburu (2011) afirma que certamente o avanço mais significativo no debate acerca do uso de atividades experimentais deu-se após a segunda guerra mundial, quando a Fundação Nuffield, da Inglaterra, destinou vultosas verbas para a implantação da ciência na escola, com o Lema “Ciências para Todos”. Esta fundação criou mecanismos para se aprender ciência através da compreensão, onde se destacavam três características importantes: não

estudar a ciência como fato isolado; incentivar as crianças a pensarem livremente sobre o trabalho dos cientistas, tornar a investigação experimental uma realidade para as crianças, de forma a terem liberdade para despertarem o pensamento original.

A discussão sobre o método de demonstração e o trabalho prático individual se estendeu até o início de 1960, inicialmente havia uma resistência de se implantar esse novo trabalho. Depois de ganhar forma e ter a capacidade de desenvolver habilidades, incentivar a se aproximar das observações e principalmente incentivar o contato com mundo real, este estudo reservou uma nova visão. (HODSON 1993 *apud* LABURU, p. 15, 2011), afirma que as pesquisas falharam no sentido de tentar solucionar os problemas inerentes ao melhor aprendizado, pois as demonstrações feitas pelos professores demandavam pouco tempo, assim desenvolvia pouca habilidade.

No início, do projeto “Ciências para todos”, programa de implantação de ciências na escola, professores mostraram entusiasmo quando perceberam o potencial que a atividade experimental tinha em desenvolver habilidades entre os estudantes, no entanto esta idéia se tornava central quando se falava no ensino de ciência. Apesar dessa confirmação, o uso da experimentação não passava de exercícios para comprovarem a observação, pois o compromisso para resolver problemas referentes a educação, barrava em precárias condições dos laboratórios. Essas condições levaram o professor a deixar de lado este trabalho individual, dando ênfase mais uma vez para as demonstrações.

Segundo Laburu,

Durante as reformas curriculares dos anos de 1960, o âmago do processo de aprendizagem da ciência esteve vinculado à idéia de que o professor deveria encorajar, dar suporte e guiar, os estudantes, na descoberta de novos conceitos e relações conceituais. Dessa época em diante, podia-se constatar uma grande disparidade entre os objetivos dos trabalhos práticos sugeridos por investigadores, coordenadores de currículo, professores e estudantes.(2011, p. 16).

Essa proposta trazia como meta desenvolver leis através de experiências ou motivação para o estudo das ciências. A visão do estudante era voltada para desenvolver o trabalho prático, promovendo o processo de auto-investigação, dando-lhe a oportunidade de aproximar-se da realidade e dos fenômenos da natureza. A partir daí, o conhecimento voltado para conceitos tinha menos importância, pois a prioridade era desenvolver técnicas de habilidades e ainda de investigação. Desta época em diante, já se sabia da importância que a atividade prática tinha para o desenvolvimento do estudante, os obstáculos já eram superados

por professores e estudantes, onde já se tentava estreitar os vínculos entre as propostas de laboratórios e as aulas teóricas.

Laburu (2011), afirma que as atividades práticas vêm ganhando espaço nos debates sobre sua real existência nas escolas. Com isso, novas oportunidades podem aparecer para alunos e professores, no sentido de se concretizar o uso desta ferramenta que pode contribuir com o ensino de física diretamente na parte da experimentação.

De acordo com Trumper (2003, apud LABURU, p. 17, 2011), com a mudança central do construtivismo que sustenta a idéia de que aprender é um desenvolvimento interpretativo e o saber é constituído pelo conhecimento prévio que se articula com o que o aluno já sabe com um novo conhecimento, o uso do experimento no ensino de física se encaixa exatamente dentro dessa concepção.

2.2 Atividade experimental como estratégia de ensino

Araujo e Abib (2003, p. 176), afirmam que dentro de muitas propostas para juntar-se ao ensino de física, as atividades experimentais aparecem com freqüência e apontam características que indicam possíveis soluções para minimizar as dificuldades em sala de aula, envolvendo a criatividade dos professores no sentido de estimular os alunos na participação das aulas, associando o conhecimento teórico com o prático, deixando de fazer apenas a reprodução de conteúdos já existentes nos livros, criando uma metodologia onde a sala de aula se torne um espaço de autonomia e reflexão na construção do conhecimento, com a tendência de contextualizar o conteúdo ao mais próximo da realidade do aluno, onde ele possa desenvolver suas habilidades, de maneira a compreender os conceitos da física e sua importância para a sua formação social. De acordo com Araújo e Abib (2003, p. 177),

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvida amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas idéias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos.

Verifica-se que o desenvolvimento dessas atividades em sala de aula possibilita novas estratégias para ensino-aprendizagem, deixando de focalizar o ensino basicamente na teorização e na matematização, que provou ao longo dos anos não ser eficaz para a construção do conhecimento do aluno. Dessa forma, a prática experimental influencia o aluno a interagir com aula, a desenvolver dentro de si o hábito de perguntar, propor algumas sugestões, tirar dúvidas e por si só, chegar a suas conclusões a respeito de conceitos e fórmulas apresentados durante a aula comparando com situações reais. Além disso, a atividade experimental pode fazer o aluno refletir sobre o conteúdo visto em sala de aula, verificando a contribuição que ele pode trazer à sociedade e assim, atingir o seu maior nível no aprendizado, entendendo o real sentido do conteúdo para o seu contexto diário.

Araújo e Abib (2003, p.176) afirmam que o entendimento da natureza e da Ciência de um modo geral, e da física em especial, constitui um elemento fundamental à formação da cidadania. Nesse sentido, percebe-se que o uso de atividades experimentais durante a aula deve aumentar a interação entre professor e aluno, estreitando as relações pessoais, criando um ambiente propício à aprendizagem, onde o estudante adquira autonomia, tornando a sala de aula um espaço prazeroso, onde desperte motivações e interesses, facilitando o aprendizado no intuito de diminuir as dificuldades encontradas no ensino de Física, além da construção de laços afetivos entre os envolvidos nas situações diárias na escola e na sociedade, colocando a sua disposição o conhecimento científico. Além disso, a atividade experimental pode fazer o aluno refletir sobre o conteúdo visto em sala de aula, verificando a contribuição que ele pode trazer à sociedade, para que possam exercer a cidadania, no intuito de contribuir para o engrandecimento na sua formação.

De acordo com Araújo e Abib (2003, p. 178),

“[...] atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades e de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente importância das atividades experimentais.

Pesquisas realizadas com professores e alunos mostram que atividades experimentais podem influenciar no resultado da aprendizagem satisfatória e na relação de afetividade como uma das propostas mais eficazes na relação existente entre aprender e ensinar, podendo assim, contribuir com a motivação e comportamento do aluno, que em geral demonstram insatisfação com conteúdo, devido as aulas cansativas e monótonas. A

interação através da prática experimental, deve aumentar o diálogo, conseqüentemente diminuir os atritos, tendo estudantes parceiros e preparados para multiplicar estes valores.

Observa-se que a prática experimental, atualmente é uma realidade em sala de aula, embora apresente inúmeras dificuldades, além da resistência por parte de alguns profissionais da área, devido à qualificação e trabalho que requer para o planejamento. Pesquisadores da área, apontam que esta ferramenta deverá ganhar cada vez mais espaço no ensino de física, devendo ser aplicada como suporte obrigatório do ensino aprendizagem na formação do aluno, em conseqüência dos resultados mostrados alcançarem índice satisfatório.

As investigações no campo da experimentação convergem para bons resultados. Os professores que desenvolvem esta prática em sala de aula, de modo a tornar o aprendizado mais consistente e contextualizado, observam que estão dando a oportunidade do aluno refletir sobre os conceitos vistos em sala de aula, unindo teoria e prática. Percebe-se que contextualizar teorização, matematização e experimentação, são objetos que fortalece o aprendizado do aluno. Grande parte dos professores até reconhece a importância dessa prática, mas o número de educadores que fazem uso dessa ferramenta ainda é, proporcionalmente, muito pequeno em relação aos que se limitam ao pincel e quadro.

Sabendo o objetivo das atividades experimentais, o professor deve utilizá-las para motivar o aluno a desenvolver suas habilidades, seu senso crítico sobre os resultados e aproveitar para introduzir a imagem legítima da ciência. Essa pode ser uma estratégia para levar os estudantes a entenderem melhor o mundo dos fenômenos atrelados aos conceitos. O uso do laboratório poderá subsidiar o professor no que diz respeito à autonomia do aluno para a construção do conhecimento. Trumper (2003 *apud* LABURU; MAMPRIM; SALVADEGO),

Referindo-se às discussões sobre o uso do laboratório, enfatiza que estas remontam há muito tempo e ressalta que a experimentação substância o conhecimento e a compreensão da ciência. Na concepção do autor, os laboratórios são lugares maravilhosos para o ensino e a aprendizagem de ciências. Eles oferecem aos estudantes oportunidades para pensar, discutir e resolver problemas reais. No ensino de ciências naturais, o termo laboratório é um nome genérico para as atividades baseadas nas observações, nos testes e nas experiências feitas por estudantes. (2011, p. 20)

Percebe-se que o uso do laboratório através da experimentação no ensino de ciências facilita sua compreensão e fortalece o aprendizado. Este espaço possibilita o estudante a ter contato com o real e, baseado nas práticas, tem a oportunidade de questionar os modelos já existentes, dando margem à imaginação, debatendo e explorando técnicas de

construção do conhecimento além de formular experiências reais através das atividades desenvolvidas no laboratório.

2.3 A formação de professores e a prática experimental no ensino de física

Segundo Colombo et al (2004, p. 47), dois indicadores são analisados tratando-se deste segmento, são eles a titulação e a experiência profissional. Dessa forma, para um ensino de qualidade, deve-se priorizar além dos títulos de graduação, pós-graduação e de qualificação profissional, a experiência dentro e fora do âmbito educacional. Estes aspectos são importantes na avaliação da qualidade da unidade escolar. A formação e valorização dos professores têm sido um desafio, verificando-se que nas duas últimas décadas houve ampliação das redes de ensino, o que em consequência deveria ser acompanhado de uma ampliação no quadro de professores formação adequada, juntamente com condições dignas de trabalho e melhoria salarial.

A Lei de Diretrizes e Bases da educação (LDB N.º 9.394 / 96) estabelece como obrigatoriedade aos Profissionais da Educação, nos artigos 61 ao 67, onde evidencia como exigência a formação docente para Educação Básica, o ensino superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, preferencialmente em universidades ou ainda em institutos superiores de educação, admitindo-se como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nas quatro primeiras séries do ensino fundamental, a conclusão do ensino médio.

A formação do professor deve garantir a habilidade desse profissional para organizar e redirecionar o seu trabalho em sala de aula. Mesmo que não constitua a sua formação inicial, o professor deverá assumir o compromisso consigo mesmo e ampliar o seu conhecimento a fim de garantir uma evolução no seu processo de formação, assumindo, assim, a responsabilidade para desenvolver o seu potencial, sua autonomia didática e o seu comprometimento com a educação e com o ensino. Coelho e Nunes, afirmam que,

A formação de professores implica duas perspectivas a serem consideradas: por um lado, os saberes referentes aos conteúdos e as especificidades da disciplina a ser ensinada e, por outro lado, aos saberes inerentes à profissão de professor, ou seja, ao saber ensinar. Ambos os aspectos foram contemplados na formação continuada proposta, num contexto de formação pela pesquisa, havendo, assim, a possibilidade de investigar no plano disciplinar e também na perspectiva da prática docente. (2006, p. 11)

Para o desenvolvimento teórico e experimental em sala de aula, professores devem ter domínio dos conteúdos a serem ensinados, bem como das práticas a serem realizadas. Sem essa base, fica difícil a implantação de qualquer métrica de ensino, de modo especial a atividade experimental.

De modo específico, no ensino de física, as atividades experimentais exigem do educador um planejamento bem elaborado, além daquilo que ele já faz no seu contexto diário. O professor deve inserir junto ao conteúdo convencional, a elaboração da atividade, a organização do material a ser utilizado e o uso da experimentação. Para isso, é necessário dedicação e um pouco de habilidade com esta prática, para que seu trabalho seja realizado de forma satisfatória sem desperdício de tempo, onde o aprendizado do educando seja alcançado através dessa proposta aplicada ao ensino de física.

O que se vê com frequência nas escolas são professores dizendo que o uso do laboratório de ciência ou da prática experimental não é necessário para potencializar o aprendizado. Isso ocorre não porque não haja necessidade, mais pela falta de qualificação e interesse dos professores. Segundo Farias,

Apesar da importância da atividade experimental em nosso ensino, constatamos no 2º grau local, um grande desinteresse e despreparo do professor para este fim. Isso pode estar associado à falta de motivação e de condições de trabalho, o que resulta na acomodação ao ensino estritamente teórico-expositivo, na certa aquele que, durante sua formação, mais o influenciou. (1992, p. 246).

