



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA**

**JOÃO PAULO SOARES**

**EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO  
SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA-CE  
2012**

**JOÃO PAULO SOARES**

**EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO  
SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao departamento de Física do centro de ciências e Graduação em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito final para a obtenção do título de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

**FORTALEZA-CE  
2012**

**JOÃO PAULO SOARES**

**EXPERIMENTO COM O USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO  
FERRAMENTA PEDAGÓGICA APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO  
SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao departamento de Física do centro de ciências e Graduação em Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito final para a obtenção do título de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Isaías Batista Lima (Examinador Externo)  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof. Ms. Mairton Cavalcante Romeu (Examinador Externo)  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

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**

Ao professor Ms. Francisco Herbert Lima Vasconcelos pela orientação na realização deste trabalho e profunda amizade, compreensão e respeito conquistados.

À professora coordenadora do curso, Dr<sup>a</sup> Eloneid Felipe Nobre, pela oportunidade de crescimento profissional e acadêmico durante o andamento deste curso de graduação.

O professor Dr. Isaías Batista Lima, por ter aceitado participar da banca e pela grande contribuição dada neste trabalho na elaboração do projeto na disciplina de TCC I.

O professor Ms. Mairton Cavalcante Romeu, pela participação na minha banca e pelas dicas valiosas para o enriquecimento do meu trabalho.

A minha mãe, companheira de todas as horas, que me incentiva em minha profissão e me apóia 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.

Aos caros amigos do curso de graduação pelas diversas idéias apresentadas para o enriquecimento deste trabalho.

Aos nobres professores do curso de graduação pela transmissão de seus conhecimentos que possibilitaram a idéia para realização deste trabalho.

Perguntaram numa ocasião a Mahatma Gandhi: Quais são os fatores que destroem o ser humano? Ele respondeu assim:

"A Política sem Princípios, o Prazer sem Responsabilidade, a Riqueza sem Trabalho, a Sabedoria sem Caráter, os Negócios sem Moral, a Ciência sem Humanidade e a Oração sem Caridade"

## 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 uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública, apresentou resultados significativos relacionados ao aprendizado e a motivação dos alunos, verificando-se a possibilidade de se estender outros conteúdos aplicados a Física.

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

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	13
2.1 Um breve histórico sobre a utilização do laboratório na aprendizagem.....	13
2.2 Atividade experimental como estratégia de ensino.....	15
2.3 A formação de professores e a prática experimental no ensino de Física.....	18
<b>3 ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</b> .....	22
3.1 O uso das atividades experimentais em conceitos significativos.....	22
3.2 Aprendizagem significativa x mecânica aplicado ao Ensino de Física.....	24
3.3 Subçunçores e mapas conceituais no Ensino de Circuitos elétricos.....	27
3.3.1 <i>Os subsunçores aplicado ao Ensino de Circuitos Elétricos</i> .....	27
3.3.2 <i>Os Mapas Conceituais aplicado ao Ensino de Circuitos Elétricos</i> .....	29
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	32
4.1 Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa.....	32
4.2 Caracterização do contexto da pesquisa.....	32
4.3 Metodologia da pesquisa.....	33
4.4 Procedimentos de Aplicação Instrumentos de coleta de dados.....	35
<b>5 ANÁLISE DISCUSSÃODE RESULTADOS</b> .....	39
5.1 Análise dos exercícios de pré-teste e pós-teste.....	39
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
<b>APÊNDICE A</b> Exercício de pré-teste aplicado à turma depois da aula convencional.....	53
<b>APÊNDICE B</b> Roteiro utilizado pelos alunos na aplicação do experimento.....	54
<b>APÊNDICE C</b> Exercício de pré-teste aplicado à turma depois da aula experimental.....	55
<b>ANEXO A</b> fotos dos alunos participando da aula experimental.....	56

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ilustração das relações que compõe o saber profissional do professor.....	21
Figura 2: Um mapa conceitual para conceito de campo.....	31
Figura 3: Circuito Elétrico Simples I.....	36
Figura 4: Circuito Elétrico Simples II.....	37
Figura 5: Circuito Elétrico Simples III.....	37
Figura 6: Alunos no laboratório de ciências participando da prática.....	38
Figura 7: Os alunos resolvendo o pré-teste avaliativo.....	39
Gráfico 1: Número de acertos e erros na 1º questão do pré-teste.....	40
Gráfico 2: Número de acertos e erros na 1º questão do pós-teste.....	41
Gráfico 3: Número de acertos e erros na 2º questão do pré-teste.....	42
Gráfico 4: Número de acertos e erros na 2º questão do pós-teste.....	42
Gráfico 5: Número de acertos e erros na 3º questão do pré-teste.....	43
Gráfico 6: Número de acertos e erros na 3º questão do pós-teste.....	44
Gráfico 7: Número de acertos e erros na 4º questão do pré-teste.....	45
Gráfico 8: Número de acertos e erros na 4º questão do pós-teste.....	45
Gráfico 9: Número de acertos e erros na 5º questão do pré-teste.....	46
Gráfico 10: Número de acertos e erros na 5º questão do pós-teste.....	47
Gráfico 11: Número de acertos e erros na 6º questão do pré-teste.....	48
Gráfico 12: Número de acertos e erros na 6º questão do pós-teste.....	48
A.1 Os três Circuitos Elétricos Simples (I, II, III).....	56
A.2 Alunos recebendo instruções para utilizar o multímetro.....	56
A.3 Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico III.....	57
A.4 Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico II.....	57
A.5 Aluno calculado o valor real da potência dos três circuitos.....	58
A.6 Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico III.....	58
A.7 Multímetro (Instrumento de medição das grandezas dos circuitos).....	59
A.8 Finalizando a aula experimental.....	59

## 1 INTRODUÇÃO

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 a sua leitura dentro do âmbito da contextualização, com o objetivo de aproximar o aluno e seus conhecimentos da teoria dos livros, é neste sentido que 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 pontos não são recentes e tem sido diagnosticado 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, onde é descontextualizada a autonomia 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 idéias. Dessa forma, surge a necessidade de inovar sobre o

ensino desta ciência, tratando da formação e qualificação científica do professor, o 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, onde ele possa desenvolver suas potencialidades e adquirir habilidades, deixando de ser um espectador e armazenador de informação, transformando-se num reconstrutor do seu conhecimento, desenvolvido por sua autonomia mediada pelo professor.

A sala de aula convencional tradicional tem mostrado através das experiências vividas por pesquisadores e professores, que as técnicas de ensino utilizadas em sua metodologia não satisfaziam a maneira com que a física necessitava para desenvolver suas potencialidades a cerca da teorização, matematização e experimentação. No entanto, outras técnicas foram freqüentemente sendo implantadas, no sentido de explorar ao máximo as virtudes da disciplina e influenciar a participação, pesquisa e desenvolvimento intelectual do aluno, para que nesse contexto ele pudesse apresentar as diversas formas do seu aprendizado.

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-se o professor de física priorizar a teorização e a matematização, e 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 pratica experimental aos conteúdos didáticos, haja vista que apenas conceitos e formulas 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. Nesse sentido, 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 a 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.

