



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES**

RENATO MARCOS DA SILVA

Uso de experimentos no ensino de Física: circuitos elétricos

**GOIÂNIA-GO
JUNHO/ 2022**

RENATO MARCOS DA SILVA

Uso de experimentos no ensino de Física: circuitos elétricos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Física da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Me. Edson Vaz de Andrade.

**GOIÂNIA-GO
JUNHO/ 2022**

RENATO MARCOS DA SILVA

Uso de experimentos no ensino de Física: circuitos elétricos

Aprovado em: __21__ / __06__ / 2022_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Edson Vaz de Andrade
(PUC-Goiás)

Prof. Dr. Anderson Costa da Silva
(PUC-Goiás)

Prof. Me. Renato Medeiros
(PUC-Goiás)

RESUMO

O ensino de Ciências e, em especial, o ensino de Física tem se mostrado um desafio para os professores do Ensino Fundamental e Médio, principalmente quanto à necessidade de aproximar os conceitos científicos estudados em sala de aula, com a realidade do aluno. Essa aproximação, que pode tornar a aprendizagem mais significativa para o aluno, se torna mais difícil quando se usa apenas o livro didático como ferramenta no processo de ensino/aprendizagem. O que justifica percebermos cada vez mais uma busca dos professores por ferramentas que possam complementar o ensino nas disciplinas científicas, com o intuito de facilitar a compreensão dos fenômenos da natureza. Dentre estas ferramentas, podemos citar o uso de experimentos didáticos como facilitador na aprendizagem dos alunos. Neste trabalho temos um estudo sobre o uso de experimentos com materiais de fácil acesso no ensino de Física, tendo como foco circuitos elétricos.

Palavras-chave: Ensino de Física. Atividades experimentais. Experimentos de fácil acesso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual para o construtivismo de Ausubel	16
Figura 2 – Laboratório de Ciências da escola.....	18
Figura 3 – Projeto do circuito em paralelo	21
Figura 4 – Esquema do circuito em paralelo	21
Figura 5 – Projeto do circuito misto: série e paralelo.....	24
Figura 6 – Foto posterior do circuito	24
Figura 7 – Esquema do circuito misto – Circuito em série e em paralelo.....	24
Figura 8 – Projeto do circuito em série.....	27
Figura 9 – Foto posterior do circuito	27
Figura 10 – Projeto do circuito em paralelo com três lâmpadas	28
Figura 11 – Projeto do circuito em série – Baixo custo	29
Figura 12 – Projeto do circuito em paralelo com duas lâmpadas.....	29
Figura 13 – Relação de materiais	30
Figura 14 – Experimentos usados com exemplo.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO.....	8
2.1 Dificuldades enfrentadas no cotidiano de professores e alunos em relação ao ensino de Ciências e em especial, ao ensino de Física	8
2.2 As possibilidades que uso de experimentos didáticos podem gerar como instrumento motivador e facilitador na aprendizagem.....	8
2.3 Professores usam experimentos em suas aulas de Física?	11
3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	14
4 A ESCOLA CAMPO.....	18
4.1 Levantamento de dados sobre a realidade da escola campo em relação ao laboratório e as atividades experimentais	18
4.2 Público Alvo.....	18
5 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	20
5.1 Metodologia desenvolvida na sala de aula	20
5.2 Exemplo de circuito em paralelo	21
5.3 Exemplo de circuito misto, série e paralelo	24
5.4 Experimentos apresentados pelos alunos	26
5.4.1 Maquete com lâmpadas montadas em série	27
5.4.2 Circuito com três lâmpadas em paralelo	28
5.4.3 Circuito de baixo custo em série	29
5.4.4 Circuito com duas lâmpadas em paralelo.....	29
5.5 Cuidados na montagem e execução dos experimentos	30
5.6 Materiais sugeridos para a construção de circuito	30
5.7 Detalhes da montagem dos experimentos usados como exemplo	31
6 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal, discutir alternativas para o ensino de Física através de experimentos de fácil acesso, verificando a importância das atividades experimentais, para alunos do Ensino Médio, tanto na motivação quanto na facilitação da aprendizagem. Para isso, inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto ao mesmo tempo que observamos as dificuldades dos alunos em relação ao estudo dos conteúdos específicos de Física. Estas observações foram facilitadas por estar cursando a disciplina de Estágio Supervisionado no curso de Licenciatura em Física, e estar acompanhando as aulas de um professor de Física em uma escola pública na cidade de Aparecida de Goiânia. Dentre as várias atividades que acompanhei na escola, tive a oportunidade de participar, juntamente com o professor da escola, de uma atividade que envolvia experimentos construídos e apresentados pelos alunos durante as aulas de Física. Essa atividade foi o foco do nosso trabalho.