Mesmo sabendo das dificuldades existentes com o uso da experimentação no âmbito escolar, a falta de interesse e qualificação do professor provoca discussões sobre o não uso desta prática em sala. Ao final o que acontece é a acomodação do educador, pois reproduzir o conteúdo livro, resolver exercícios vira uma prática comum entre os professores das ciências naturais. O resultado de tudo isso é perceber as dificuldades dos alunos em relação às abstrações descritas na física, bloqueando aquilo que poderia ver de concreto. É nesse momento que o uso da experimentação seria um recurso forte, possibilitando o aluno a uma aprendizagem mais aprofundada.

De um modo geral, as dificuldades enfrentadas por professores ao tentarem desenvolver a prática experimental em sala de aula para tornar o ensino de física mais atrativo, próximo da realidade dos alunos, é a falta de logística para a realização destas atividades. A ausência de material e apoio pedagógico nas escolas são obstáculos que contribuem para que o educador não insira em planejamento o uso da experimentação sistemática no decorrer de suas aulas de física, impedindo a implantação de uma nova

metodologia que poderia ligar o conhecimento teórico do real, que seria o ideal para a compreensão desta ciência.

A falta de apoio aos educadores nas escolas pode provocar o desinteresse associado à falta de motivação devido às condições de trabalho, resultando na acomodação dos professores, Farias (1992, p.245). Observa-se que na maioria das vezes não se utiliza a prática experimental em sala de aula, devido às péssimas condições de trabalho oferecidas pelas escolas, deixando a cargo do professor toda a responsabilidade, como a compra de material e a confecção do experimento. Dessa forma, as dificuldades, desestimulam os professores mesmo sabendo da importância da atividade experimental para construção do conhecimento no Ensino de Física.

De acordo com Laburu, (2011, p. 69) “Este fracasso em realizar essas atividades, ou seja, o não uso é sempre justificado pelo professor, em termos de falta ou deficiência de algo”. Deste modo, percebe-se que há sempre uma desculpa para não utilizar recursos para tornar as aulas mais atrativas e dissociáveis com o cotidiano.

Pensar assim é dirigir sempre a atenção às coisas ausentes e que são, segundo os professores, um empecilho para que os experimentos aconteçam. Uma leitura positiva, ao contrário, tenta compreender como a situação de um professor que pratica ou não atividades experimentais é construída; como isso se liga a sua experiência de vida, condutas, crenças, convicções, interpretações de mundo, e não ao que precisa ter para que ele realize experimentos em suas aulas. A leitura positiva busca conhecer o que está ocorrendo, qual o sentido e o valor da situação para ele, qual o tipo de relações mantidas com os outros que permite uma postura pedagógica e epistemológica para o uso de atividades experimentais em suas aulas. (LABURU, 2011, P. 69)

Além das dificuldades apresentadas pelos professores em relação ao o uso das atividades experimentais, existe ainda uma questão da cultura do profissional, os princípios que ele traz consigo, sobre a ótica da necessidade, da importância e do crescimento que pode ocasionar para os estudantes. Isso está relacionado com o que ele acredita que possa mudar na aprendizagem, isso pode ocorrer se o professor tiver vivenciado isso na prática através de suas experiências, verificando a devida importância de utilizá-las, estas relações estão ligadas com sua prática pedagógica e de vida.

A relação que o professor deve estabelecer entre o conhecimento e a prática em sala de aula tem a ver com a apropriação do seu objeto de saber, construído ao longo de sua experiência de vida. O desafio é estabelecer essa relação com conhecimento específico da física, de como ensiná-la e aprendê-la sempre direcionado à prática pedagógica. A ação direta

do educador com a prática docente está relacionada à visão dele, do mundo e com aquele que precisa de sua experiência para adquirir autonomia na construção do aprendizado.

Para sintetizar essa relação entre professor, estudante e mundo, apresenta-se o seguinte esquema:

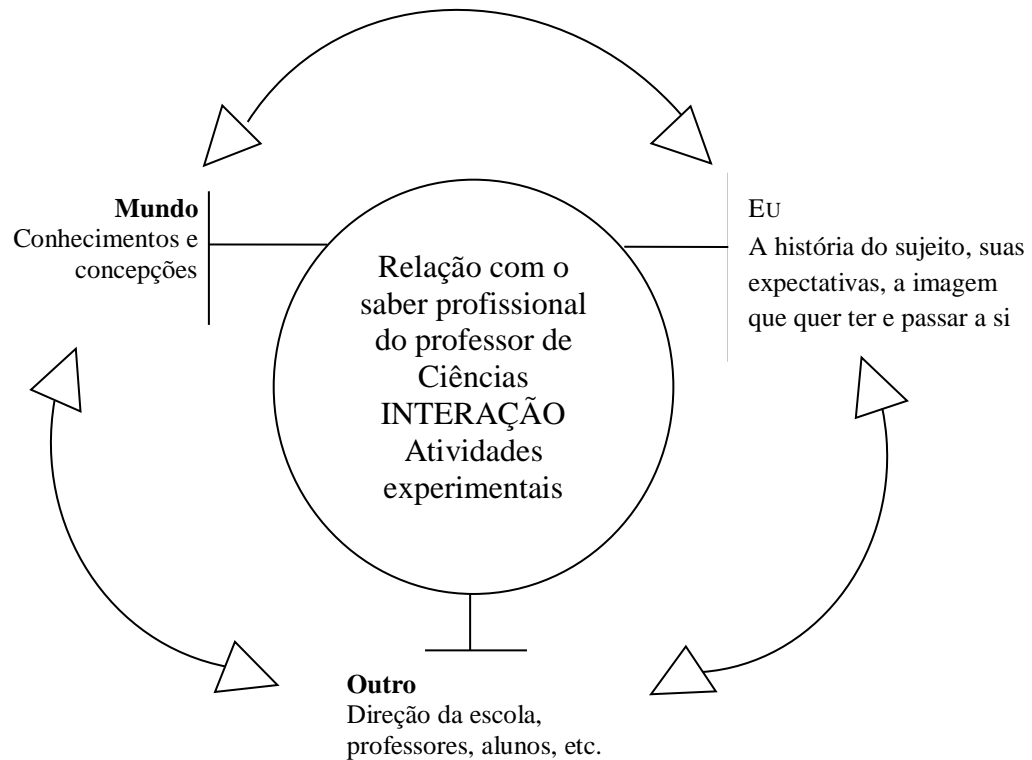


Figura 1: Ilustração das relações que compõe o saber profissional do professor Salvadego (2007, *apud* LABURU, p. 72, 2011)

3 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO CONTEXTO DE ELETRICIDADE

3.1 O uso das atividades experimentais

O uso do experimento de baixo custo em sala de aula, por si só, não apresentará mudanças na aprendizagem se não for trabalhado de forma planejada. Um dos erros mais frequentes dos professores na aplicação de atividades experimentais é a falta de instrução sobre a execução e a ausência de oportunidades para o estudante fazer pergunta e poder tirar suas dúvidas, priorizando a sistemática de preencher relatório e seguir com o conteúdo curricular.

Neste sentido, Seré, (2002a, *apud* LABURU, p. 29, 2011), centraliza suas idéias afirmando que “[...] fazer não é suficiente para aprender. Ainda assim, é indispensável fazer, tomar consciência do que se faz, para aprender procedimentos, saber usá-los e chegar assim mais autônomo na experimentação”. Observa-se que o uso do experimento está em função da busca de autonomia, podendo levar os resultados da aprendizagem, mas, por si só, não se constitui a certeza de se obter resultados positivos.

Neste sentido, observa-se que junto à atividade prática, devem estar relacionados outros conceitos. A construção do experimento deve ser elaborada com a finalidade de que os alunos aprendam a teoria, possam desfrutar da simplificação da ciência, do mundo e das teorias, utilizando-as para entender sobre si e a sociedade na qual estão inseridos. Para isso é necessário que haja a construção de significados. Laburu (2011, p. 30), afirma que, “Freqüentemente, os experimentos são considerados pelos professores como uma maneira convincente de construir significados, não como um elemento constitutivo na negociação ou construção de significados”. Neste contexto, o autor enfatiza que as qualidades das experiências que os estudantes devem vivenciar sejam determinantes para o aprendizado.

Muitos professores manifestam apoio e compromisso com as atividades práticas, porém, comentem erros ao reproduzir sua ação voltada para a aprendizagem mecânica. Para Hodson, (1993, *apud* LABURU, p. 29, 2011), isto se deve em parte ao fato de que a prática atual de sala de aula é direcionada pelos currículos impostos. Além disso, afirma que a prática experimental é utilizada para resolver uma variedade de necessidades. Dessa forma o uso

desta atividade perde o sentido, precisando ser analisados seus conceitos e objetivos, para assim atingir seus propósitos.

Outro fator que deve ser avaliado sobre o trabalho prático é a importância dada pelo professor sobre o manuseio dos objetos, equipamentos e o preenchimento de relatórios para a coleta de dados. Estes passam a ser vistos por professores e estudantes como atividades principais na utilização de um experimento, quando na verdade, até então não foram explorados conceitos significativos para o aprendizado do aluno, bem como, a investigação que estes tinham com relação ao assunto.

De acordo com a concepção de Trumper, (2003),

O modo de ensinar e as estratégias que influenciam a mudança conceitual podem afetar positivamente o desempenho do estudante. Assim, é primordial que o conhecimento prévio dos estudantes seja considerado, no intuito de construir significados em situações novas. Tal forma de ensino requer do professor uma compreensão plena do conhecimento da matéria, incluindo o conhecimento das percepções e representações dos estudantes, possibilitando aos professores identificar as concepções equivocadas com vistas as propor-lhes desafios”. (*apud* LABURU, p. 31, 2011).

Percebe-se que dentro do aperfeiçoamento da prática experimental são necessárias algumas considerações a respeito dos objetos educacionais, entre os quais são essenciais a percepção e domínio do conteúdo pelo professor, para que ele possa explorar no desenvolvimento da aula as possibilidades de crescimento do estudante. O fator principal é a investigação sobre o conhecimento que o aluno já traz através de sua experiência de mundo, para que a partir daí, ele possa associar seu conhecimento com novas situações, percebendo a relação entre os conceitos da aula com os que são vistos na realidade. Dessa forma, o conhecimento é construído em conjunto com o aluno, a partir daquilo que ele já sabe dentro sua experiência de vida.

Para que o objetivo da aprendizagem seja concretizado no ensino de física, torna-se essencial em primeiro lugar, reconhecer que o conhecimento é um processo constante em que estudantes constroem e reconstróem seu próprio entendimento através de suas experiências e dos conhecimentos adquiridos na escola e na sociedade em geral. Para Barros, Losada e Alonso (1998, *apud* LABURU, p. 33, 2011), “há uma necessidade de utilizar atividades próximas dos interesses dos estudantes, estimulando-lhes a capacidade de explicação e de predição, como suportes para a produção de novas ideias”.

Neste contexto, a prática experimental promove inovações no sentido de ultrapassar as barreiras físicas e estruturais implícita no ensino, estendendo-se à natureza,

possibilitando o professor um estreitamento entre os conteúdos e a realidade observada pelo aluno. Dessa forma, o objetivo da aprendizagem e da ciência pode ser cumprido, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, considerando que ele constrói e reconstrói seu próprio entendimento a partir de suas experiências. Segundo Hodson (1993, apud LABURU, p. 41, 2011), “o ensino experimental necessita envolver menos prática e mais reflexão, com um tempo que permita ao aluno lidar com conceitos abstratos e efeitos observáveis.

Este mesmo autor, “argumenta que os experimentos podem ser simplificados, com a eliminação de alguns passos menos importante e o emprego de aparatos técnicos mais simples”. Hodson (1993, apud LABURU, p. 44, 2011). Assim o professor estará ajudando o aluno a aprender através do estabelecimento das inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes ao processo do conhecimento escolar.

Laburu (2011, p.47), afirma em seu trabalho que “a atividade experimental não é apenas a prática realizada em um laboratório, mas também aquela efetivada em sala de aula”. Neste contexto, percebe-se a fundamental importância que os estudantes reconheçam seu valor, e o professor reconheça o saber que eles possuem, para que a aprendizagem seja construída de forma significativa.

3.2 Aprendizagem significativa x mecânica aplicada ao Ensino de Física

Durante décadas o Ensino de Física tem sido considerado pela maioria dos estudantes como uma disciplina difícil de compreender, devido à forma como ela é trabalhada em sala de aula. Na maioria das vezes, o que se vê é uma aula expositiva, onde o professor reproduz o conteúdo do livro didático dividido em duas etapas: a primeira é a exposição da aula através do quadro com a demonstração de fórmulas e a resolução de alguns exemplos; em seguida é colocado para o aluno uma lista de exercícios para que ele possa resolver individualmente praticando a resolução de problemas vistos anteriormente na aula. Esta prática é exercida pelo docente durante o ano inteiro.