Martins (2005, *apud* LABURU, p. 33, 2011), “menciona 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 o presente estudo pretende analisar o potencial didático pedagógico no uso da experimentação com materiais de baixo custo como indutores da melhoria do ensino e aprendizagem em física, com foco nos circuitos elétricos. Assim sendo, a questão de pesquisa apresenta deste modo: será que o experimento com materiais de baixo custo pode promover a melhoria do ensino e da aprendizagem em física, direcionado aos circuitos elétricos?

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 aplicado 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 apresentamos a fundamentação teórica sobre a importância do experimento de baixo custo, bem como as dificuldades encontradas por professores no âmbito escolar.

No terceiro capítulo fazemos uma abordagem sobre a aprendizagem significativa e o ensino de eletricidade com o uso de experimentos de baixo custo.

No capítulo 4, são apresentados como a pesquisa foi realizada juntamente com seus métodos de abordagem e 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, onde 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 CONCEITO DE ELETRICIDADE**

### **2.1 Um breve histórico sobre a utilização do laboratório na aprendizagem**

O uso de atividades experimentais voltados para aprendizagem no ensino básico está presente a mais de um século, tendo como influência o trabalho experimental desenvolvido nas universidades, (LABURU, p. 13, 2011). Observa-se que a idéia de se trabalhar atividades práticas no ensino de ciências não é tão recente, há cem anos já se tinha o conceito de associar a teoria com a prática relacionada aos conteúdos nas escolas, este incentivo partia da academia que já utilizava a experimentação para comprovar suas pesquisas através da teoria, a partir daí, percebe-se que houve pouca evolução deste trabalho nas escolas, é o que mostra a realidade vivida atualmente.

Ao longo do século XIX, o trabalho prático se destacou devido o objetivo 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 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 destacava 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 nas crianças, de forma a terem liberdades para despertarem o pensamento original.

A discussão sobre o método de demonstração e o trabalho prático individual se estendeu até o início de 1960, onde 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 dos professores utilizavam menos tempo, porém desenvolvia pouca habilidade.

No início, 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 passava pela

superação das expectativas dos 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 a mudança central do construtivismo que sustenta a idéia de que aprender é um desenvolvimento interpretativo, onde o saber é constituído pelo conhecimento prévio que se articula com um novo conhecimento. Trumper (2003, apud LABURU, p. 17, 2011). A idéia principal que se pode atribuir ao experimento é estabelecer uma unidade entre a teoria e a prática.

## **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 frequência 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 criados durante a aula comparando com situações reais, fazendo uma reflexão sobre o conteúdo, verificando sobre a contribuição que o mesmo pode trazer a 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 a 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 juntamente com os valores cobrados na 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 contribuir ainda com a indisciplina, fator presente em sala de aula muitas vezes por falta de interesse no conteúdo e até mesmo por 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 das aulas. Isso acontece pelo tão pouco tempo que esta metodologia de ensino vem sendo divulgado como suporte para o professor aplicar no ensino de Física. 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 consequência dos resultados mostrados alcançarem índice satisfatório

As investigações no campo da experimentação convergem para bons resultados, professores que desenvolve esta prática em sala de aula de modo a tornar o aprendizado mais consistente e contextualizado, observa que está dando a oportunidade do aluno a refletir sobre as idéias da atividade aplicada no intuito de unir teoria e prática. Percebe-se que contextualizar teorização, mate matização e experimentação, são objetos que fortalecem o aprendizado do aluno, grande parte dos professores até reconhecem a importância, mas, o número de educadores que as praticam 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 entenderem melhor o mundo dos fenômenos atrelados aos conceitos. O uso do laboratório poderá subsidiar o professor no que desrespeito a 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, baseado nas práticas poderá ter a oportunidade de questionar os modelos já existentes, dando margem a imaginação, debater e explorar técnicas de auto 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 âmbito educacional, estes aspectos são importantes na avaliação da qualidade da unidade escolar. A formação e valorização dos professores tem sido um desafio, verificando-se que nas duas últimas décadas houve ampliação das redes de ensino, o que em consequência deveria ser ampliado o quadro de professores com 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, 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 aplicado 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 por que 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 significativa.

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 oferecidos pelas escolas, deixando a cargo do professor toda a responsabilidade, como a compra de

material e a confecção do experimento. Dessa forma, as dificuldades estimulam ao educador a se desmotivarem, mesmo sabendo da importância da atividade experimental para construção do conhecimento no Ensino de Física.

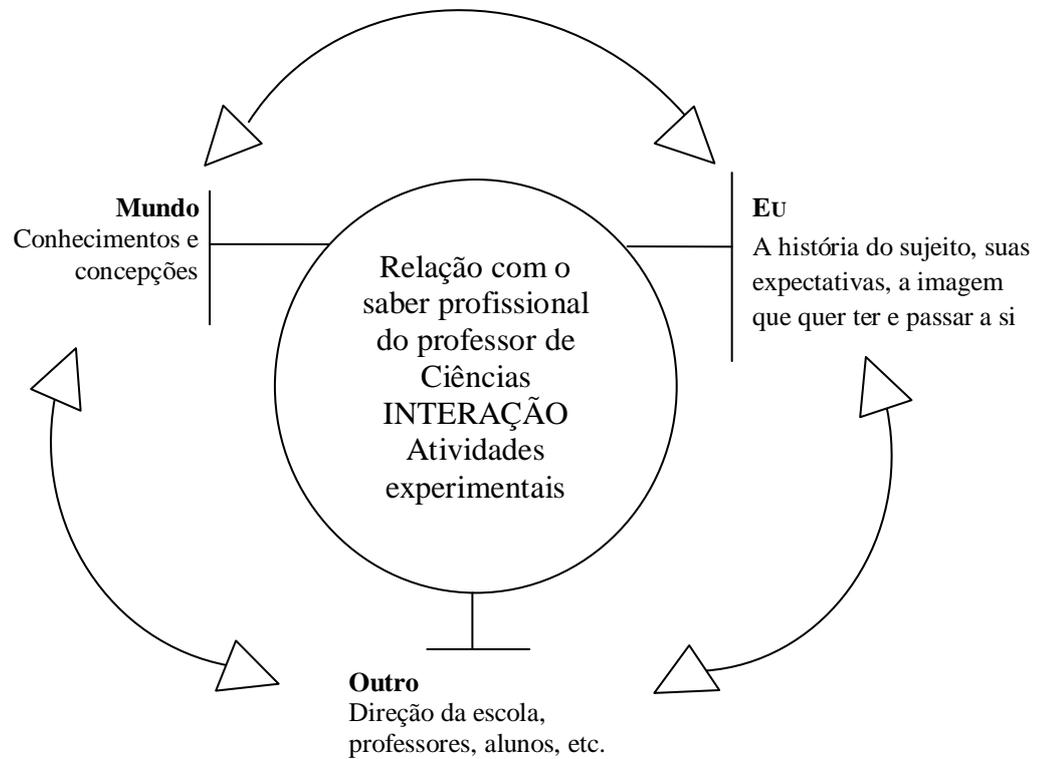
De acordo com Laburu, (2011, p. 69) “Este fracasso em realizar essas atividades, ou seja, o não uso é sempre justificado pelo professor, em termos de falta ou deficiência de algo”. Deste modo, percebe-se que há sempre uma desculpa para não utilizar recursos para tornar as aulas mais atrativas e dissociáveis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

Percebe-se que implícito a todas as justificativas feitas por professores sobre o uso da atividade experimental, não está relacionado somente com aquilo que falta para a realização da mesma, mais sim, pelos 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 haver 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 a 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 em conceitos significativos

O uso do experimento de baixo custo em sala de aula, por si só, não apresentará mudanças na aprendizagem se não for trabalhada de forma planejada, os erros mais frequentes dos professores na aplicação das atividades experimentais, é a instrução sobre a execução da experiência e a falta 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, deve está relacionado 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 da sociedade a qual estão inseridos e para isso é necessário que haja a construção de significados. Laburu (2011, p. 30), afirma que, “Frequentemente, 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 pratica 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 a 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 aprendizado será construído de forma significativa, onde 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 sua autonomia devido suas experiências. 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 a 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 aplicado ao Ensino de Física**

Durante décadas o Ensino de Física é 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 divididos 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, mais na forma como ela conduzida pelos docentes. Dentro da ideia da aprendizagem significativa 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 que associado 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, existentes 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 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 a aprendizagem significativa.