Acreditamos que as atividades experimentais podem ajudar tanto na motivação quanto na visualização dos fenômenos relacionados aos conteúdos estudados, principalmente se forem utilizados com metodologias que permitam a participação dos alunos durante a montagem e/ou execução destes experimentos. Quando o aluno participa de sua própria aprendizagem temos uma probabilidade maior de que ocorra uma aprendizagem mais significativa, fato que pode levar a uma aprendizagem duradoura e reflexiva. Neste trabalho, tivemos como base para o entendimento das atividades desenvolvidas, a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

2 USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO

2.1 Dificuldades enfrentadas no cotidiano de professores e alunos em relação ao ensino de Ciências e em especial, ao ensino de Física

Ensinar Física no ensino médio tem sido algo desafiador para os professores, os quais enfrentam grandes dificuldades, em decorrência de aulas baseadas em um formalismo matemático, ou ainda, sem conexão do conteúdo com o cotidiano do aluno. Isso tem feito com que muitas vezes os alunos não estabeleçam afinidade com a disciplina, o que pode levar a uma aprendizagem mecânica dos conceitos apresentados, desestimulando os alunos e podendo até contribuir para a evasão escolar. De um lado os alunos reclamam que a matéria é difícil, não veem muito significado, tem muitas fórmulas e exige muitos cálculos matemáticos, é comum os alunos que têm dificuldades em matemática terem grandes problemas na disciplina de Física. Tem ainda o lado do professor, que reclama das dificuldades dos alunos em assimilar os novos conceitos. A ideia da utilização de experimentos no ensino é levar os alunos ao entendimento de que a Física não é uma disciplina exclusivamente composta por equações e fórmulas a serem decoradas, temos inúmeras aplicações dos conceitos físicos nas mais variadas áreas de conhecimentos e tecnologias. Além disso, a utilização de experimentos pode servir de motivação e consequentemente contribuir para a aprendizagem dos alunos por meio das relações feitas entre novos conceitos adquiridos com a sua realidade, com o seu dia a dia.

2.2 As possibilidades que uso de experimentos podem gerar como instrumento motivador e facilitador na aprendizagem

As dificuldades e os problemas enfrentados no ensino de Física não são recentes. Tem sido observado ao longo do tempo, o que nos mostra a necessidade de termos pesquisas com diferentes enfoques, buscando diagnosticar os problemas e possíveis contribuições para a maior compreensão da referida ciência.

O professor tende a assumir toda a responsabilidade pelo ensino, por isso quer falhar o mínimo possível. No entanto são muitos os fatores que contribuem para o sucesso de uma aula ministrada, sendo de suma importância conhecê-los para se alcançar o resultado esperado.

Ensinar, não deve se resumir a repassar conhecimentos para os alunos e esperar que eles aprendam e passem a dominar o conteúdo. O domínio do professor sobre o tema e a forma como ele repassa o conhecimento aos alunos são fatores fundamentais para que eles passem a interessar ou a ignorar a Física. As aulas convencionais expositivas que recorre exclusivamente para a memorização de conceitos não são as únicas alternativas para ensinar física, nem as melhores.

Segundo Ausubel a aprendizagem significativa ocorre por meio de uma interação entre novo conteúdo e aquele já adquirido. Resultando na assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada. De acordo com Ausubel, a aprendizagem significativa é o processo pelo qual a nova informação se relaciona de alguma maneira (não literal e não arbitrária) com as informações preexistentes na estrutura cognitiva do educando, ocorrendo uma interação entre elas (conceito subsunçor). As condições necessárias para que haja aprendizagem significativa são: o conteúdo a ser estudado tem que estar relacionado com o que já existe na estrutura cognitiva do educando, ocorrendo isso, o conteúdo torna-se potencialmente significativo, que deve ser suficientemente não arbitrário e não aleatório. A segunda condição para que a aprendizagem significativa ocorra é que o educando manifeste uma predisposição em aprender. (AUSUBEL, 1980 apud LOMBARDE, 2015, p. 12)