O problema não está na aula expositiva, mas na forma como ela é conduzida pelos docentes. Dentro da idéia de inovar na metodologia do ensino, a aula ganha outra estrutura, onde essa organização deve ter uma perspectiva que abrange os pontos de uma visão

dialógica. De acordo com Moreira (2001, p.17), “a idéia central de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. É o conceito mais importante de sua teoria, a aprendizagem significativa. Partindo deste ponto, a aprendizagem do estudante passa a ser objeto principal deste estudo, onde antes ele seria apenas um receptor de informações, agora será investigado sobre aquilo que ele já sabe para depois ser questionado sobre o conteúdo.

Segundo Moreira, (2001, p.17), “Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. Neste contexto, Ausubel quer dizer que o aluno aprende um determinado conteúdo a partir de um conhecimento preexistente em sua estrutura cognitiva, ou seja, é o conhecimento prévio, formado por um conjunto de informações armazenadas em sua memória através de suas experiências de vida associadas ao conhecimento.

O aluno constrói um aprendizado a partir de significados, em que a nova informação se relaciona com o conhecimento específico do aluno, onde Ausubel define este conceito como subsunçor, existente na estrutura cognitiva do estudante. Moreira, (2001, p. 18), afirma que Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados a conceitos e proposições mais gerais.

Neste caso, a nova informação que o aluno deverá adquirir através dos conteúdos propostos em sala de aula dependerá do conhecimento que ele já tem e como está organizado em sua mente. Se o conhecimento está armazenado de forma obedecendo a hierarquia, conseqüentemente ele irá relacionar o conceito específico com o conhecimento geral, construindo assim uma aprendizagem significativa, tornando o ensino concreto e contextualizado bem próximo de sua realidade.

No ensino de física, cita-se como exemplo os conceitos de campo e força. Se estes conceitos já existirem na estrutura cognitiva do aluno, eles poderão servir de subsunçores para novas informações bem como outros tipos de conceitos de campo e força, como exemplo, a força e o campo eletromagnético, (MOREIRA 2003). Este processo resulta no crescimento e mudança do subsunçor, ou seja, os subsunçores podem ser bem desenvolvidos haja vista existirem na estrutura cognitiva do aluno, com também poderá se tornar ilimitado, dada a freqüência com que ele seja trabalhado junto à aprendizagem significativa.

Percebe-se que o estudante tem em sua mente conceitos formados sobre campo e força. A partir daí, poderão ser construídos novos conceitos de forma a especificar estas informações. No entanto, o ensino será formalizado na estrutura cognitiva do aluno de forma

significativa, proporcionando o crescimento no aprendizado do conteúdo devido à elaboração dos subsunçores iniciais.

Ao contrário da aprendizagem significativa, Moreira (2003, p.18) afirma que Ausubel define a aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos existentes na estrutura cognitiva. De acordo com Moreira,

Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, porém a simples memorização de fórmulas, leis conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. (2003, p, 19).

Observa-se que a aprendizagem mecânica, bem típica do ensino tradicional, não proporciona nenhuma existente entre o conteúdo a ser estudado com o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do estudante. Deste modo, percebe-se que o ensino torna-se abstrato. Na prática, o que acontece é a reprodução de conceitos a partir dos livros didáticos. Assim, o aprendizado torna-se mecânico, onde o aluno não associa aquilo que deveria aprender com algo que já existe em sua mente. Assim, a dificuldade está em organizar estes conceitos e associar a utilidade dele, acontecendo uma aprendizagem sem significado ou a não construção do aprendizado.

Nessa estrutura de ensino, os conteúdos são trabalhados como se o aluno nunca tivesse visto ou ouvido falar dos assuntos inseridos durante a aula, é como se ele tivesse entrando pela primeira vez em sala. Os conceitos são reproduzidos literalmente como se apresentam nos livros, a memorização de leis e fórmulas são prioridades para o aprendizado, até músicas e poemas são criados na aprendizagem mecânica para facilitar a retenção de novas informações. Nessa estrutura, o conhecimento prévio do estudante é desperdiçado, o conhecimento adquirido não possui significado, e a informação é armazenada de forma arbitrária.

Ausubel não estabelece uma diferença entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma divisão, ou oposição uma da outra, mas estabelece uma relação de continuidade, onde elementos de um possam ser transferidos para o outro Moreira (2003). A diferença existe entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Para Ausubel, (1968, *apud* MOREIRA, 2003, p.19), “na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que a aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz”. Dessa forma

pode-se constatar que o aprendizado só é significativo se a nova informação tiver relação com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

3.3 Subsunçores e Mapas Conceituais no Ensino de Circuitos Elétricos

3.3.1 Os subsunçores aplicados ao Ensino de Circuitos Elétricos

A aprendizagem significativa é o conceito mais importante na teoria de Ausubel, definido como sendo uma aquisição de novos significados. Estes são por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003). Para a retenção destes novos significados é necessário que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva um conhecimento armazenado e organizado em diferentes áreas do conhecimento. O conteúdo previamente armazenado pelo indivíduo será um influenciador do processo de aprendizagem.

Neste contexto, o conhecimento armazenado na estrutura cognitiva irá encontrar uma maneira de se integrar com aquilo que o indivíduo já conhece, isso será o produto da aprendizagem com significado (AUSUBEL, 2003). Para que o indivíduo estabeleça a integração entre o que ele já sabe com a nova informação, existe uma estrutura na mente humana capaz de relacionar o conhecimento armazenado ao longo de sua trajetória de vida e escolar, chamados de conhecimento prévio do aprendiz, com o conteúdo que irá aprender. (AUSUBEL 2003), define essa estrutura como subsunçor.

O que significa? “O subsunçor é uma estrutura específica ao qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz” (AUSUBEL 2003). Levantam-se alguns questionamentos sobre os subsunçores, como por exemplo: se eles não existirem? Como acontece aprendizagem significativa neste caso? De onde vêm os subsunçores? Como se formam? (MOREIRA, 2003). Para Moreira,

Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento completamente nova para ele. Isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações. (2003, pp. 19-20)

Observa-se que os subsunçores podem ser adquiridos sempre que um indivíduo recebe uma nova informação, aquela que ainda não existe em sua estrutura cognitiva, esta será

armazenada e organizada no cérebro de modo a se relacionar com outros elementos da mesma área do conhecimento. A partir daí, esta informação deixará de ser nova, e precisará apenas passar por uma melhor elaboração. Neste contexto, quando a aprendizagem passar a ter significados, os subsunçores terão a conotação de integrar novas idéias com as informações armazenadas no cérebro, que são os conhecimentos prévios.

Moreira (2003, p. 20) afirma que outra possível resposta é que, em crianças pequenas, os conceitos são adquiridos principalmente mediante um processo conhecido como *formação de conceitos*, o qual envolve generalizações de instâncias específicas. Isso significa dizer que a criança ao atingir a idade escolar já possui um conjunto de conceitos formados, que favorecem a aprendizagem significativa. Conseqüentemente serão constituídos novos subsunçores, que ao longo da caminhada do indivíduo serão mais bem elaborados e servirão para a integração do conhecimento existente na mente humana com a nova informação.

Para a aquisição de conceitos, Ausubel (*apud* MOREIRA, 2003 p.21), recomenda o uso dos *organizadores prévios* que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos de subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Os organizadores possuem a missão de manipular a estrutura cognitiva, a fim de concretizar de forma simplificada a aprendizagem significativa. Moreira afirma que,

Os organizadores prévios são materiais apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Contrariamente a sumários, que ordinariamente apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, os organizadores são apresentados num nível mais alto. Segundo Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, afim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas. (2003 p. 21)

Percebe-se que os organizadores devem ser apresentados no início dos exercícios de aprendizagem. Sua função principal é de relacionar aquilo que o aluno já conhece com a nova informação que possa adquirir, é uma estratégia de se elaborar um modelo ideal para apresentar o material que venha ter contato, a apresentação deve ser organizada e detalhada de forma familiar para o aluno, ou seja, a estratégia deve manipular o aluno de forma a ser construída uma aprendizagem significativa.

Para Ausubel, a fundamentação lógica para a utilização dos organizadores baseia-se essencialmente em:

a) A importância de se possuírem idéias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas idéias *logicamente* significativas se tornem *potencialmente* significativas e as novas idéias *potencialmente*

significativas se tornarem *realmente* significativas (i.e., possuírem novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável;

b) As vantagens de se utilizarem as idéias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como idéias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido à maior aptidão e especificidade da relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora inerentes;

c) O fato de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem: (2003, p. 12)

Assim se apresentam os organizadores, que mostram que um aprendiz deve se confrontar com o material de instrução, antes mesmo de conhecer o material didático. Ideias relevante que explorem sua estrutura cognitiva devem ganhar destaque neste contexto, os conceitos mais gerais passam a ser mais explorados devido ao conhecimento já armazenado na mente do indivíduo, e assim os subsunçores irão interagir para ligarem essas idéias a fim de formar uma aprendizagem significativa.

3.3.2 Os Mapas Conceituais aplicados ao Ensino de Circuitos Elétricos

Em geral, o ensino de física tem apresentado problemas a respeito da aprendizagem significativa, para Ausubel (1968, *apud* Moreira, 2003 p.47), “o problema principal da aprendizagem consiste na aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e na estabilização de idéias inter-relacionadas que constituem a estrutura desse conhecimento”. Neste contexto, o ensino está indo contra a organização das idéias armazenadas na mente humana. Como foi mencionado anteriormente o cérebro organiza obedecendo uma hierarquia na estrutura cognitiva do indivíduo. O problema está acontecendo devido à falta de organização na de elaborar os conteúdos relevantes a aprendizagem.

Segundo Moreira, (2003, p.47), “um dos maiores trabalhos do professor consiste, então, em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das matérias de ensino e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos próprios”. Desta forma, o professor deverá utilizar mecanismos que proporcionem

essa reorganização de conceitos, para que o aluno possa relacionar o conhecimento prévio com a nova informação para que, através dos seus próprios conceitos, organize sua estrutura cognitiva apresentando uma aprendizagem significativa.

No ponto de vista de Ausubel, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais são colocados inicialmente, e logo em seguida, este conceito é trabalhado de forma específica (MOREIRA 2003). Neste sentido, são sugeridos os mapas conceituais como instrumento útil para programar o conteúdo, iniciando-se das idéias mais gerais para em seguida apresentar a especificidade.

Num sentido mais amplo, mapas conceituais são apenas diagramas indicando relações entre conceitos (MOEIRA, M.A., 1977 *apud* MOREIRA 2003, p. 51). Mais especificamente, no entanto, eles podem ser vistos como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina. Ou seja, a sua existência é derivada da estrutura conceitual de uma disciplina. (MOREIRA 2003, p. 51).

Percebe-se que a idéia de mapa conceitual está relacionada com a apresentação de conceitos de uma disciplina, estabelecendo uma forma hierárquica de organizar o programa de um determinado assunto, fazendo uma reflexão sobre a parte conceitual de um determinado conteúdo, sempre partindo das idéias mais gerais para o campo específico. Além disso, os mapas conceituais devem ser analisados como uma representação de um conjunto de conceitos.

A seguir apresenta-se um modelo de mapa conceitual e sua estrutura, sugerido por Moreira, “conceitos que englobam outros conceitos aparecem no topo, enquanto que conceitos que são englobados por outros aparecem na base. Conceitos com aproximadamente o mesmo nível de generalização e inclusividade aparecem na mesma posição vertical. (2003, p. 53).