Analisando o exemplo anterior, podem-se utilizar os conceitos de campo e força como subsunçores para aquisição de outras informações, por exemplo: força e campo eletromagnético, gravitacional e nuclear, (MOREIRA 2003). 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 a 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 relação 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 deverá aprender com algo que já existe em sua mente. Assim, a dificuldade está em organizar estes conceito 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 musicas 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, mais estabelece uma relação de continuidade, onde elementos de um possa 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 aplicado ao Ensino de Circuitos Elétricos***

A aprendizagem significativa é o conceito mais importante na teoria de Ausubel, ele define 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 individuo, 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 individuo já conhece, isso será o produto da aprendizagem com significado (AUSUBEL, 2003). Para que o individuo estabeleça a integração entre o que ele já sabe com a nova informação, existe uma estrutura na mente humana capaz de relacionar o conhecimento armazenamento 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). Se levantarmos alguns questionamentos sobre os subsunçores, como por exemplo: se eles não existirem? Como acontece aprendizagem significativa neste caso? De onde vem os subsunçores? Como se formam? (MOREIRA, 2003). Parra Moreira,

Uma resposta plausível é que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um individuo 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 por sua vez, será armazenado 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 ancora 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 construído 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, onde mostram que, um aprendiz deve se confrontar com o material de instrução, antes mesmo de conhecer o material didático, as idéias relevante que explorem sua estrutura cognitiva devem ganhar destaque neste contexto, os conceitos mais gerais passam a ser mais explorados devido o 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 aplicado 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, vimos que o cérebro organiza de forma sistemática os conhecimentos obedecendo uma hierarquia na estrutura cognitiva do indivíduo, o problema está acontecendo devido a falta de organização na de elaborar os conteúdos relevantes a aprendizagem.

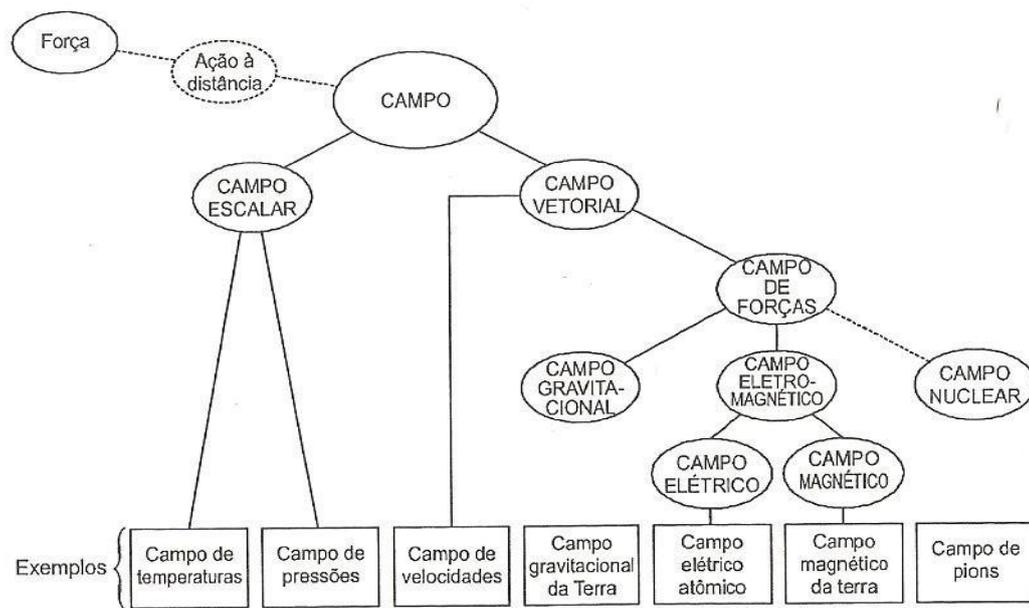
Segundo Moreira, (2003, p.47), “um dos maiores trabalhos do professor consiste, então, em auxiliar o aluno a assimilar a estrutura das matérias de ensino e a reorganizar sua própria estrutura cognitiva, mediante a aquisição de novos significados que podem gerar conceitos próprios”. Desta forma, o professor deverá utilizar mecanismos que proporcione essa reorganização de conceitos, para que o aluno possa relacionar o conhecimento prévio com a nova informação que através de 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, eles estabelecem 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 uma turma de trinta e seis alunos do 3º ano do Ensino Médio do turno noite. A maioria destes alunos estudam durante a noite devido o trabalho, a faixa etária é bem diversificada. Muitos dependem de transporte público para vir à escola, principalmente aqueles que moram em localidades distante do centro da cidade. 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 utilizados por eles no ano letivo.

### **4.2 Caracterização do contexto da pesquisa**

O presente trabalho de monografia no ensino de Física foi realizado na Escola de Ensino Médio Julia Alenquer Fontenele, localizada no Município de Pindoretama no Estado do Ceará.

A escola pertence à rede Estadual 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), que através de sua superintendência acompanha as ações da escola com fiscalização, sugestões, planos e metas a serem alcançados.

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 do Governo do Estado, através do Orçamento destinado a Educação aprovado pela Assembléia Legislativa, depositado na conta das escolas proporcionalmente a quantidade de alunos.

A escola oferta a modalidade de Ensino de Nível Médio, tipificação B, que corresponde à quantidade de alunos variando entre mil e mil e quinhentos, funcionando nos três turnos respectivamente, manhã, tarde e noite somando vinte e sete turmas, totalizando 1308 estudantes matriculados, sendo 430 no turno da manhã, 433 no turno da tarde e 445 no turno da noite.

### **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, podemos afirmar que o direcionamento deste objeto de pesquisa possibilita através da prática coletar informações sobre o aprendizado das leis e teorias sobre o estudo de circuitos elétricos.

Foram desenvolvidos 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.

O projeto de pesquisa alcança as 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 ao final dos testes e comparar os resultados e avaliar 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 através do 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 a parte da observação do fenômeno através do experimento aplicado a circuitos elétricos simples, para chegarmos 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 da turma, onde será avaliado o conteúdo aplicado ao tema relacionado na pesquisa. Neste caso, o procedimento será realizado em etapas, primeiro selecionaremos uma turma para a pesquisa, o conteúdo será abordado de forma tradicional, utilizando o método convencional, depois da aula aplicaremos um pré-teste daquilo que foi abordado no conteúdo, em outro momento, abordaremos novamente o conteúdo, agora com o experimento de baixo custo, logo em seguida aplicaremos o pós-teste, com o objetivo de comparar os resultados.