Sendo assim é necessário realizar um diagnóstico prévio do conhecimento da turma, seja por meio de questionários, provas ou mesmo uma conversa com os alunos. É importante termos um levantamento do grau de conhecimento dos alunos, para decidir o quanto ensinar, como organizar os assuntos a serem discutidos em sala de aula, a maneira que eles serão abordados, de que maneira trabalhar as atividades práticas e como serão avaliadas, para se obter um resultado satisfatório. Não basta apenas conhecer os conceitos de Física é preciso ter didática e metodologias adequadas para ensiná-los, por isso a importância de ir além da aplicação de conceitos é fazer uma reflexão mais ampla para se fazer a transmissão de conhecimento de forma mais eficaz. Para termos um ensino e uma aprendizagem satisfatória, alguns fatores são importantes como boas condições de trabalho para professores e alunos, laboratórios minimamente equipados para relacionar os conceitos obtidos em sala de aula com a prática, salas de aulas estruturadas, boa alimentação para dar o mínimo de dignidade aos alunos. Além disso, é importante um programa curricular bem estruturado. Existe certa continuidade na estrutura do conhecimento científico, o que pode facilitar o ensino e principalmente a aprendizagem do aluno, a prática docente ao longo dos níveis de ensino permite reconhecer a continuidade de conhecimentos, podendo minimizar as deficiências dos alunos, se o ensino for bem conduzido em todos os níveis, Ensino Fundamental, Médio e

Superior, desenvolvendo, enriquecendo e complementando de maneira adequada, poderá existir um interesse maior do aluno.

É quase consensual entre os professores de Física do Ensino Médio e Superior que a disciplina apresenta muitos problemas em relação à aprendizagem de grande parte dos conceitos presentes em sua estrutura curricular, o que pode resultar em grande parte das pessoas saírem do ensino fundamental e médio sabendo muito pouco de Física, a maioria não consegue argumentar sobre problemas que exijam conhecimentos sobre a disciplina, mesmo a Física estando relacionada a quase tudo em suas vidas como, locomoção, alimentação, saúde, moradia, segurança, etc., as pessoas precisam entender essa relação.

Discutir os conceitos físicos e suas aplicações pode gerar no aluno uma visão crítica, possibilitando uma melhor compreensão a respeito do desenvolvimento econômico e social do ser humano, além de permitir ao cidadão um pensamento mais elaborado a respeito de diversas áreas da ciência.

A grande questão é: Por que as pessoas saem do Ensino Médio sabendo tão pouco de Física? Podemos relacionar alguns problemas. Um deles é o destaque excessivo dado à memorização de fórmulas, símbolos, equações, teorias, modelos, etc. que em muitos casos parecem não ter relação entre si, além da dificuldade de relacionar esses conhecimentos físicos adquiridos com a sua vivência diária. O aluno tem dificuldade de assimilar o conteúdo que estuda em sala de aula e relacioná-lo com o seu dia a dia. Outro problema é a falta de laboratório, em alguns casos existe, mas geralmente está mal estruturado, o que dificulta a elaboração e execução de atividades experimentais, não permitindo ao aluno vivenciar situações de pesquisa, o que atrapalha a compreensão de como se processa a construção dos conceitos físicos. A execução de atividades experimentais organizadas facilita muito a compreensão dos conceitos e aplicação do conhecimento em Física, e sem compreensão, é difícil aprender a disciplina.

O fato dos alunos participarem ativamente das atividades práticas produzindo parte do material para os experimentos ou mesmo participando da montagem e manipulação dos equipamentos durante a realização da atividade, ou seja, o aluno tornando-se protagonista de sua aprendizagem pode gerar uma aprendizagem com muito mais significado para estes alunos. O fato do aluno, usando fios, lâmpadas e outros equipamentos básicos, aprender a montar um circuito elétrico em série e paralelo permite que o aluno assimile melhor os conceitos envolvidos na atividade experimental e pode facilitar o relacionamento do conhecimento teórico com a prática. Nem sempre é fácil trabalhar dessa maneira, é comum o aluno procurar por informação e não por conhecimento, nesse caso os alunos acreditam que o

professor deve fornecer todos os passos a serem seguidos e os alunos devem simplesmente executar as etapas estabelecidas. O fornecimento, pelo professor, do material e sequência a ser seguida pode facilitar a realização do experimento pelos alunos, mas a questão é se com esse tipo de procedimento vai ser atingido os objetivos desejados. Não há dúvida, que o fato da escola não ter laboratórios ou mesmo não ter materiais suficiente, pode até dificultar, mas não deve ser impedimento para realização de alguns experimentos durante as aulas de Física, acreditamos que devemos procurar materiais alternativos de fácil acesso, para ilustrar os conceitos estudados, sempre procurando relacionar estes conceitos com o cotidiano dos alunos, inclusive no que diz respeito aos riscos e a segurança das pessoas.

2.3 Professores usam experimentos em suas aulas de Física?

Grande parte dos professores concordam que uso de experimentos podem trazer benefícios à aprendizagem dos alunos, mas ao mesmo tempo se percebe que são poucos os professores que lançam mão desta ferramenta em suas aulas.