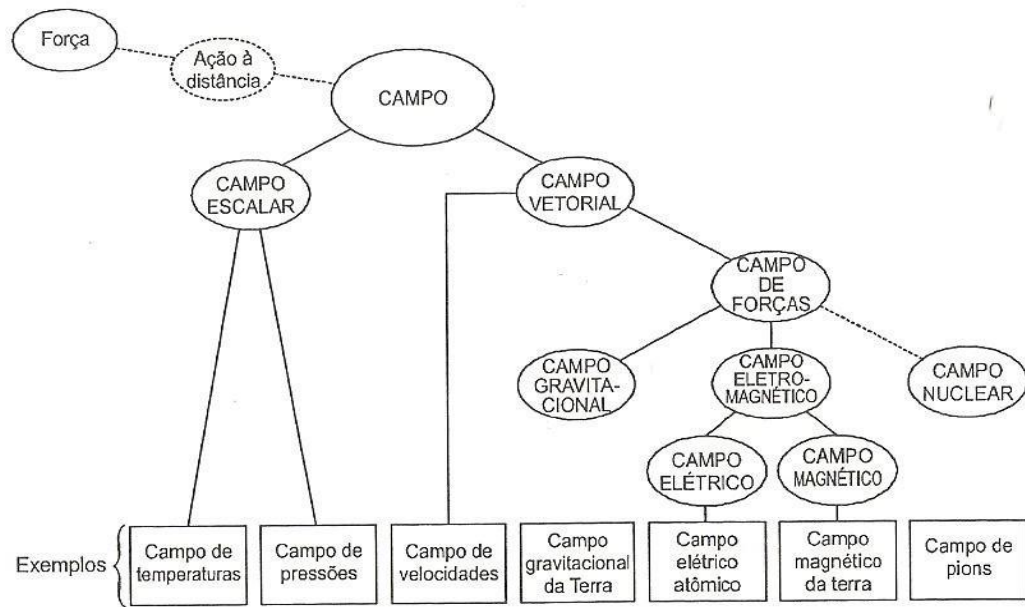


Figura 2: Um mapa conceitual para campo (MOREIRA, M.A. 1997. 1979 *apud* MOREIRA, 2003, p.53)

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O presente capítulo apresentará os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento, análise e conclusão desta pesquisa, seguidos de suas etapas que foram fundamentais na caracterização e fundamentação da mesma.

4.1 Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio de uma escola particular na cidade de Cascavel, sendo uma turma controle no turno manhã, e outra será a turma de pesquisa, no turno tarde. O conteúdo trabalhado na pesquisa foi circuitos elétricos simples, com ênfase no aprendizado de corrente elétrica, potência elétrica e tensão, seguindo a seqüência do livro didático utilizado por eles no ano letivo.

4.2 Caracterização do contexto da pesquisa

O presente trabalho de monografia no ensino de Física foi realizado no Colégio Cascavelense. A escola pertence à rede particular de Ensino do Estado do Ceará, de responsabilidade da Secretaria de Educação (SEDUC), fazendo parte da 9ª Coordenadoria de Desenvolvimento da Educação – Horizonte Ceará, (CRED 09º).

O financiamento dos recursos para manutenção, reformas, materiais permanentes e uso diário, bem como pagamento de todos os funcionários, Diretor, Coordenadores, Professores, Secretário, Auxiliares de Secretaria, Auxiliares de Serviços gerais e Merenda Escolar são provenientes das mensalidades pagas por pais e responsáveis dos alunos.

A escola oferta a modalidade de Ensino Infantil, Fundamental e Médio nos turnos manhã e tarde.

4.3 Metodologia da pesquisa

A primeira análise feita a respeito da metodologia do trabalho foi relacionar os tipos de pesquisa, destacando-se a pesquisa aplicada. Santana, et, al. (2011), afirma que esta métrica se aplica na formulação de leis, teorias e modelos na solução de problemas que exigem ação de uma realidade. Através dessa pesquisa é possível gerar novas tecnologias e

outros conhecimentos. Logo, pode-se afirmar que o direcionamento deste objeto de pesquisa possibilita através da prática a coleta de informações sobre o aprendizado das leis e teorias sobre o estudo de circuitos elétricos.

Foram desenvolvidas ainda mais duas modalidades de pesquisa, a quantitativa, que segundo Santana, et, al. (2011), é aquela que trabalha com dados mensuráveis, ou seja, que podem ser medidos, quantificados. A outra modalidade de pesquisa é a qualitativa, de acordo com Santana, et, al. (2011), considera a concepção de mundo do pesquisador, tendo como objetivo compreender fenômenos vivenciados pelos sujeitos, considerando assim sua interpretação sobre o objeto estudado.

A pesquisa alcança duas modalidades, a quantitativa pelo motivo da análise dos resultados obtidos após a aplicação dos testes sugeridos na turma, através da coleta de dados estatísticos no processo de comparação entre o pré-teste e o pós-teste com o estudo de gráficos percentuais antes e depois da aplicação do experimento de baixo custo.

Os dados qualitativos são avaliados através da aplicação do experimento de baixo custo vivenciado pelos alunos da turma de pesquisa, no instante em que observam o fenômeno, podendo fazer a comparação entre a teoria e a prática. Dessa forma o pesquisador deve avaliar os resultados ao final dos testes e comparar o desempenho da turma, no sentido de analisar o potencial pedagógico da atividade experimental de baixo custo em relação ao nível de aprendizagem no ensino de física com foco nos circuitos elétricos simples.

O presente trabalho foi desenvolvido com base no método de abordagem indutivo, caracterizando-se pela generalização de um assunto particular para uma questão mais ampla, segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 86),

Indução é o processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Portanto, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nos quais se basearam.

No caso desta pesquisa, o método da indução se aplica à parte da observação do fenômeno através do experimento aplicado a circuitos elétricos simples, para se chegar a uma conclusão geral sobre atividade experimental.

O método de procedimento adotado foi o comparativo, de acordo com Fachin (2001), o objetivo é investigar as diferenças e as semelhanças entre o aprendizado das turmas, onde foi avaliado o uso do experimento de baixo custo associado ao conteúdo aplicado ao

tema relacionado na pesquisa. Neste caso, o procedimento foi realizado em etapas, primeiramente foram selecionadas duas turmas: uma turma para controle e a outra para a pesquisa. Na turma controle, o conteúdo foi abordado pelo professor da própria turma, de forma tradicional, utilizando o método convencional. Em outra aula foi aplicado um teste com conteúdo referente ao ministrado na aula tradicional.

Na turma de pesquisa, na qual o autor deste trabalho leciona, foi abordado novamente o conteúdo, agora com o experimento de baixo custo. Em seguida, a turma de pesquisa foi submetida ao mesmo teste aplicado para a turma controle. O objetivo deste procedimento é comparar os resultados dos testes feitos pelas duas turmas.

Os objetivos da pesquisa têm caráter descritivo, que segundo Santana, et, al. (2011), visam dar uma explicação sistemática de um ou mais fenômenos ou aprofundar um tema. Consistem na descrição de situações, acontecimentos e ações, ou seja, mostrar como determinado fenômeno se manifesta. Na atividade experimental desenvolvida na pesquisa, foi observado o aprendizado dos alunos com relação ao estudo sobre circuitos elétricos, e ao final dos testes, foi feita uma comparação sobre o aprendizado da turma.

O objeto de pesquisa tem como referência um estudo experimental. Severino (2007) afirma que o próprio objeto se coloca em condições técnicas a observação e a manipulação experimental, ou seja, o experimento é utilizado pelo professor e alunos, onde são criadas condições adequadas para sua utilização. Dessa forma, são selecionadas variáveis para que haja o teste entre suas funções, utilizando formas de controle, a serem feitas as observações de acordo com os critérios adotados, a partir dos testes aplicados, dentro da abordagem comparativa.

No desenvolvimento da pesquisa utiliza-se como técnica o questionário, a ser aplicado na turma selecionada para a análise do objeto em questão. De acordo com Severino, (2007), esta técnica requer a elaboração de um conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vista a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo.

Segundo Severino, (2007), as questões devem ser objetivas e bem formuladas, tendo o sujeito pesquisado a clareza sobre sua compreensão, podem ser abertas ou fechadas, sem que haja duplo sentido, nem deixem margens para dúvidas. Ainda Severino,

No primeiro caso, as respostas serão escolhidas dentre as opções predefinidas pelo pesquisador; no segundo, o sujeito pode elaborar as respostas, com suas próprias palavras, a partir de sua elaboração pessoal. De um modo geral, o questionário deve ser previamente testado (pré-teste), mediante sua aplicação a um grupo pequeno, antes de sua aplicação ao conjunto dos sujeitos que se destina, o que permite ao pesquisador avaliar e, se for o caso, revisá-lo e ajustá-lo. (2007, p. 126)

O questionário foi aplicado nas duas turmas, com o objetivo de avaliar o potencial pedagógico do experimento de baixo custo, através das respostas dos alunos, de acordo com as questões, que teve caráter objetivo, dando a oportunidade do pesquisador analisar os resultados direcionadas a prática experimental,

4.4 Procedimentos de Aplicação e coleta de dados

Os procedimentos metodológicos foram realizados em duas etapas. Depois de selecionadas as duas turmas para desenvolver a pesquisa, iniciou-se a primeira etapa, onde foi abordado o assunto de circuitos elétricos simples durante uma aula de noventa minutos. Na turma controle a aula foi ministrada pelo próprio professor de Física da turma. Na turma de pesquisa a aula foi ministrada pelo autor do trabalho. No desenvolvimento da aula teórica foi utilizado o quadro para explicar os conceitos de circuitos elétricos simples, juntamente com suas equações.

► Intensidade da Corrente: $i = \frac{Q}{\Delta t}$, unidade no (SI), Ampére (A) (1)

► A definição do carga elétrica: $Q = ne$, unidade no (SI), Coulomb (C) (2)

► O Sentido Convencional da Corrente

► Corrente Continua e Corrente Alternada

► Geradores Fotovoltaicos

► Força Eletromotriz

► Tensão: $U = \frac{E}{Q}$, unidade no (SI), volt (V) (3)

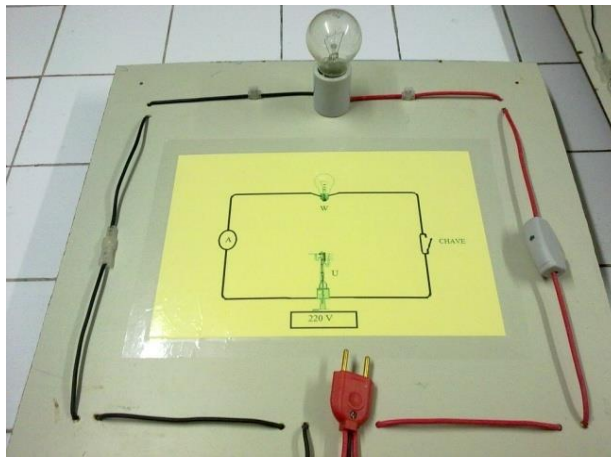
► Potência: $P = \frac{\mathcal{E}}{\Delta t}$ ou $P = U.I$, unidade no (SI), watts (W) (4)

Na aula da turma de pesquisa foi utilizado o mesmo quadro teórico para a explicação dos conceitos, seguidos do experimento de baixo custo que projetavam três

circuitos elétricos simples, construídos com madeira, fios condutores de eletricidade, lâmpada, interruptores, e geradores eletrovoltaicos, divididos da seguinte forma:

No primeiro circuito, os valores nominais são descritos em uma d.d.p de 220 V ligado a uma tomada residencial, uma lâmpada de potência 40 W e uma corrente de aproximadamente 0,18 A. Esses valores foram comparados com os valores reais medidos experimentalmente pelos alunos através de um multímetro durante a aula.

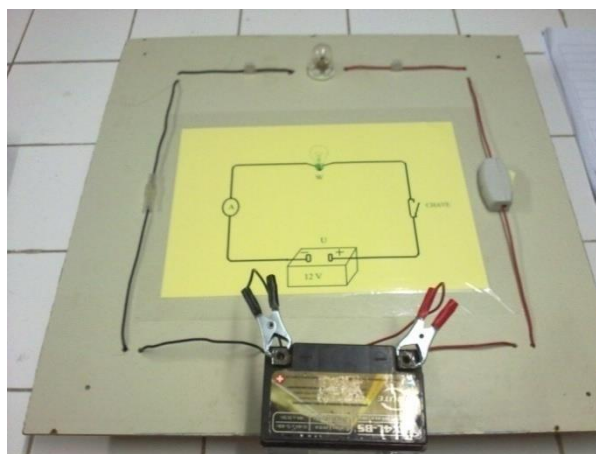
Figura 3: Circuito Elétrico Simples I



Fonte: Pesquisa direta

No segundo circuito, os valores nominais são descritos em uma d.d.p de 12 V ligado a uma bateria de moto, uma lâmpada de potência 21 W e uma corrente de aproximadamente 1,75 A, que também são comparados aos valores reais através do multímetro.

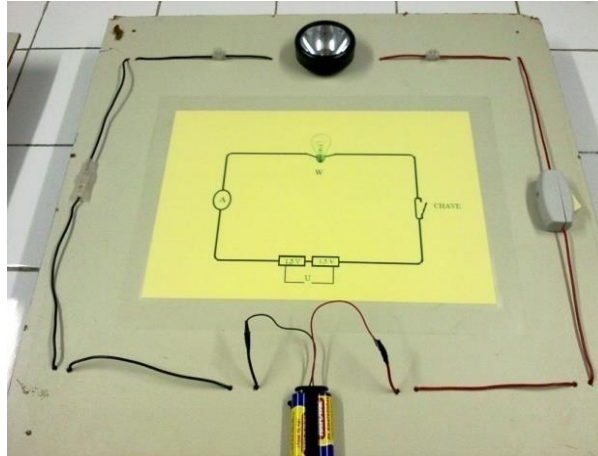
Figura 4: Circuito Elétrico Simples II



Fonte: Pesquisa direta

No terceiro circuito, utiliza-se uma d.d.p de 3,0 V, ligado a duas pilhas faroletes em série de 1,5 V cada, uma lâmpada de potência 1,4 W e uma corrente de aproximadamente 0,45 A.