Quanto aos objetivos da pesquisa, tem caráter descritivo, que segundo Santana, et, al. (2011), visa 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 é e como se manifesta determinado fenômeno. Na atividade experimental desenvolvida na pesquisa, será observado o aprendizado dos alunos com relação ao estudo sobre circuitos elétricos, e ao final dos testes, será 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, onde são criadas condições adequadas para sua utilização, dessa forma, são selecionadas variáveis para que haja o teste entre suas funções de relacionamento, utilizando formas de controle, a pesquisa determina duas turmas 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 aplicada 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 deixe 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 será aplicado na turma de pesquisa, onde utilizamos o experimento de baixo custo como forma de avaliar de potencial pedagógico, através dos dados obtidos e as respostas dos sujeitos de acordo com as questões, que terão caráter objetivo, dando a oportunidade do pesquisador analisar os resultados direcionadas a prática experimental, bem como avaliar as respostas de modo a observar o caráter motivacional que a experimentação pode trazer em benefício da construção do conhecimento do aluno relacionado ao ensino de física.

#### **4.4 Procedimentos de Aplicação Instrumentos de coleta de dados**

Os procedimentos metodológicos foram realizados em diferentes etapas, inicialmente foi selecionada uma turma para desenvolver a pesquisa, na primeira etapa foi abordado o assunto de circuitos elétricos simples durante a aula de noventa minutos, em outra aula foi aplicado um pré-teste de seis questões sobre o conteúdo abordado. 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), Ampère (A) (1)

► A definição do Coulomb:  $Q = n.e$ , unidade no (SI), Coulomb (C) (2)

► O Sentido Convencional da Corrente

► Corrente Contínua e Corrente Alternada

► Geradores Fotovoltaicos

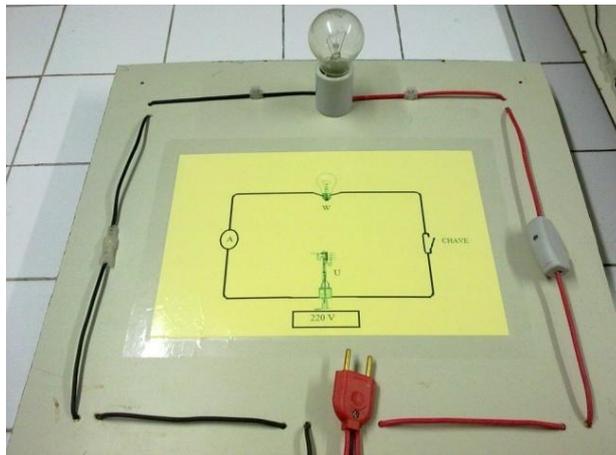
► Força Eletromotriz

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

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

A segunda etapa da pesquisa se deu a partir da construção do experimento de baixo custo, representando três circuitos elétricos simples, construídos com madeira, fios condutores de eletricidade, lâmpada, interruptores, e geradores fotovoltaicos, nos quais foram divididos da seguinte forma:

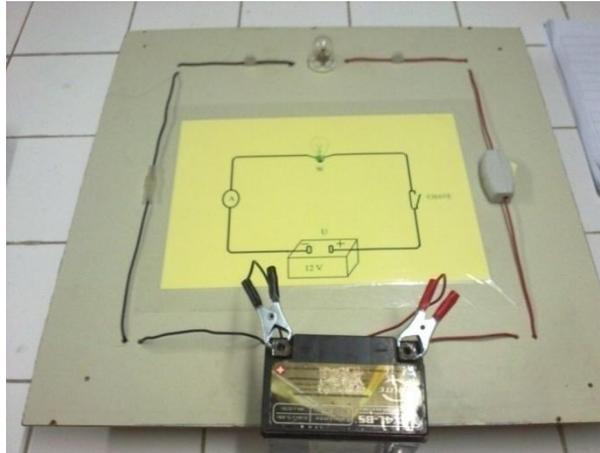
**Figura 3:** Circuito Elétrico Simples I



**Fonte:** Pesquisa direta

A figura 3, possui valores nominais 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 serão comparados experimentalmente pelos alunos durante a aula experimental.

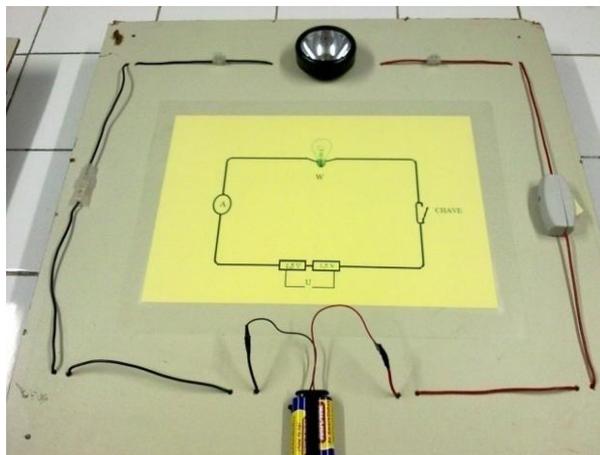
**Figura 4:** Circuito Elétrico Simples I



**Fonte:** Pesquisa direta

A figura 4, possui valores nominais 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.

**Figura 5:** Circuito Elétrico Simples III



**Fonte:** Pesquisa direta

A figura 5, possui valores nominais descritos em 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.

A segunda etapa da pesquisa tem continuidade com a aplicação do 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, aferimos as medidas reais apresentadas nos três circuitos simples, em seguida anotamos os valores nominais e reais em um roteiro e ao final, comparamos os resultados verificando a proximidade dos valores, aplicando o cálculo do erro experimental.

**Figura 6:** Alunos no laboratório de ciências participando da prática



**Fonte:** Pesquisa direta

Para finalizar a atividade, realizamos o pós-teste com uma avaliação de seis questões do mesmo nível do pré-teste, envolvendo os mesmos conceitos e equações. Depois da prática encerrada, os dois testes foram corrigidos e verificados o número de erros e acertos de cada questão avaliando os dados obtidos pela turma. Os dados foram enumerados no sentido de verificarmos o nível de aprendizagem da turma.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Essa etapa tem o objetivo de comparar os resultados obtidos pelos alunos através de um pré-teste, aplicado depois de uma aula convencional, seguido de um pós-teste, aplicado depois de uma aula com prática com experimento de baixo custo. Ao comparar os resultados iremos verificar se o uso do experimento de baixo custo potencializou o aprendizado com relação ao conteúdo de circuitos elétricos. Os testes abordavam conhecimentos teóricos, práticos e matemáticos com a utilização de equações. Os teste foram divididos em duas partes, as três primeiras questões envolvem grandezas como intensidade da corrente, carga elétrica e tempo, as três ultimas são referentes a corrente elétrica, potência elétrica e tensão.