O ensino de ciências no nível fundamental e também no médio deve conter aspectos conceituais que ajudem na compreensão da composição, transformações e utilização dos conteúdos estudados no cotidiano dos alunos. Para isso, os materiais didáticos utilizados, devem destacar não somente os conteúdos, mas também os efeitos históricos e sociais relacionados a estes conteúdos, assim como também devem destacar as relações destes conteúdos com suas possíveis aplicações no cotidiano das pessoas. Provavelmente não encontraremos apenas nos livros didáticos adotados pela escola os experimentos que julgamos necessários para o ensino de Física. Esse fato mostra a necessidade de professores montarem os experimentos com os seus próprios materiais, com o passo a passo dos experimentos e os possíveis resultados. Na realidade acreditamos que os professores não devem ficar presos ao livro didático adotado para a disciplina, deve sempre procurar outras fontes para complementar e/ou mesmo facilitar seu trabalho. Seria muito difícil para os autores escrever um livro que atenda plenamente toda a comunidade que provavelmente vai usar este livro, os mesmos livros são usados em realidades completamente diferentes, o que justifica a necessidade de adequarmos a utilização do livro à realidade dos nossos alunos. O ensino de Física, feito apenas com aulas expositivas sobre os conteúdos específicos da disciplina, pode acabar por transformar a Física apenas em uma disciplina escolar, sem história e com pouco contexto. O excesso de conceitos desarticulados pode acabar induzindo o aluno a relacionar a

Física com uma ciência vinculada apenas a conceitos matemáticos e conceitos físicos engessados aos conceitos formulados pelos grandes pensadores, fatos que podem levar os alunos a pensarem que uma boa aprendizagem exige apenas boa memória. É quase consensual entre os professores que a aplicação de experimento de ciências e em especial no ensino de Física seja fundamental para a relação entre os conceitos apresentados nos livros didáticos com a vivência dos alunos. A participação dos estudantes na elaboração dos experimentos, acompanhando as etapas de construção, aplicação e análise dos resultados finais, fundamentam os conceitos físicos e podem despertar nos alunos a curiosidade para novos conhecimentos.

Porém há um agravante para a utilização dos experimentos nas salas de aula, visto que, a montagem desses experimentos demanda tempo para o planejamento, para construção do experimento e aplicação, o que geralmente não é previsto na carga horária destinada ao professor para cumprir o conteúdo programático anual, sendo assim fica muito difícil a aplicação dos experimentos.

Percebe-se que vem aumentando as exigências e responsabilidades dos professores em geral, os quais já estão sobrecarregados. Antigamente, os professores eram vistos como detentores de todo o conhecimento, com isso se tinha a ideia de que, se o professor dominasse todo o conteúdo seria garantia de aprendizagem ao aluno, o que sabemos não ser verdade. Atualmente o papel do professor não se reduz ao mero ensino conceitual, ensinar vai além do que transmitir conhecimentos, é papel do professor, observar, entender o conhecimento e capacidades dos alunos mostrando a eles a relação do cotidiano com os conceitos didático e vice-versa. Os alunos devem ser levados constantemente a pensar de forma crítica, baseado em troca de experiências e conhecimentos, os alunos por meio de trocas de experiências com os professores podem ser levados a formular ideias e relacionar os conceitos que antigamente não tinha significados para ele. Para o estudante, este processo de aprendizagem com uso de experimentos práticos, pode fazer com que os conteúdos estudados fiquem bem mais claros.

O aluno passa a ter mais liberdade, o que o condiciona a relacionar conteúdos com suas vivências pessoais, sendo constantemente levado a pensar de forma crítica, sendo estimulado a tomar decisões. Assim, professor e aluno trocam experiências e conhecimentos. As atividades são discutidas e enfrentadas de forma que todos possam argumentar e debater, os alunos fazem uma série de descobertas e interiorizam conhecimentos que não estavam tendo significado ou não eram conhecidos. O benefício de estimular os alunos à reflexão e a questionarem naturalmente nos leva a termos cidadãos mais críticos, quando inseridos no mercado de trabalho ou mesmo na sua vida cotidiana.

Desta forma, adquirir conhecimento se torna mais interessante quando o aluno se sente pertencente na construção do saber em sala de aula, ou seja, quando o aluno se sente protagonista da sua aprendizagem. O prazer em estudar ou adquirir novos conhecimentos não é um sentimento que aparece de forma natural nos alunos, pois não é uma tarefa que cumprem com satisfação, sendo em alguns casos encarada como obrigação, sendo assim, deve ser estimulado. Portanto, o professor deve despertar o interesse dos alunos, acompanhando suas ações no desenvolver das atividades. O professor não deve preocupar-se somente com o conhecimento através da absorção de informações, mas também pelo processo de construção da cidadania do aluno. Para que isto ocorra, é necessária a conscientização do professor de que seu papel é de facilitador de aprendizagem, aberto às novas experiências, procurando compreender, numa relação empática, também os sentimentos e os problemas de seus alunos e tentar levá-los à autorrealização. Para uma boa aprendizagem, se torna importante relacionar os conceitos estudados com o cotidiano dos alunos e com os conhecimentos prévios que estes alunos trazem.