Figura 5: Circuito Elétrico Simples III



Fonte: Pesquisa direta

Deste modo, a aula experimental tem como aplicação o experimento de baixo custo no laboratório de ciências, juntamente com toda explanação dos conceitos e equações aplicadas à prática. O objetivo desta prática era analisar os valores nominais descritos nos três circuitos juntamente com algumas questões sobre o assunto abordado no livro que eles utilizam em sala de aula. No laboratório, de posse do multímetro, aferiu-se as medidas reais apresentadas nos três circuitos simples. Em seguida, os valores nominais e reais foram anotados em um roteiro e ao final, se comparou os resultados, verificando a proximidade dos valores medidos, aplicando o cálculo do erro experimental.

Na segunda etapa, foi aplicado um teste de seis questões de múltipla escolha em cada uma das turmas, no mesmo modelo das avaliações da escola. Os testes foram os mesmos para a turma controle e a turma de pesquisa, envolvendo conceitos e equações.

Encerrada as etapas da pesquisa, os dois testes foram corrigidos e em seguida foi verificado o número de erros e acertos de cada questão. Através dos dados obtidos nos testes das duas turmas, foram enumerados os resultados percentuais de cada questão, que serão apresentados no próximo capítulo.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Essa etapa tem o objetivo de comparar os resultados obtidos pelos alunos através de um teste, aplicado na turma de controle depois da aula convencional do professor, e na turma de pesquisa, após ter sido aplicada a aula prática com experimento de baixo custo. Ao comparar os resultados verificar-se que o uso do experimento de baixo custo potencializa o aprendizado com relação ao conteúdo de circuitos elétricos. O teste abordava conhecimentos teóricos, práticos e matemáticos. A avaliação aplicada nas duas turmas tinha questões sobre corrente elétrica, potência, tensão, unidades de medidas e ligações de um circuito simples.

5.1 Análise do teste aplicado nas duas turmas.

O teste aplicado aos alunos dos dois terceiros anos, turnos manhã e tarde, era composto por seis questões objetivas, direcionadas ao assunto de corrente elétrica, potência e tensão. Foram analisadas todas as questões, comparando os resultados obtidos na turma controle e turma de pesquisa, para verificar se o uso do experimento de baixo custo potencializou o aprendizado dos alunos.

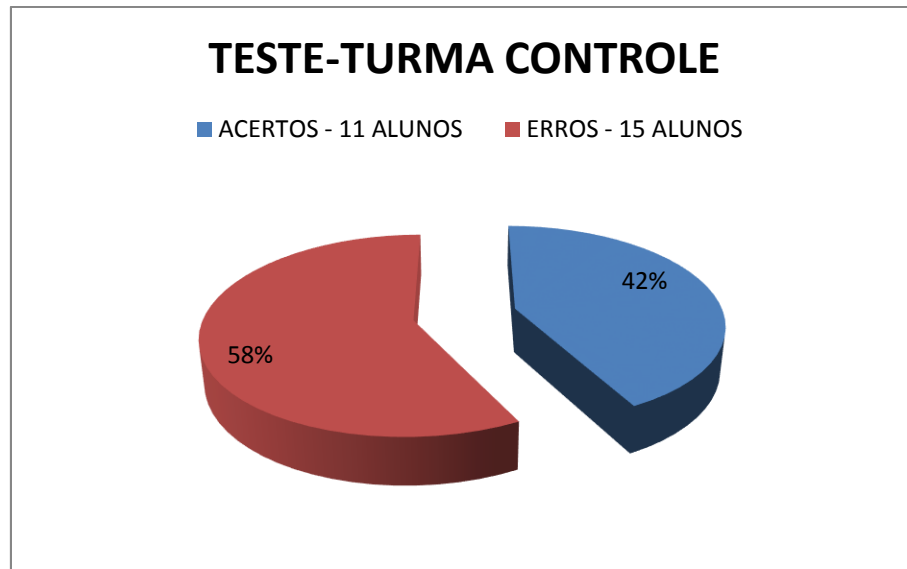
Para obtenção destes resultados, foram necessárias duas etapas em cada uma das turmas. Na turma controle, houve duas aulas convencionais no estilo tradicional de 90 minutos e em outras duas aulas foi realizada a aplicação do teste. Na turma de pesquisa, foram utilizadas duas aulas de 90 minutos envolvendo conhecimentos teóricos e a utilização do experimento de baixo custo, mais duas aulas para a aplicação do teste. Só realizaram os testes os alunos que participaram das aulas teóricas e práticas, portanto, o número de alunos que fizeram parte da pesquisa foi um total de 52 alunos, sendo 26 alunos do 3º ano do ensino médio manhã e 26 alunos do 3º ano do ensino médio tarde.

A seguir, serão apresentados os resultados da avaliação feita pelos alunos, através de gráficos e comentários a respeito dos enunciados das questões, bem como, a comparação do número de acertos e erros por questão e quantidade de alunos.

Na primeira questão do teste, foi abordado o conhecimento sobre o sentido real e convencional da corrente elétrica através de um fio condutor metálico. O aluno deveria optar

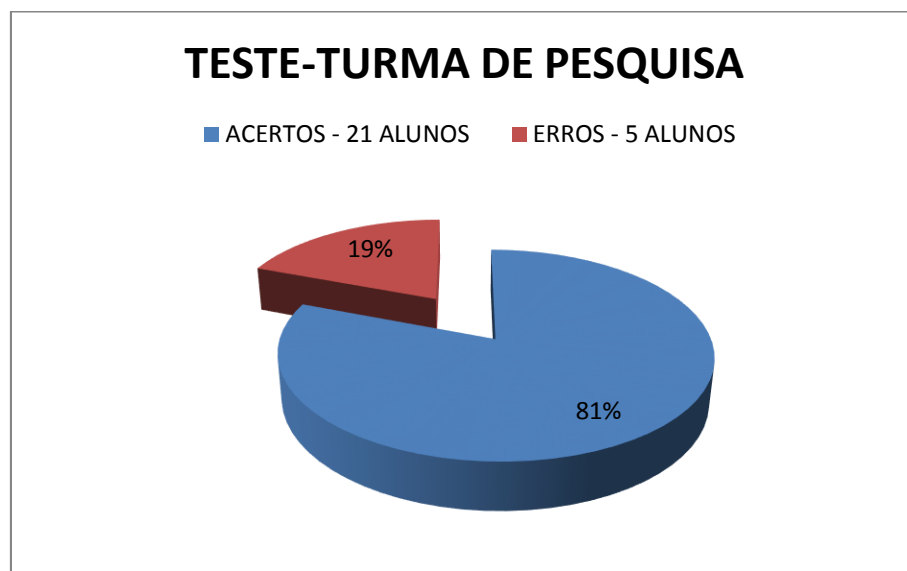
pelo item que representasse o sentido do movimento dos elétrons. Para a primeira questão, têm-se o seguinte resultado.

Gráfico 1: Número de acertos e erros na 1ª questão da turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 2: Número de acertos e erros na 1ª questão da turma de pesquisa



Fonte: Pesquisa direta

Ao analisar os gráficos 1 e 2, referentes à primeira questão do teste, verifica-se que na turma controle, 42% da turma, acertaram a primeira questão enquanto, correspondendo um total de 58% da turma erraram essa questão. Na turma de pesquisa, 21 alunos acertaram a

primeira questão, isso corresponde a 81% da turma, e 5 alunos num percentual de 19%, erraram.

Tabela 1 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão um.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	11 alunos – 42%	21 alunos – 81%	10 alunos – 39%
Nº de erros	15 alunos – 58%	5 alunos – 19%	10 alunos – 39%
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

Fonte: Pesquisa direta

Observa-se que houve uma diferença significativa com relação à quantidade de erros e acertos referentes à primeira questão do teste ao se comparar os resultados dos alunos das duas turmas. A turma de pesquisa se destaca pela quantidade de acertos a mais e menor número de erros, correspondendo uma diferença de 10 alunos num percentual de 39% em relação à turma de controle.

Pode-se deduzir que a turma de pesquisa, através do experimento de baixo custo, teve maior motivação e por isso mais atenção na explicação, e estes fatores possa ter contribuído para uma melhor compreensão dos conceitos de corrente elétrica no que diz respeito ao movimento dos elétrons em fio condutor. A idéia de colocar o aluno em contato com o experimento pode ter feito a diferença na hora de entender o conceito de que o movimento dos elétrons acontece no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.

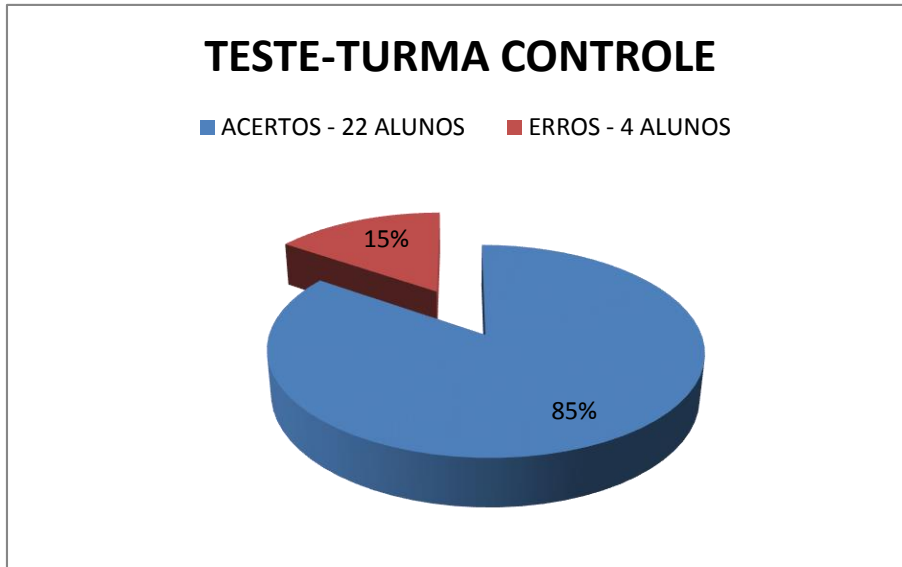
Na questão de número 2, o assunto é abordado de forma contextualizada envolvendo o conceito de potência elétrica, onde os alunos devem utilizar conhecimentos a respeito de tensão elétrica e corrente elétrica no campo da física, relacionando com a equação que determina a potência elétrica de um aparelho. Nesse tipo de questão, o modo convencional costuma a relacionar as grandezas com as respectivas variáveis.

No caso do uso do experimento, é possível através de um multímetro, medir esses valores e comparar os valores nominais descritos nos objetos que compõem o circuito com os valores reais aferidos pelos alunos. Em seguida calcula-se o erro experimental para saber se o circuito está em condições padrões de funcionamento.

Em geral, alunos não apresentaram dificuldades em resolver esse tipo de questão, embora muitas vezes se limitam a resolver uma equação matemática e demonstram não se

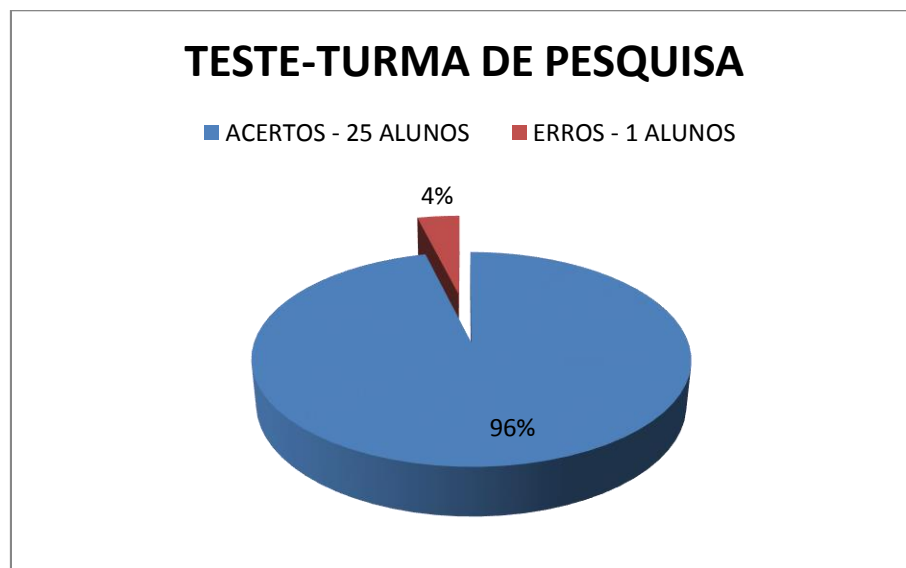
aprofundar no conhecimento teórico. Será em seguida, apresentado o desempenho das duas turmas em relação a essa questão:

Gráfico 3: Número de acertos e erros na 2ª questão da turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 4: Número de acertos e erros na 2ª questão da turma de pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta

A segunda questão apresenta um baixo grau de dificuldade, porém existe a necessidade do aluno relacionar o conhecimento fenomenológico juntamente com a

formulação matemática. Observa-se que os alunos das duas turmas apresentaram bons resultados a respeito do número de acertos no teste.