### 5.1 Análise dos exercícios de pré-teste e pós-teste.

Os testes aplicados aos alunos eram compostos por seis questões objetivas, direcionadas ao assunto de corrente elétrica, potência e tensão, analisaremos todas as questões, comparando os resultados obtidos no primeiro e no segundo, para verificarmos se o uso do experimento de baixo custo potencializou o aprendizado dos alunos. Para obtenção deste resultados, foi necessário quatro etapas, uma aula convencional e em seguida um teste, uma aula experimental e depois um pós teste, de trinta e seis alunos da sala de aula, vinte e seis alunos participaram de todas as etapas, então, estes farão parte do estudo em questão.

**Figura 7:** Os alunos resolvendo o pré-teste avaliativo



**Fonte:** Pesquisa direta

A figura 7 mostra os alunos resolvendo o primeiro teste, aplicado depois da aula convencional sobre circuitos elétricos simples. Em seguida serão mostradas as respostas feitas pelos alunos através de gráficos e comentários, seguido dos enunciados das questões, com as observações sobre o crescimento no aprendizado dos alunos.

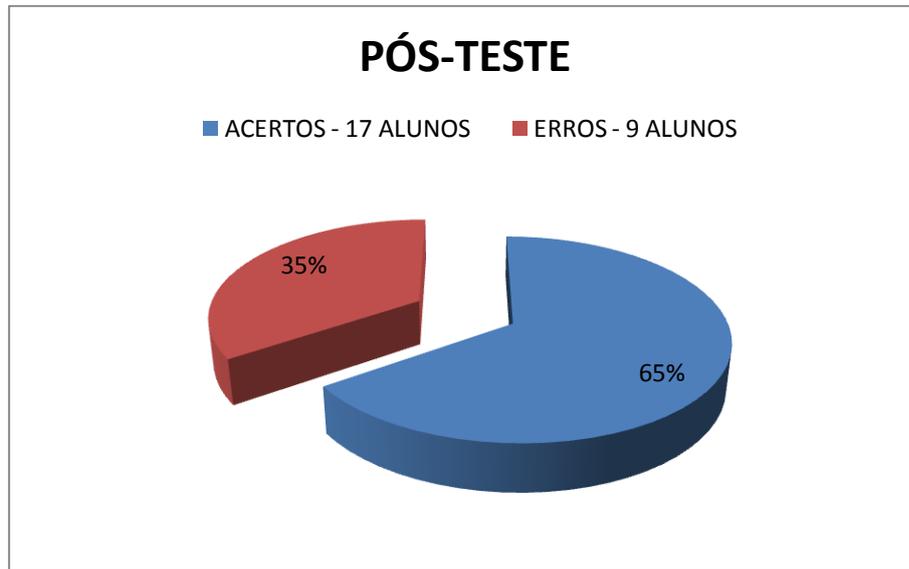
Na primeira questão dos testes, foi abordado o conhecimento sobre o sentido real e convencional da corrente elétrica através de um fio metálico, o aluno deveria optar pelo item que representa o sentido do movimento dos elétrons. Os resultados apresentados na primeira questão mostram uma evolução no ensino dos alunos com relação ao movimento dos elétrons do primeiro para o segundo teste, apresentados nos gráficos a seguir.

**Gráfico 1:** Número de acertos e erros na 1ª questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 2:** Número de acertos e erros na 1ª questão do pós-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

Ao analisarmos os gráficos 1 e 2, observa-se que houve um aumento significativo do número de alunos que acertaram a primeira questão do pré-teste para o pós-teste, este aumento corresponde a 23%, isso corresponde a seis alunos que acertaram a mais no pós-teste. Depois da aplicação do experimento de baixo custo, isso significa que ao terem contato com o experimento, foi possível memorizar que a corrente elétrica se através do movimento dos elétrons no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.

Na questão 2, o assunto abordado se refere a quantidade de carga que passa pela secção reta de um fio condutor em um determinado intervalo tempo, uma questão simples que necessita de uma equação que envolve carga elétrica, tempo e intensidade da corrente. O objetivo desta questão é saber se os alunos relacionam a carga elétrica com o tempo, substitua na fórmula e descubra a intensidade da corrente. Os alunos não apresentaram dificuldades em resolver essa questão, apesar do baixo grau de dificuldade da questão, alguns alunos mostraram que não compreenderam o assunto.

**Gráfico 3:** Número de acertos e erros na 2ª questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 4:** Número de acertos e erros na 2ª questão do pós-teste.



**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 apresentaram bons resultados nos dois testes, no entanto, analisando os gráficos 3 e 4, o melhor resultado ocorreu no pós-teste, ou seja, depois do contato do aluno com o experimento, isso provocou um crescimento de 15% no número de acertos, dessa forma, percebe-se a probabilidade do experimento de baixo custo

ter influenciado no aumento de alunos que acertaram a primeira para a segunda etapa dos testes.

A terceira questão do pré-teste e pós-teste aborda um conhecimento mais aprofundado sobre circuitos elétricos simples, pois envolve quatro variáveis além da carga elementar, o objetivo dessa questão é perceber se o aluno relaciona o número de elétrons que atravessam uma secção reta de um fio condutor a partir dos dados apresentados na questão.

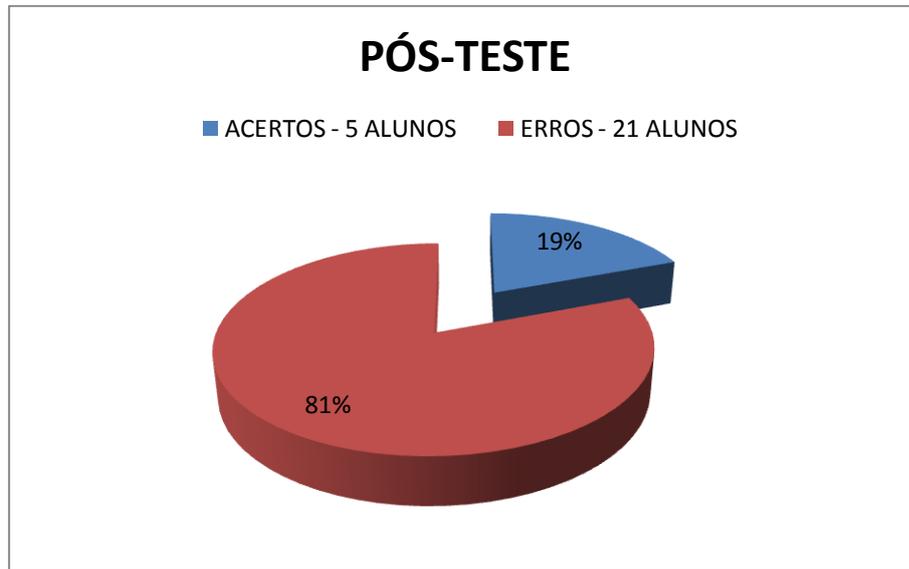
É necessário que o aluno aplique duas equações: a primeira para determinar a carga elétrica, conhecendo a intensidade da corrente e o tempo, em seguida substitui o valor encontrado na segunda equação, para obter a quantidade de elétrons que atravessam o fio condutor. Além destes conhecimentos, os alunos devem ficar atentos as transformações de unidades para o sistema internacional e ainda, colocar os valores em notação científica.