3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aprendizagem cognitiva é a aprendizagem que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do aluno. A aprendizagem efetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade.

Como outros teóricos do cognitivismo, Ausubel (1968) se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos.

Há, pois, um processo de interiorização por meio do qual conceito mais relevante e inclusivo interage com o novo material funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando esse material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ressignificação dos conceitos.

Ausubel (1968) vê o armazenamento de informações no cérebro humano como algo organizado, formando uma hierarquia conceitual. Na Física, por exemplo, se os conceitos iniciais de força e campo gravitacional já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles podem servir de subsídio para que o aluno entenda com maior facilidade outros conceitos de forças e campos específicos, tais como forças e campos elétricos e magnéticos.

Aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto liga-se aos conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, em uma nova recepção ou descoberta, teremos aprendizagem significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorporar-se de forma não arbitrária a estrutura cognitiva do indivíduo.

A teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1978) tem características próprias. É preciso levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, suas predisposições para a aprendizagem e os materiais didáticos adequados, afirmam.

O professor precisa ter uma postura didático-metodológica adequada para, então, desenvolver uma aprendizagem significativa com os alunos. O professor deve levar em consideração as noções anteriores que servem de âncora para a absorção de novos conhecimentos. Isso pode ser feito por meio de conhecimentos prévios que os alunos adquirem no seu cotidiano. Não se trata simplesmente de destruir os conceitos que os alunos trazem do seu dia a dia e no seu lugar colocar conceitos cientificamente aceitos. Pensamos

que os professores devem procurar valorizar os conceitos que os alunos trazem, discutindo suas relações com os que são aceitos cientificamente e pode também aproveitar esses momentos de adequações de conhecimentos para discutir a evolução científica, a qual não ocorre de forma linear, mas por meio de questionamentos, acertos, erros e adequações.

Os subsunçores, conforme apresentados, servem como matriz organizacional para a aprendizagem e podem ser relacionados ao conceito de ancoragem.

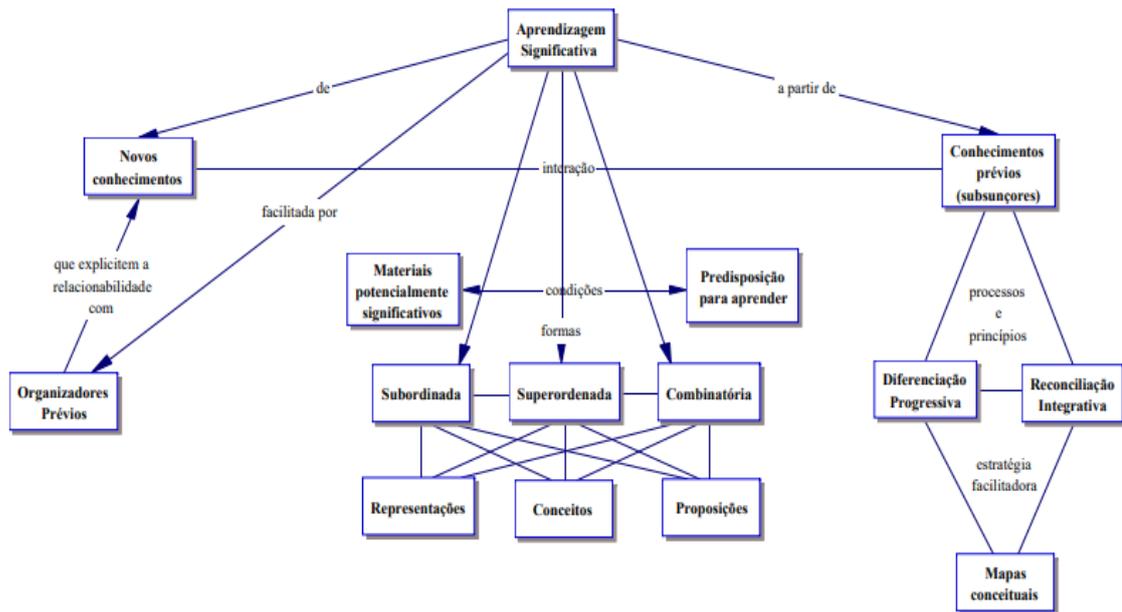
Sabe-se que existem vários métodos para a construção de aprendizagem significativa, mas o professor deve procurar desenvolver metodologias que estejam alinhadas com as necessidades adequadas para a aprendizagem dos conteúdos a serem aprendidos, sempre tendo como foco os objetivos de aprendizagem destes conteúdos.