Analisando especificamente os gráficos 3 e 4, o melhor resultado ocorreu na turma de pesquisa, que obteve como aproveitamento um número de acertos total de alunos igual a 25, equivalente a 96% da turma, enquanto apenas 1 aluno errou essa questão, ou seja, um percentual de 4%. Os alunos da turma de controle que também obtiveram bom resultado, obtiveram como número de acertos 85% da turma totalizando 22 alunos e aqueles que erraram somam 4 alunos, com um percentual de 15%.

Tabela 2 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão dois.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	22 alunos – 85%	25 alunos – 96%	3 alunos – 11%
Nº de erros	4 alunos – 15	1 alunos – 4%	3 alunos – 11%
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

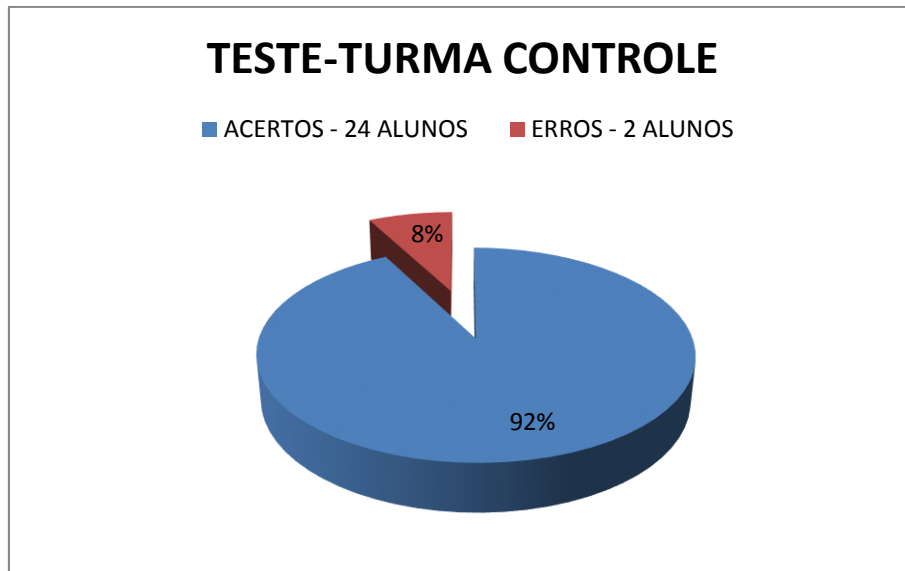
Fonte: Pesquisa direta

Mesmo com um bom desempenho dos alunos das duas turmas no teste, percebe-se que a turma de pesquisa teve um número percentual maior de acertos, se sobressaindo em relação ao resultado final, sendo uma diferença de 11%, ou seja, três alunos. Neste caso, se tem a idéia que o experimento de baixo custo possa ter contribuído para o melhor desempenho da turma, devido à interação que os alunos tiveram durante a aula.

A terceira questão do teste fornece dados acerca de um circuito elétrico de determinada corrente que consome uma determinada potência elétrica. A questão apresenta situação contextualizada e lógica. Depois de entender o funcionamento de um circuito, os alunos deveriam saber como calcular as grandezas nele envolvidas, no caso, encontrar o valor da tensão elétrica.

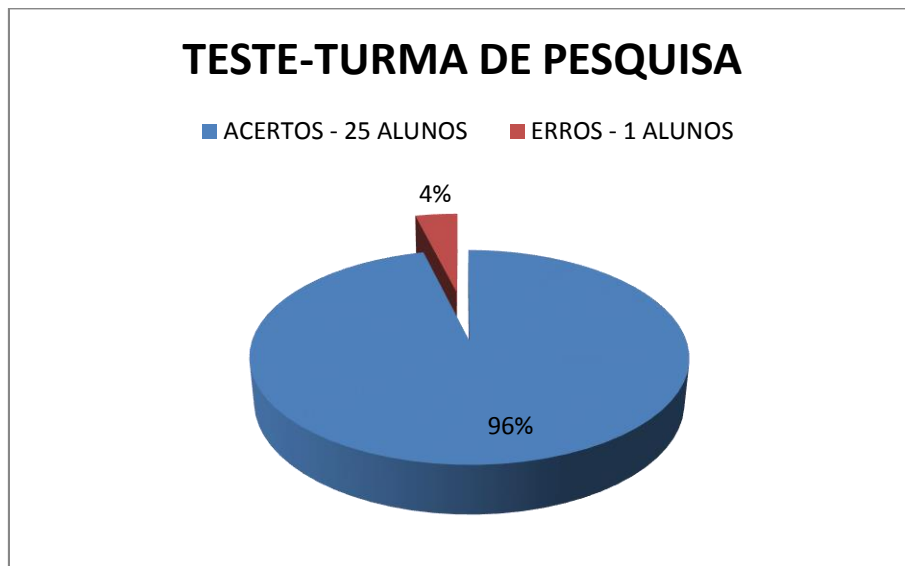
A questão é de fácil compreensão e sua resolução depende apenas da associação entre as grandezas e suas variáveis, isso no modo convencional, utilizando-se a equação que calcula a tensão elétrica de um circuito simples. Com o experimento de baixo custo, pode-se medir essas grandezas com o multímetro e compará-las com os valores descritos nos elementos do circuito, fazendo ao final o cálculo do erro experimental. Observa-se agora os resultados apresentados nos gráficos a seguir:

Gráfico 5: Número de acertos e erros na 3ª questão da turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 6: Número de acertos e erros na 3ª questão na turma de pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta

De acordo com os resultados apresentados nos gráficos 5 e 6, verifica-se que a questão apresentou um baixo grau de dificuldade, o uso da equação diminui as chances de erros, embora não se pode saber se o aluno entendeu bem o conceito físico, pois o uso da equação facilita na resolução da questão. No entanto, mesmo com um bom rendimento e o alto índice de acertos pelos alunos nas duas turmas, analisando mais a fundo, a turma que utilizou o experimento obteve melhor desempenho, embora com pouca diferença.

O gráficos 5 e 6, apresentam a seguinte leitura: os alunos da turma de pesquisa que acertaram a questão três, correspondem a 25 alunos, e somente 1 aluno errou, totalizando respectivamente percentuais iguais a 96% e 4%. Com diferença muito pequena, o número de acertos dos alunos da turma controle corresponde a 24, representando percentualmente 92%, sendo assim, apenas 2 alunos erraram num total percentual de 8%.

Tabela 3 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão três.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	24 alunos – 92%	25 alunos – 96%	1 alunos – 4%
Nº de erros	2 alunos – 8%	1 alunos – 4%	1 alunos –4 %
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

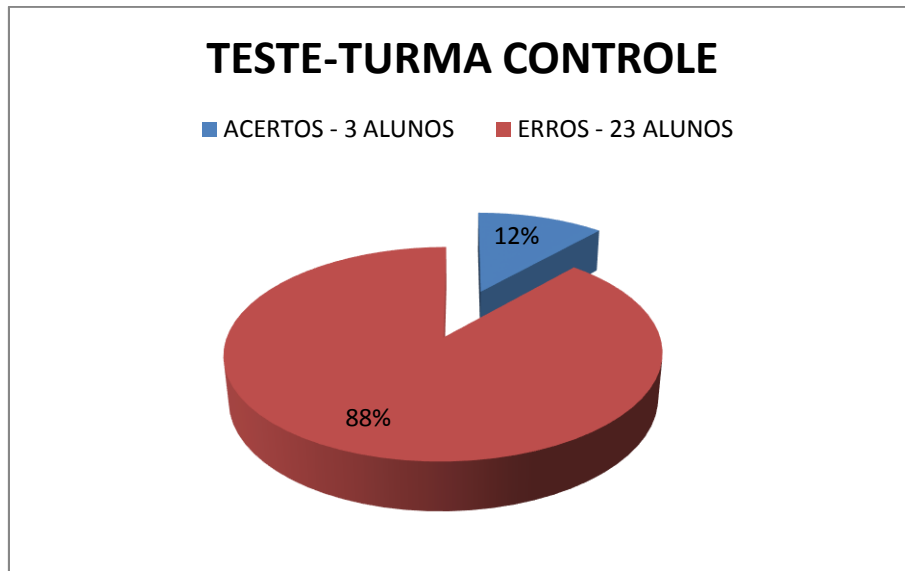
Fonte: Pesquisa direta

A diferença entre os alunos que acertaram e erraram a terceira questão do teste é muito pequena, apenas um aluno, correspondente a um percentual de 4%. Pode-se acreditar que o experimento de baixo custo possa ter influenciado, mas, para esse tipo de questão, onde se atribui o uso de equações, onde se deve associar as grandezas e suas variáveis, geralmente, os alunos fazem a aplicação direta na fórmula. Mesmo com esta justificativa, constata-se que houve uma diferença ao compararmos a aula convencional com a aula experimental.

A questão 4 está relacionada com a instantaneidade com que uma lâmpada se acende, embora, esta, esteja centenas de metros distante do interruptor. Os conceitos relacionados a essa questão são especificamente teóricos, devem ser abordados em qualquer que seja a metodologia abordada na aula. No entanto, na aula experimental, essa questão é imprescindível, pois esta velocidade é comparada muitas vezes pelos alunos com a velocidade da luz, isso é comum, pois a aula é de eletricidade e envolve elementos como a lâmpada.

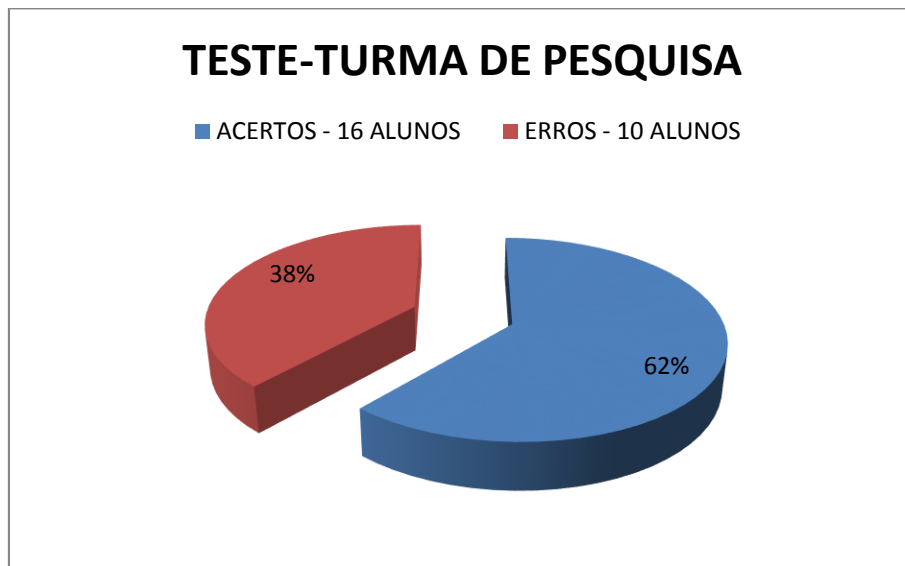
Naturalmente, essa pergunta surge quando os alunos ligam e desligam a chave de um circuito, e percebem a velocidade com que isso acontece. A dificuldade de compreensão desse fenômeno é exatamente entender que isso ocorre com uma rapidez mesmo sabendo que as velocidades médias dos elétrons são relativamente baixas. A seguir, têm-se os resultados referentes a essa questão.

Gráfico 7: Número de acertos e erros na 4ª questão do turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 8: Número de acertos e erros na 4ª questão turma de pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta

Os resultados dos gráficos 7 e 8, apresentam resultados bem diferentes. Os alunos da turma de controle tiveram rendimento muito baixo: dos 26 alunos que participaram da do teste, apenas 3 alunos acertaram essa questão, um percentual de 12%. Dessa forma 88% da turma não obtiveram êxito, ou seja, 23 alunos erraram a questão. A turma de pesquisa teve rendimento satisfatório, 62% da turma acertaram a questão, isso corresponde a 16 alunos, dessa forma 10 alunos erraram, um percentual de 38%.