**Gráfico 5:** Número de acertos e erros na 3ª questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 6:** Número de acertos e erros na 3ª questão do pós-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

De acordo com os resultados apresentados nos gráficos 5 e 6, verifica-se que a questão apresentou um maior grau de dificuldades, além de relacionar os dados da questão com as duas equações que deveriam ter sido utilizadas, os alunos apresentaram grande dificuldade em efetuar os cálculos matemáticos. Alguns alunos durante o pré-teste e pós-teste, não distinguiram qual formula utilizar, não transformaram o tempo para o sistema internacional de unidades, além de apresentarem dificuldade em colocar os números em notação científica.

A quantidade de questões erradas atingiram a marca de 85% no pré-teste. Observa-se, que no pós-teste houve um pequeno aumento, ou seja, no pós-teste, tivemos um aluno a mais no número de acertos em relação a primeira avaliação, correspondendo um aumento de 4%. Neste caso, o experimento de baixo custo não influenciou muito, pois as dificuldades encontradas pelos alunos estavam relacionadas a matemática, mesmo assim, constata-se que houve um avanço ao compararmos a aula convencional com a experimental.

A questão 4, é voltada em sua totalidade para a aplicação prática nos circuitos elétricos simples, envolvendo o cálculo da potência consumida por um aparelho ligado a uma determinada tensão, sabendo-se da corrente que passa por ele. Esta questão está relacionada com a prática do experimento e é de fácil compreensão, o aluno deve associar as grandezas citadas na questão com a referida equação a ser utilizada. O objetivo desta questão, é mostrar para o aluno a relação que existe entre a teoria e a experimentação.

**Gráfico 7:** Número de acertos e erros na 4ª questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 8:** Número de acertos e erros na 4ª questão do pós-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

Os resultados dos gráficos 7 e 8, nos permite inferir que os alunos relacionem o conhecimento teórico com o experimental. Apesar do baixo grau de dificuldade da questão, os alunos devem interpretar as grandezas para substituir na equação, quando verificamos os resultados do pré-teste e pós-teste, é perceptível o crescimento do número de alunos que acertaram mais no pós-teste, depois de ter contato com o experimento. Isso nos leva a crer

que, quanto mais próximo a questão teórica se aproxima da prática, maior será o seu grau de aprendizagem.

A questão cinco do testes aplicados aos alunos está ligado diretamente com o seu cotidiano, pois aborda uma questão de consumo de energia, associado a conta de luz recebida todo mês em suas residências. Para resolver essa questão é necessário um nível maior de conhecimento e atenção, pois o aluno deve interpretar a questão e observar utilizam-se duas equações, além da transformação de ma grandeza para o sistema internacional de unidades.

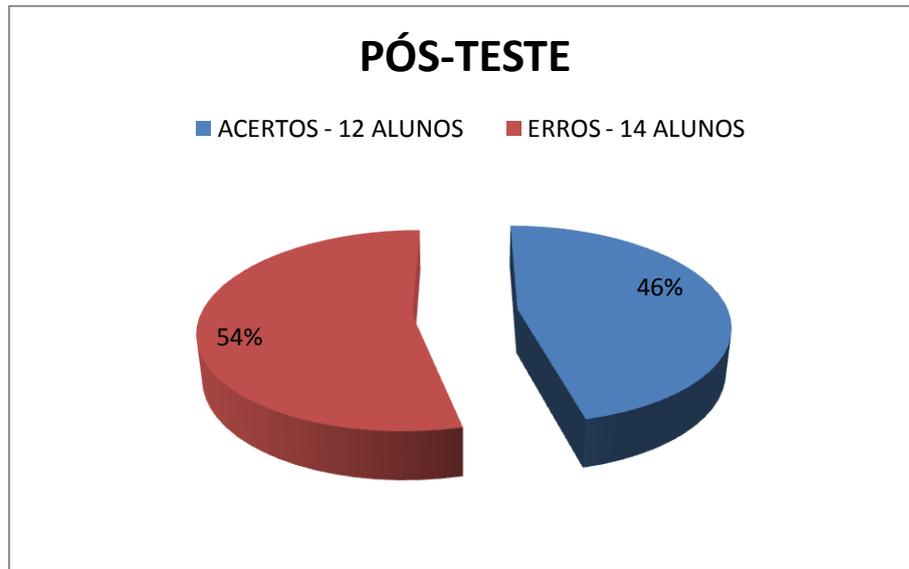
O objetivo da questão é associar a potência consumida por um aparelho ligado a uma determinada tensão conhecendo-se a corrente que passa por ela e calcular a potência consumida pelo aparelho em quilowatts hora, substituir este valor na segunda equação e encontra o valor da energia em um determinado intervalo de tempo.

**Gráfico 9:** Número de acertos e erros na 5º questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 10:** Número de acertos e erros na 5ª questão do pós-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

Ao analisar as questões dos testes e verificando os resultados dos gráficos 9 e 10, observa-se que houve um aumento de 11% com relação ao número de acertos do pré-teste, porém, o aprendizado não atinge a metade dos alunos. Constata-se que a questão exige um pouco mais de atenção e conhecimento do que as outras, pois envolve duas equações seguidas de várias grandezas, além do conhecimento matemático para fazer a transformação do sistema internacional de unidades.

Esta deficiência que o aluno traz das séries anteriores com relação a base da matemática, prejudica um pouco o seu desenvolvimento na física, onde aula e o experimento não consegue suprir. No que desrespeito a parte prática, leva a crer que o uso da atividade estimulou aos alunos e poderá ter influenciado no aumento do número de acertos no pós-teste.

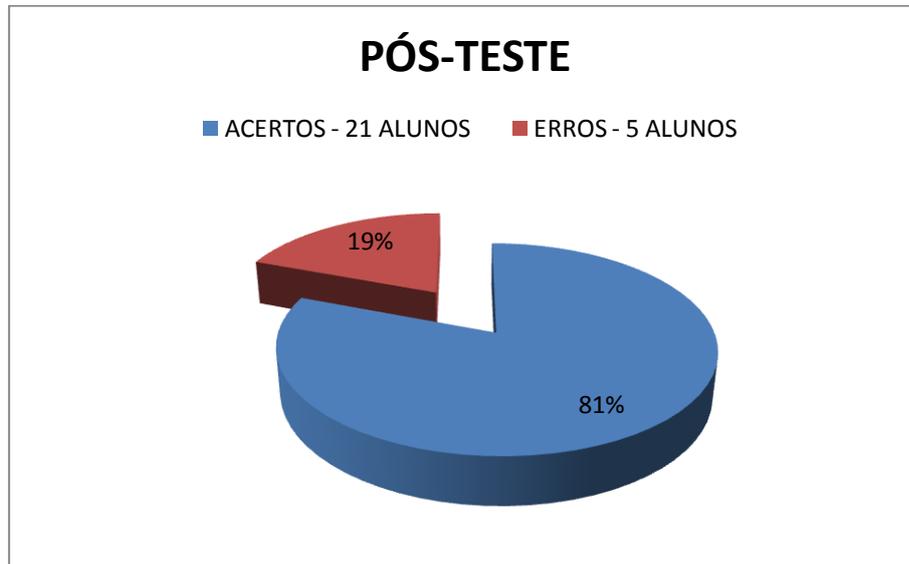
A sexta questão dos testes avaliativos se refere a uma situação do cotidiano, onde uma lâmpada que consome uma potência de seis watts, ligada a uma bateria, possui uma determinada corrente. A questão possui um baixo grau de dificuldade, os alunos devem associar os dados citados no exercício e substituir na equação e em seguida fazer um cálculo simples e encontrar a resposta correta. Este problema é bem prático, e pode ser verificada na prática, por isso a compreensão dos estudantes se torna maior.