Segundo Ausubel existem três tipos de aprendizagem, em todas as disciplinas, sendo desenvolvidas em maior ou menor grau. A modalidade visual valoriza o aprendizado pela visão, a auditivo-auditiva – que valoriza a audição e a cinestésica – que valoriza o aprender fazendo e interagindo. Na modalidade auditiva, é necessário o uso de metodologias que valorizem os sons e ritmos do sujeito.

Entre os vários instrumentos de aprendizagem que podem gerar uma aprendizagem significativa, podemos citar os mapas conceituais, os quais podem ser caracterizados como uma metodologia de ensino, na qual permite aos sujeitos refletir sobre um determinado tema, expressando livremente tudo o que sabem sobre o assunto em questão. Quando se tem um esquema estruturado contendo o que já se sabe sobre determinado assunto, fica mais fácil de encontrar informações que tenham ligações com o que já está nesse esquema. Acreditamos que informações que já temos nos mapas conceituais podem servir de ancora para as novas informações.

Em Moreira (1980), temos um exemplo de mapa conceitual, no qual constam relações entre conceitos estudados no construtivismo de Ausubel (1968). Acreditamos que um mapa como este pode ser construído por etapas, onde cada etapa tem como base a anterior para ser construída.

Figura 1 – Mapa conceitual para o construtivismo de Ausubel



Fonte: Moreira (1980)

A utilização de jogos, obras de arte, contos, poesia, experimentos didáticos e outros materiais didáticos que despertam a curiosidade dos alunos, que os ensina a questionar, é um ponto facilitador da aprendizagem.

Moreira (2010) afirma ser necessário que o professor faça uma autoavaliação quanto às suas práticas pedagógicas e compreenda a necessidade de modificá-las. O educador deve apresentar uma discussão clara para os alunos sobre o que será ensinado, como será ensinado e o porquê de estar sendo ensinado. Os conteúdos teóricos devem abranger e esclarecer todos os aspectos ligados aos seus objetivos.

As metodologias de ensino e os materiais didáticos devem ser desenvolvidos a partir das modalidades de aprendizagem dos alunos. O professor precisa estar ciente de que a aprendizagem significativa está em suas mãos e depende das metodologias didáticas utilizadas. Para Moreira e Mansini (1982), o problema da aprendizagem significativa em sala de aula está centrado na escolha de recursos metodológicos que tornem os conteúdos aprendíveis.

A Teoria da Aprendizagem é voltada para a sala de aula, na qual o professor é o mediador. É preciso repensar os métodos, se eles estão dentro da realidade viva do aluno, para então escolher suas metodologias e ter sucesso em suas avaliações.

Educadores, por meio de métodos de ensino dinâmicos, aumentam a curiosidade do estudante ao permitir que ele gere conhecimento e aprenda de alguma forma o conteúdo

principal. Todos esses cuidados são necessários para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

4 A ESCOLA CAMPO

4.1 Levantamento de dados sobre a realidade da escola campo em relação ao laboratório e as atividades experimentais

O Colégio Estadual onde realizamos as observações, possui 1087 alunos matriculados, nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) 4,7, possui 12 salas de aula, quadra de esportes descoberta, laboratório de informática, um laboratório de ciências conforme pode ser observado na Figura 2. O laboratório foi adaptado em uma sala já existente, mas ainda não havia sido utilizado nas aulas de práticas de Física pela falta de material para realizar os experimentos. Não há material para o desenvolvimento de atividades experimentais específicas com circuito elétrico como a que foi trabalhada com os alunos, a Secretaria Estadual de Educação de Goiás enviou um kit com alguns objetos para dar suporte na execução de experimentos, mas não direcionados a estes experimentos específicos. A seguir temos fotos mostrando o interior do laboratório de Ciências da escola.

Figura 2 – Laboratório de Ciências da escola



Fonte: o autor (2022).

4.2 Público Alvo

As atividades desenvolvidas no Trabalho de Conclusão de Curso II tiveram como foco as turmas de terceira série do Ensino Médio matutino A, B e C do colégio público citado anteriormente.

O período de observação e participação nas atividades da escola campo, tendo como foco o este trabalho, foi o segundo semestre de 2021 e o primeiro semestre de 2022. Inicialmente, sendo realizado um contato prévio com o professor de Física da escola para o conhecimento do conteúdo a ser trabalhado, e após essa definição foi feito um planejamento das atividades que envolvessem o tema a ser abordado.

5 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

5.1 Metodologia desenvolvida na sala de aula

Inicialmente o professor, juntamente com o autor desse trabalho, promoveu uma aula expositiva, na qual foram discutidos conceitos relacionados aos circuitos elétricos. Nessa discussão foram usados, para servir de exemplo, dois experimentos que os alunos de um ano anterior haviam montado. Depois dessa aula “teórica” o professor pediu que os alunos montassem seus próprios experimentos sobre o conteúdo estudado e posteriormente apresentassem estes experimentos em uma determinada data.