Tabela 4 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão quatro.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	3 alunos – 12%	16 alunos – 62%	13 alunos – 50%
Nº de erros	23 alunos – 88%	10 alunos – 38%	13 alunos – 50 %
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

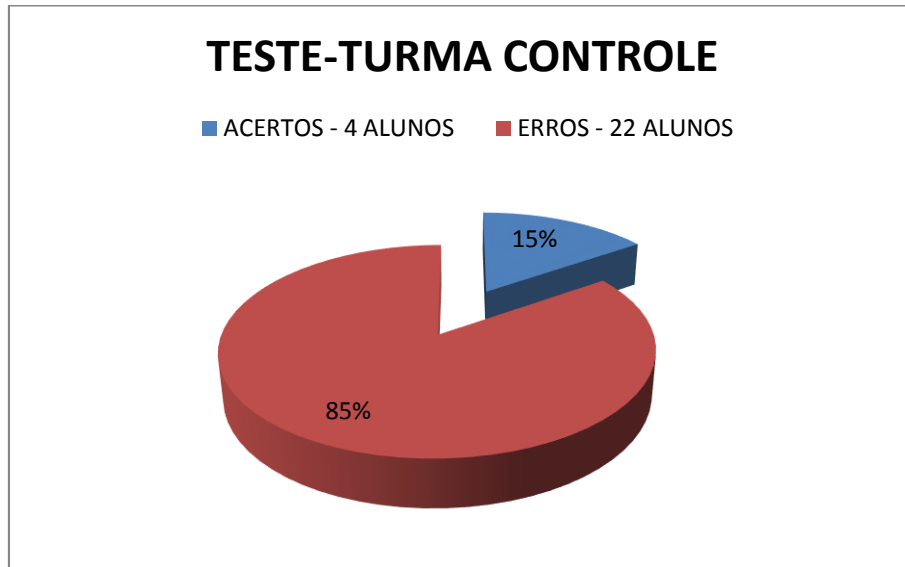
Fonte: Pesquisa direta

Percebe-se que essa questão necessita de uma atenção especial por parte do aluno na hora da explicação, pois é um conhecimento restrito e estritamente teórico. Com isso, temos a maior diferença percentual apresentada até agora. A diferença entre os acertos e erros corresponde a 50% do total das duas turmas, ou seja uma disparidade de 13 alunos. Para a análise dessa questão, acredita-se que o experimento de baixo custo possa ter prendido mais a atenção do aluno para que ele possa ter apresentado melhor rendimento nessa questão.

A questão cinco do teste está relacionada com a montagem de um circuito elétrico simples, onde se denomina todos os seus elementos, sua representação nos livros didáticos e sua relação com o cotidiano. Além disso, a questão vem ilustrando quatro tipos de ligações, onde os alunos devem optar pela ligação correta.

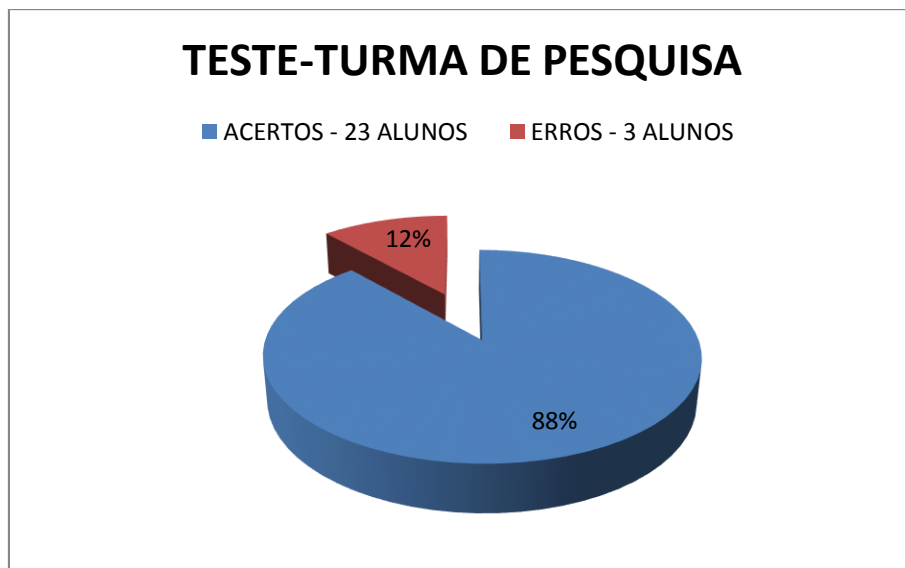
O objetivo da questão é comparar a aula convencional com a aula experimental, já que em sala de aula o professor utiliza-se de pincel e quadro para desenhar os circuitos e explicar seu funcionamento, como são as representações gráficas e o uso das equações. Já na aula experimental, têm-se a oportunidade de montar o circuito, manuseá-lo e ainda por cima medir os valores de potência, tensão e corrente com o multímetro. Neste caso o aluno tem contato diretamente com o experimento, podendo assim ter uma melhor compreensão do seu funcionamento. A seguir, apresentam-se os resultados correspondentes a questão cinco:

Gráfico 9: Número de acertos e erros na 5ª questão da turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 10: Número de acertos e erros na 5ª questão da turma de pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta

Ao analisar as questões do teste através dos gráficos 9 e 10, observa-se que os alunos da turma de pesquisa obtiveram melhor desempenho, com uma ampla diferença: 23 alunos acertaram a questão, referente a um percentual de 88%, apenas 3 alunos erraram, ou

seja, 12% da turma. Na turma de controle, o resultado foi praticamente o inverso, apenas 4 alunos acertaram e a maioria 22 alunos erraram, respectivamente em percentuais 15% e 85%.

Tabela 5 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão cinco.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	4 alunos – 15%	23 alunos – 88%	19 alunos – 73%
Nº de erros	22 alunos – 85%	3 alunos – 3%	19 alunos – 73 %
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

Fonte: Pesquisa direta

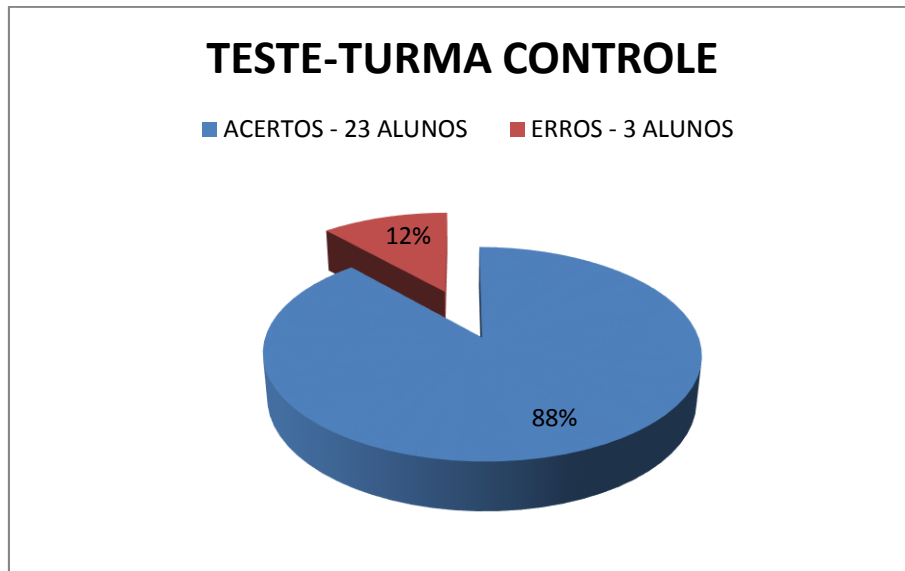
A diferença entre o número de acertos e erros desta questão apresenta uma larga vantagem para os alunos da turma de pesquisa. Essa diferença chega a 73% em relação aos alunos da turma de pesquisa que acertaram a questão relação à turma controle. Observa-se que esta questão é especificamente relacionada com a parte prática da eletricidade, possivelmente os alunos que utilizaram o experimento de baixo custo devem ter se beneficiado na resolução.

A aula experimental deu a oportunidade ao aluno de ver na prática como se constrói um circuito, bem como poder manuseá-lo. Diferente da aula convencional, que o professor limita-se apenas aos desenhos no quadro e as figuras ilustrativas do livro. O fato de ter o experimento, não justifica o melhor rendimento, porém, o planejamento da aula, a interação dos alunos com a prática, leva a crer que o experimento de baixo custo possa ter influenciado diretamente nos resultados apresentados nos gráficos anteriores.

Na sexta questão, a abordagem é feita a respeito das unidades relacionadas às grandezas. A maioria dos alunos não associam aos resultados às suas respectivas unidades, na maioria das vezes fazem as substituições corretas nas fórmulas e acertam o cálculo, porém, acabam esquecendo de colocar a unidade de medida correspondente.

Na aula experimental, para medir as grandezas como potência elétrica, corrente elétrica e tensão elétrica, utiliza-se o multímetro, e necessariamente os alunos devem saber das unidades. Portanto na aula experimental isso é trabalhado na prática, mostrando sua devida importância e a relação que estas possuem com o cotidiano. Na aula convencional, as unidades são apresentadas junto às fórmulas, bem como mencionada a razão de seus nomes associados a homenagens a cientistas que contribuíram naquela área. A seguir tem-se a análise dos gráficos referentes à sexta questão:

Gráfico 11: Número de acertos e erros na 6ª questão da turma controle.



Fonte: Pesquisa direta

Gráfico 12: Número de acertos e erros na 6ª questão da turma de pesquisa.



Fonte: Pesquisa direta

Comparando os resultados dos gráficos 11 e 12, verifica-se que as duas turmas apresentaram bom rendimento. Os dados são bem parecidos e se apresentam da seguinte forma: os alunos da turma de pesquisa obtiveram um número de acertos igual a 24, correspondente a um percentual de 92%, e o número de erros corresponde ao restante da turma, ou seja, 2 aluno com um percentual de 8%. Com um número pouco menor de acertos os alunos da turma controle obtiveram 23 acertos, este número corresponde um percentual de

88% e os demais alunos atingiram um percentual de erros igual a 12%, considerados 3 alunos que não acertaram a questão seis.

Tabela 6 - Diferença entre os percentuais de acertos e erros da questão seis.

Dados	Turma controle	Turma de pesquisa	Diferença Percentual
Nº de acertos	23 alunos – 88%	24 alunos – 92%	1 alunos – 4%
Nº de erros	3 alunos – 12%	2 alunos – 8%	1 alunos – 4 %
Total	26 alunos – 100%	26 alunos – 100%	

Fonte: Pesquisa direta

Os dados apresentados na Tabela 6 apresentam uma pequena diferença nos resultados das duas turmas, um percentual apenas de 4%. A referida questão é de nível fácil, porém, os alunos deveriam saber a qual grandeza cada unidade estava associada. Mesmo assim, os alunos da turma de pesquisa obtiveram um melhor rendimento. Pela pequena diferença não podemos afirmar que o experimento de baixo custo possa ter dado essa vantagem, mas, podemos deduzir que os alunos da turma de pesquisa possam ter compreendido melhor o conceito, devido à utilização do multímetro associado aos circuitos.

No próximo capítulo serão apresentadas as considerações finais desta pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades apresentadas no ensino de física, o presente trabalho apresenta uma proposta de cunho pedagógico no sentido de verificar se o experimento com o uso de materiais de baixo custo poderá contribuir como ferramenta para o ensino de Circuitos Elétricos. O recurso que deverá contribuir para amenizar as dificuldades encontradas no Ensino de Eletricidade poderá ser construído com materiais simples, acessíveis e de preço baixo, e não é necessário um laboratório de física para sua utilização, pois a aula experimental pode ser realizada na própria Sala de aula.

Para a realização desta pesquisa buscou-se inicialmente apresentar as dificuldades encontradas no Ensino de Física, mostradas através de experiências analisadas por pesquisadores diante de relatos de alunos e professores. No desenvolvimento do trabalho utiliza-se uma fundamentação para falar sobre um breve histórico da utilização do laboratório como auxílio na aprendizagem e até que ponto o uso da experimentação serve como estratégia de ensino, e ainda da formação do professor para o uso dessa prática em sala de aula.

Os aspectos teóricos relacionados com a aprendizagem têm suporte metodológico na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, onde a abordagem se dá através da análise entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Neste contexto apresenta-se a formação dos subsunçores e a relação que existe entre o que o aprendiz já sabe e a nova informação que deverá aprender, e ao final construir uma aprendizagem com significados. Para facilitar o desenvolvimento de conceitos, utilizam-se os mapas conceituais como Auxílio na organização de informações de forma hierárquica partindo dos elementos mais gerais para os específicos.