**Gráfico 11:** Número de acertos e erros na 6ª questão do pré-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

**Gráfico 12:** Número de acertos e erros na 6ª questão do pós-teste.



**Fonte:** Pesquisa direta

Comparando os resultados dos gráficos 11 e 12, verifica-se um aumento significativo do número de alunos que conseguiram avançar depois da aplicação do experimento. Devido o baixo grau de dificuldade da questão, observa-se que alguns alunos tem facilidade em responder, no entanto, este aumento de 12% do primeiro teste para o segundo, leva a crer que as dificuldades encontradas na aula convencional pode ser tirada

durante a aula prática, diminuindo o número de erros, isso significa dizer que o uso da prática poderá melhorar o rendimento do ensino e aprendizagem do aluno.

## 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 análise dos resultados foram divididos em diferentes etapas. Inicialmente foi escolhida uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual. Nessa sala, foi ministrada uma aula convencional sobre Circuitos Elétricos, seguido de um teste individual com seis questões aplicado aos alunos. Em outra aula, utiliza-se a aplicação do experimento de baixo custo como ferramenta para o ensino do mesmo conteúdo, seguido de um pós-teste individual com seis questões. Ao final, vinte e seis alunos participaram de todas as etapas, estes foram submetidos à análise de resultados.

A análise dos resultados foi feita através da comparação entre o número de acertos e de erros de cada questão descrita no pré-teste e no pós-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 dos testes feitos pelos alunos são organizados a partir dos conceitos apresentados durante a aula, a primeira etapa dos testes tem o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido pelos estudantes a respeito de cargas e corrente elétrica nas três questões iniciais. A análise feita entre a comparação dos testes apontou que o experimento de baixo custo aplicado ao estudo de Circuitos Elétricos contribui para a evolução do ensino, apresentando um número maior de acertos após a aplicação da prática, podemos concluir que a experimentação pode servir como ferramenta pedagógica para o estudo de Eletricidade.

A segunda etapa dos testes pretende analisar a relação que os estudantes possuem entre os conceitos de potência e tensão elétrica com as leis e equações. Verificamos que houve um aumento do número de alunos que acertaram as quatro questões do pós-teste em relação ao pré-teste. Entretanto, esta análise confirma a hipótese de que o uso da prática experimental potencializa o ensino de Circuitos Elétricos. 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 do Paraná,

“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 motivarem 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.

A presente pesquisa apresentou como proposta uma ferramenta pedagógica que poderá auxiliar o professor no ensino de Eletricidade juntamente com as aulas teóricas. Vimos que o uso do experimento de baixo custo é mais um suporte que poderá ser acrescentado nas de Física com o objetivo de aproximar o aluno a sua realidade e construir um conhecimento com significado. Essa proposta irá contribuir para que as dificuldades encontradas pelos alunos diminuam e a sala aula se torne um espaço mais dinâmico e o aluno motivado.

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 possa ser criadas oportunidades para que estes recursos sejam utilizados nas aulas de Física para a construção do conhecimento no ensino.

## APÊNDICE A

### Exercício de pré-teste aplicado à turma depois da aula convencional



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM DE FÍSICA**  
**PRÉ-TESTE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

NOME: \_\_\_\_\_ . 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

#### Intensidade da Corrente

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. Pela seção reta de um condutor de cobre passam 180 coulombs de carga elétrica em um intervalo de 15 segundos. A intensidade de corrente elétrica no condutor vale:
  - a) 10 A            b) 12 A            c) 14 A            d) 16 A
  
03. Uma corrente elétrica de 5,0 A percorre um condutor durante 4,0 minutos. Quantos elétrons atravessam uma seção reta do condutor durante esse tempo, se a carga de um elétron vale  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  ?
  - a)  $650 \cdot 10^{20}$             b)  $8,9 \cdot 10^{21}$             c)  $79 \cdot 10^{15}$             d)  $7,5 \cdot 10^{21}$

#### Potência e Tensão

04. Um ventilador foi ligado a uma tomada de 110 V. Ciente de que a intensidade da corrente elétrica que passa por ele é de 1,5 A, a potência consumida pelo ventilador corresponde a:
  - a) 165 W            b) 150 W            c) 175 W            d) 180W
  
05. Um chuveiro elétrico, ligado sob d.d.p de 200 V é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade 10 A. Qual a energia consumida, em KWh, em meia hora de funcionamento?
  - a) 5            b) 3            c) 1            d) 2
  
06. Uma pequena lâmpada ligada a uma bateria é percorrida por uma corrente de intensidade  $i = 0,5$  A e consome uma potência 6,0 W. Qual a tensão U entre os terminais da bateria?
  - a) 10 V            b) 12 V            c) 13,5 V            d) 15 V

## APÊNDICE B

### Roteiro utilizado pelos alunos na aplicação do experimento



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM DE FÍSICA  
ROTEIRO DO EXPERIMENTO

#### CIRCUITO ELÉTRICO I

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

#### CIRCUITO ELÉTRICO II

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

#### CIRCUITO ELÉTRICO III

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

## APÊNDICE C

### Exercício de pós-teste aplicado à turma depois da aula experimental



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM DE FÍSICA**  
**PÓS-TESTE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Exercícios propostos durante a aplicação do experimentação de circuito elétrico.

NOME: \_\_\_\_\_ . 3º ANO DO ENSINO MÉDIO

#### Intensidade da Corrente

01. A corrente elétrica através de um fio metálico é constituída pelo movimento de:
  - a) elétrons livres no sentido convencional
  - b) cargas positivas no sentido oposto ao convencional
  - c) cargas positivas no sentido convencional
  - d) elétrons livres no sentido oposto ao convencional
  
02. Pela seção reta de um condutor de cobre passam 165 Coulomb de carga elétrica em um intervalo de 11 segundos. A intensidade de corrente elétrica no condutor vale:
  - b) 12 A
  - b) 14 A
  - c) 15 A
  - d) 17 A
  
03. Uma corrente elétrica de 10A percorre um condutor durante 8,0 minutos. Quantos elétrons atravessam uma seção reta do condutor durante esse tempo, se a carga de um elétron vale  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  ?
  - b)  $4,2 \cdot 10^{20}$
  - b)  $3,0 \cdot 10^{22}$
  - c)  $3,2 \cdot 10^{19}$
  - d)  $4,2 \cdot 10^{21}$

#### Potência e Tensão

04. Um ventilador foi ligado a uma tomada de 35 V. Ciente de que a intensidade da corrente elétrica que passa por ele é de 2,5 A, a potência consumida pelo ventilador corresponde a aproximadamente:
  - b) 135 W
  - b) 110 W
  - c) 95 W
  - d) 88W
  
05. Um chuveiro elétrico, ligado sob d.d.p de 150 V é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade 10 A. Qual a energia consumida, em KWh, em duas horas de funcionamento?
  - b) 5
  - b) 3
  - c) 1
  - d) 2
  