Nesta atividade prática, que serviu como exemplo, foram feitos alguns experimentos simples sobre circuitos elétricos abordando os seguintes conteúdos: Circuitos em série e em paralelo, leis de Kirchhoff, resistência equivalente e intensidade de corrente elétrica (Lei de Ohm). Os alunos foram orientados a montar circuitos simples utilizando materiais, tais como os observados na Figura 13 e a discutir os conceitos de tensão elétrica ou ddp (V), corrente elétrica (i) e resistência elétrica (R).

Conforme já citado, no ano anterior os alunos desenvolveram sob a supervisão do professor dois circuitos elétricos, um em paralelo e outro misto (Série e paralelo), conforme figura 14, neste ano em decorrência do tempo o professor optou em apresentar estes projetos aos alunos durante as aulas teóricas, juntamente com os conceitos e pediu que eles os usassem como referência para o desenvolvimento de novos projetos. Solicitou que eles formassem grupos de até cinco alunos, desenvolvessem em casa os projetos, juntamente com um relatório contendo o material utilizado e o roteiro simples com o processo de montagem e apresentassem os experimentos em formato de seminário no laboratório da escola. Foi dado um prazo de trinta dias aos alunos e à medida que as dúvidas surgissem eles apresentassem durante as aulas teóricas.

Os alunos usaram como referência para montarem de seus projetos, além dos projetos apresentado pelo professor, os livros didáticos e vídeos do YouTube.

Seguem os experimentos apresentados em sala de aula pelo professor e sua representação em forma de esquema dos circuitos elétricos.

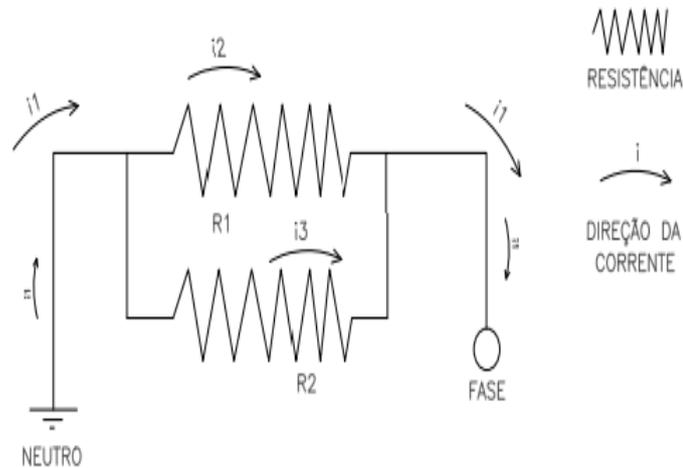
5.2 Exemplo de circuito em paralelo

Figura 3 – Projeto do circuito em paralelo



Fonte: o autor (2022).

Figura 4 – Esquema do circuito em paralelo



Fonte: o autor (2022).

Na Figura 3 temos a foto do experimento desenvolvido pela turma do terceiro ano, do ano anterior sob a supervisão do professor, trata-se de um circuito em paralelo, o qual foi montado conforme explicado em detalhes no item 5.7.

Na Figura 4 foi desenhado o esquema desse circuito elétrico, para explicar a Lei dos Nós, também chamada de primeira lei de Kirchhoff, a qual indica que a soma das correntes que chegam em um nó é igual a soma das correntes que saem deste mesmo nó. Esta Lei é consequência da conservação da carga elétrica, cuja soma algébrica das cargas existentes em

um sistema fechado permanece constante, sendo mais fácil a compreensão dos conceitos para os alunos.

De acordo com a Lei de Ohm, a qual foi apresentada aos alunos em sala de aula, temos que, para um resistor ôhmico, a corrente elétrica em um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada e que a diferença de potencial elétrico aplicado entre dois pontos de um circuito é igual ao produto do valor da corrente elétrica pelo valor da resistência:

$$V = i \cdot R$$

Onde:

V = tensão elétrica ou diferença de potencial

i = corrente elétrica

R = resistência elétrica

Sendo assim, de acordo com o esquema apresentado, quando associamos os resistores em paralelo, temos que a corrente que sai da fonte, se divide em duas: i_2 e i_3 , no caso do experimento $i_2 = i_3$, foram utilizadas lâmpadas iguais, então $R_1 = R_2$.