Os procedimentos metodológicos utilizados para realizar a coleta de dados e Análisar resultados foram divididos em diferentes etapas. Inicialmente foi escolhida uma turma controle de 3º ano do Ensino Médio turno manhã de uma escola particular e uma turma de pesquisa de 3º ano do Ensino Médio turno tarde da mesma escola.

Na turma controle, foram ministradas duas aulas convencionais sobre Circuitos Elétricos, seguido de um teste individual com seis questões aplicado aos alunos. O mesmo procedimento foi feito com a turma de pesquisa, só que a aula foi realizada no laboratório com a utilização do experimento de baixo custo. Ao final, 52 alunos participaram de todas as

etapas, 26 alunos do 3º ano turno manhã e 3º ano turno tarde, estes foram submetidos a análise de resultados que foram apresentados no Capítulo 5.

A análise dos resultados foi feita através da comparação entre o número de acertos e de erros de cada questão descrita no teste, realizados pelos alunos durante a pesquisa. As questões foram voltadas para o conteúdo inserido durante a aula convencional e experimental, divididas entre conceitos teóricos, leis e equações.

Os resultados apresentados através do teste feito pelos alunos são organizados a partir dos conceitos apresentados durante a aula, os testes têm o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido pelos estudantes a respeito de corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica, com abordagem no cotidiano.

A análise feita entre a comparação dos testes apontou que o experimento de baixo custo aplicado ao estudo de Circuitos Elétricos pode ter contribuído com o melhor rendimento apresentado pela turma de pesquisa que fez uso da prática, apresentando um número maior de acertos em relação à turma controle. Pode-se deduzir através desta pesquisa que o uso do experimento de baixo custo contribuiu como ferramenta pedagógica para o estudo de eletricidade.

Durante a pesquisa, verifica-se que o uso da prática experimental chama a atenção do aluno, estimula-o a querer participar e interagir, deixa-o cheio de perguntas e curiosidades, é perceptível o interesse deles para participar de uma próxima aula prática.

Apesar do curto intervalo de tempo da pesquisa e universo pesquisado, o presente trabalho confirma a hipótese de que o uso da prática experimental potencializou o ensino de Circuitos Elétricos na turma que teve a aula prática com o experimento de baixo custo. Neste contexto, o estudante teve a oportunidade de relacionar o que ele já sabia sobre o conteúdo e as novas informações vistas durante a experimentação, construindo um conhecimento com significados.

Segundo as Diretrizes Curriculares,

“É necessário perceber que o experimento faz parte do contexto de sala de aula e que não se deve separar a teoria da prática. Isso por que faz parte do processo pedagógico que os alunos se relacionem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos a serem formados e significados” (2006, *apud* LABURU, 2011 p. 45).

Nesse contexto, uma sugestão é que se acrescente ao currículo de Física o uso da prática experimental, observa-se que estas auxiliam na compreensão dos fenômenos e estimulam os alunos durante a realização do experimento, tendo como uma de suas finalidades motivar o aluno, não podendo sustentar-se como o objetivo apenas de coletar informações. Deve-se ainda serem preparadas de acordo com a realidade de cada turma e a idade dos estudantes. Dessa forma, se fizer parte do currículo do Ensino de Física, caberá ao professor prepará-las e aplicá-las adequadamente.

Espera-se que este trabalho possa criar novas estratégias para motivar os alunos e incentivar os professores e estudantes de Licenciatura em Física e de outras áreas, a utilizarem a prática experimental em suas aulas. E que através desta ferramenta procure a cada dia relacionar os conceitos teóricos com o cotidiano dos aprendizes, tornando o ensino prazeroso e significativo. Que possam ser criadas oportunidades para que estes recursos sejam utilizados nas aulas de Física para a construção do conhecimento no ensino.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176 – 194, jun. 2003.
- AUSUBEL, David P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view © 2000 Kluwer Academic Publishers. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. 1.^a Edição PT-467-Janeiro de 2003.
- AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- COELHO, S. M.; NUNES, A. D. Relato de uma experiência de Formação Continuada e Pesquisa no Ensino das Ciências Físicas. In: REUNIÃO REGIONAL DA SBPC/RS A Escola faz Ciência, 2, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBPC/RS, 2006.
- COLOMBO, S. S. et al, *Gestão Educacional, uma nova visão*. Porto Alegre: Artmed, 2004
- FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- FARIAS, A. J. O. A construção do laboratório na formação do professor de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 245-251, dez. 1992.
- HODSON, D. Experimento em Ciências e Ensino de Ciências. *Educational Philosophy and Theory*, [s.l], v. 18, n.53, p.53-66,1993.
- LABURU, C. L. Professor das ciências naturais e a prática de atividades experimentais no ensino médio: uma análise segundo Charlot/Carlos Eduardo Laburu, Maria Imaculada de Lorde Lagrota Mamprim, Wanda Naves Cocco Salvadego. - Londrina: Eduel, 2011. 124. : II.
- LDB, Lei de Diretrizes e Bases da educação (LDB N.º 9.394 / 96), artigos 61 ao 62, 1996
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. 2003. *Fundamentos de metodologia científica*. 5^a. Ed. Editora Atlas.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. 2003. *Fundamentos de metodologia científica*. 5^a. Ed. Editora Atlas.
- MARTINS, E. Uma perspectiva histórica do Ensino das Ciências Experimentais. *Revista proFORM@R online*, Ed. 13, jan. 2005. Disponível em: www.proformar.org/revista/edição_13/pag_2.htm>. Acesso em 09 jun. 2010.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria d Ausubel* – São Paulo: Centauro. 2001.
- SANTANA et. al. [autores]. *Dialogando sobre Metodologia Científica*. Fortaleza: Edições UFC, 2011.
- SEVERINO, A. J. 1941 – *Metodologia do trabalho científico* – 23 ed. rev. e atual. – São Paulo: Cortez, 2007.
- TRUMPER, R. The Physics Laboratory: A Historical Overview and Future Perspectives. *Science Education*, [s.l], n.12, p.645-670, 2003.
- SERÉ, M. G. La enseñanza em El laboratorio. Qué podemos aprender em términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia La ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, [s.l]. v. 20, n. 3, p 357-365, 2002a.

APÊNDICE

Teste aplicado às turmas



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PÓS-GRADUAÇÃO – ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
TESTE - CIRCUITOS ELÉTRICOS

Exercícios propostos durante a aplicação do experimentação de circuito elétrico.

NOME: _____ . Nº: _____ 3º ANO DO ENSINO MÉDIO - TARDE

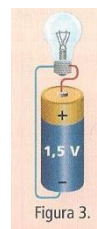
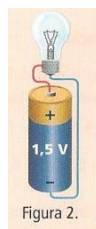
01. A corrente elétrica em um condutor metálico se deve ao movimento de:
 - a) Prótons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
 - b) Elétrons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
 - c) Elétrons, no sentido convencional da corrente.
 - d) Prótons, no mesmo sentido convencional da corrente.

02. Um ventilador foi ligado a uma tomada de 220 V. Ciente de que a intensidade da corrente elétrica que passa por ele é de 0,45 A, a potência consumida pelo ventilador corresponde a aproximadamente:
 - a) 40 W b) 60 W c) 100 W d) 120 W

03. Uma pequena lâmpada ligada a uma bateria é percorrida por uma corrente de intensidade $i = 1,75$ A e consome uma potência 28 W. Qual a tensão entre os terminais da bateria?
 - a) 10 V b) 12 V c) 14 V d) 16 V

04. Ao acionar um interruptor de uma lâmpada elétrica, esta se acende quase instantaneamente, embora possa estar a centenas de metros de distância. Isso ocorre porque:
 - a) A velocidade dos elétrons na corrente elétrica é igual à velocidade da luz.
 - b) Os elétrons se põem em movimento quase imediatamente em todo o circuito, embora sua velocidade média seja relativamente baixa.
 - c) A velocidade dos elétrons na corrente elétrica é muito elevada.
 - d) Não é necessário que os elétrons se movimentem para que a lâmpada se acenda.

05. Nas figuras que se seguem um estudante propôs quatro tipos de ligações para uma lâmpada ser acesa por uma pilha.



A lâmpada está corretamente ligada, ou seja, vai acender apenas nas ligações das figuras:

- a) 1 e 2 b) 1, 2 e 3 c) 1,2,3 e 4 d) 2 e 3
-
06. As unidades V.A, W/A e W/V, receberam as seguintes denominações:
 - a) Tensão, corrente e potência;
 - b) Corrente, tensão e potência;
 - c) Potência, Tensão e corrente;
 - d) Corrente, potência e tensão.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PÓS-GRADUAÇÃO – ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Roteiro da Aula Experimental

CIRCUITO ELÉTRICO I

	VALOR NOMINAL	VALOR REAL		
TENSÃO (V)			$U = \frac{P}{I}$	
POTÊNCIA (W)			$P = U.I$	
CORRENTE (A)			$I = \frac{P}{U}$	
ERRO EXPERIMENTAL				

CIRCUITO ELÉTRICO II

	VALOR NOMINAL	VALOR REAL		
TENSÃO (V)			$U = \frac{P}{I}$	
POTÊNCIA (W)			$P = U.I$	
CORRENTE (A)			$I = \frac{P}{U}$	
ERRO EXPERIMENTAL				

CIRCUITO ELÉTRICO II

	VALOR NOMINAL	VALOR REAL		
TENSÃO (V)			$U = \frac{P}{I}$	
POTÊNCIA (W)			$P = U.I$	
CORRENTE (A)			$I = \frac{P}{U}$	
ERRO EXPERIMENTAL				

ANEXOS

A.1 Fotos dos alunos da turma de pesquisa participando da aula experimental



A.2 Fotos dos alunos da turma de pesquisa recebendo instruções na bancada



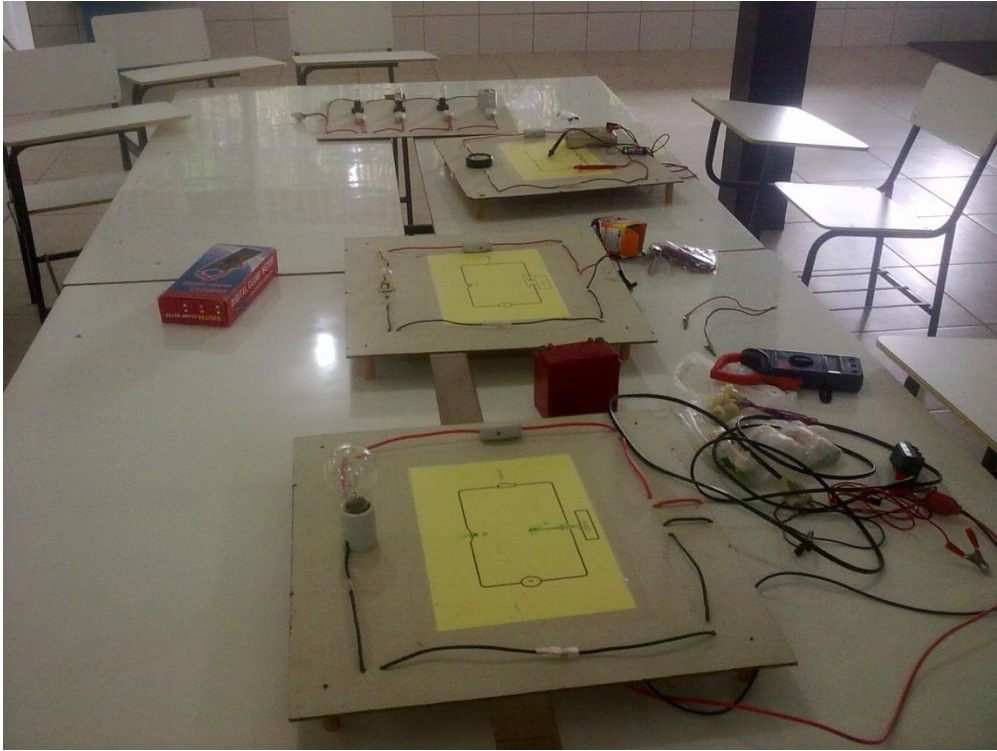
A.3 Fotos dos alunos da turma de pesquisa medindo as grandezas nos circuitos



A.4 Fotos dos alunos da turma de pesquisa medindo as grandezas nos circuitos



A.5 Circuitos elétricos usados na pesquisa



A.6 Circuitos elétricos usados na pesquisa



A.7 Foto da turma de pesquisa no final da aula experimental



A.8 Foto da turma de pesquisa realizando o teste