06. Uma pequena lâmpada ligada a uma bateria é percorrida por uma corrente de intensidade  $i = 1,5$  A e consome uma potência 9,0 W. Qual a tensão U entre os terminais da bateria?
  - b) 3,0 V
  - b) 12 V
  - c) 9,0 V
  - d) 6,0 V

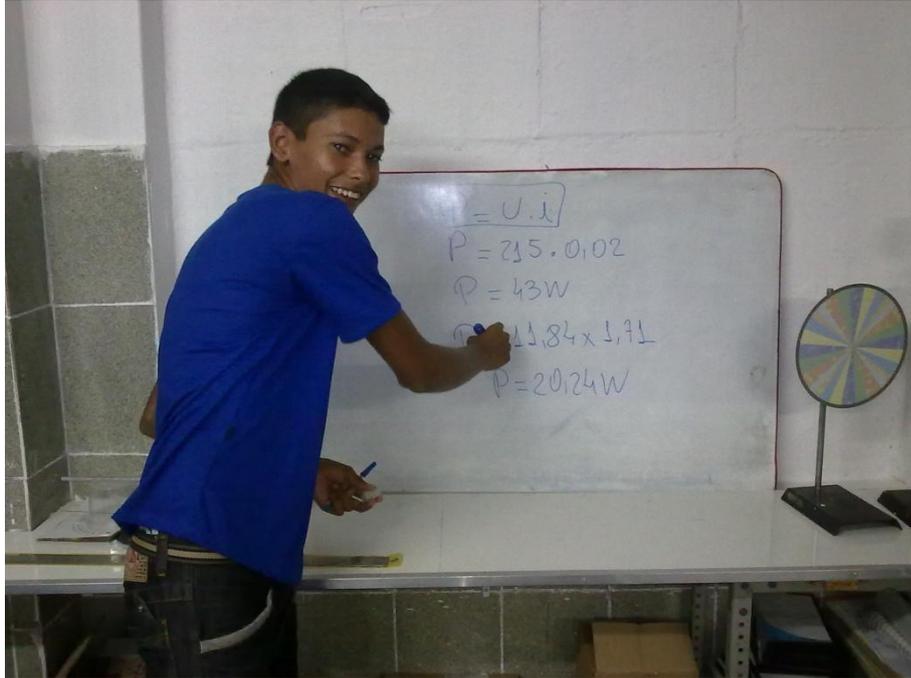
**ANEXO A** Fotos dos alunos participando da aula experimental**A.1:** Os três Circuitos Elétricos Simples (I, II, III)**A.2:** Alunos recebendo instruções para utilizar o multímetro



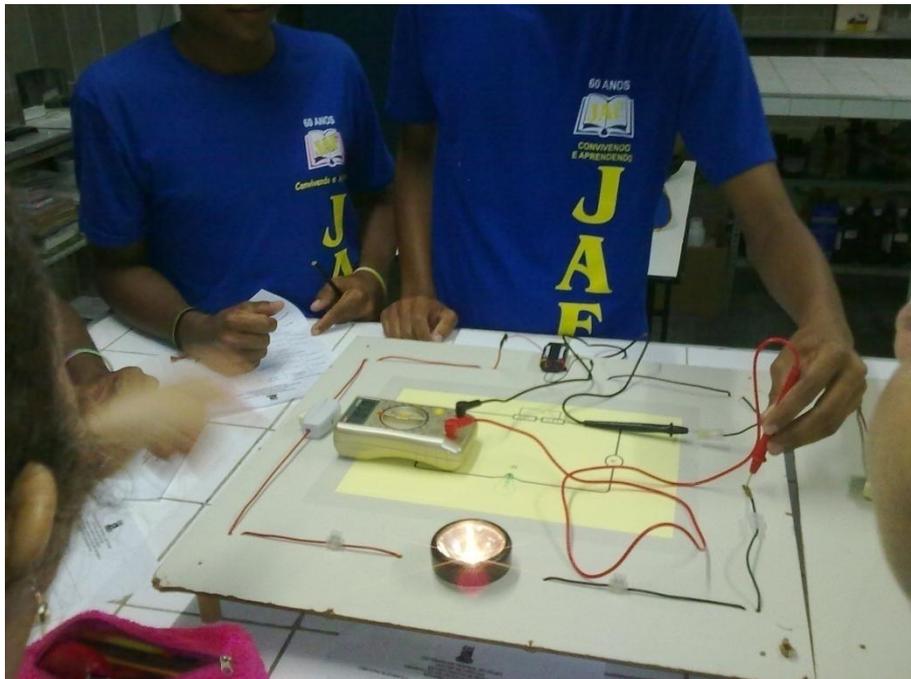
**A.3:** Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico III



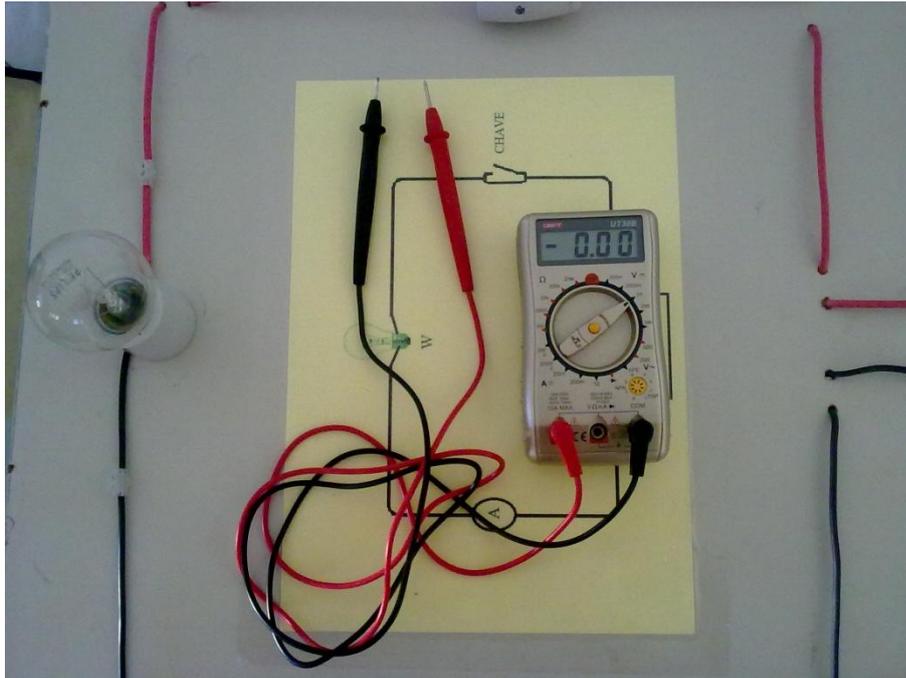
**A.4:** Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico II



**A.5:** Aluno calculado o valor real da potência dos três circuitos



**A.6:** Alunos verificando a Tensão e a Corrente do Circuito Elétrico III



**A.7:** Multímetro (Instrumento de medição das grandezas dos circuitos)



**Figura A.8:** Finalizando a aula experimental

## 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.<sup>a</sup> 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<sup>a</sup>. Ed. Editora Atlas.
- MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. 2003. *Fundamentos de metodologia científica*. 5<sup>a</sup>. 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](http://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.