Os resistores R_1 e R_2 são alimentados pela mesma fonte de tensão (V), ou seja, $V = V_1 = V_2$. Isso faz com que eles fiquem sujeitos à mesma diferença de potencial (ddp), mas são percorridos por correntes elétricas distintas, proporcionais ao valor de cada um, no caso do nosso projeto foi a mesma porque usamos as mesmas resistências (lâmpadas), mas poderiam ser diferentes, sendo assim temos:

$$i_1 = i_2 + i_3 \text{ Eq. (1)}$$

$$R_1 = R_2$$

$$V = V_1 = V_2$$

$$V = i_2 \cdot R_1 \rightarrow i_2 = \frac{V}{R_1}$$

$$V = i_3 \cdot R_2 \rightarrow i_3 = \frac{V}{R_2}$$

Substituindo i_2 e i_3 na equação (1), podemos encontrar a relação entre as duas resistências e a resistência equivalente:

$$i_1 = i_2 + i_3$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}, \text{ simplificando } V, \text{ temos:}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Podemos generalizar essa expressão para qualquer que seja a quantidade de resistores associados em paralelo, para n resistores em paralelo temos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Sendo assim, na associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores individuais que forma o circuito.

A resistência equivalente também pode ser obtida pela relação da ddp com a corrente total:

$$V = i_1 \cdot R_{eq} \rightarrow R_{eq} = \frac{V}{i_1}$$

Com isso os alunos conseguiram compreender os conceitos apresentado em sala de aula de forma prática, perceberam que neste tipo de circuito mesmo que se remova uma lâmpada, isso não interferia no funcionamento das outras, os circuitos em paralelo trabalham de forma independente, se um circuito for aberto (uma lâmpada removida), os outros circuitos continuam fechados e as outras lâmpadas continuam acessas. Foi solicitado a eles exemplos na prática eles mencionaram a iluminação pública, onde uma lâmpada queimada não interfere no funcionamento das outras.

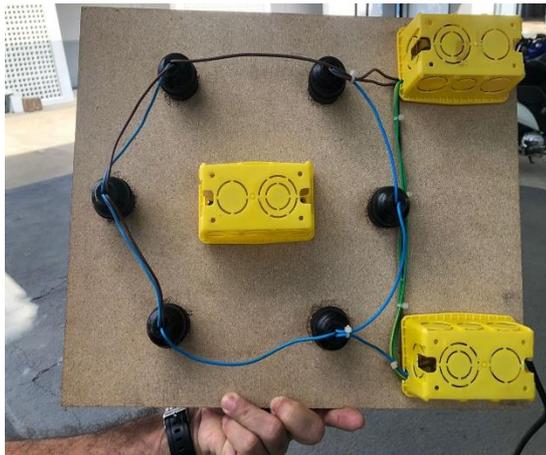
5.3 Exemplo de circuito misto, série e paralelo

Figura 5 – Projeto do circuito misto: série e paralelo



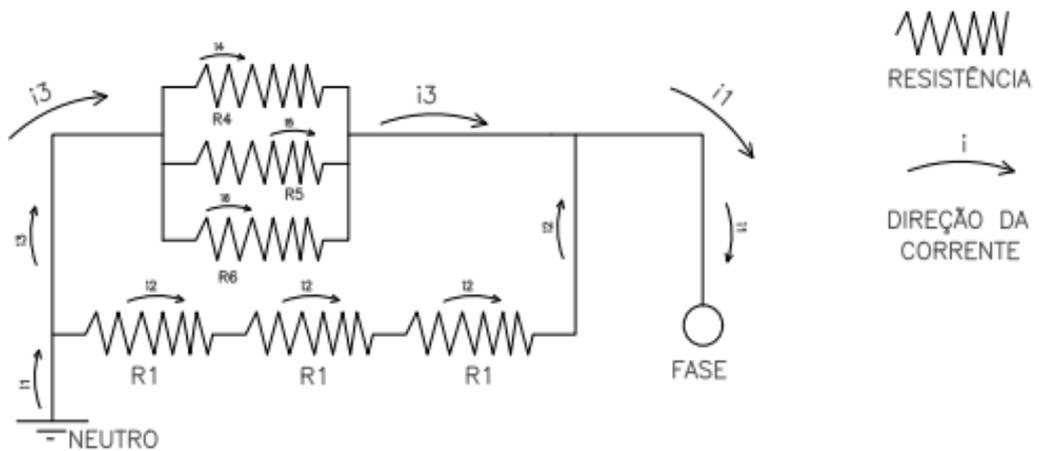
Fonte: o autor (2022).

Figura 6 – Foto posterior do circuito



Fonte: o autor (2022).

Figura 7 – Esquema simplificado de circuito misto– Circuito em série e em paralelo



Fonte: o autor (2022).

No segundo trabalho desenvolvido pelos alunos sob a supervisão do professor, trata de um circuito misto, ou seja, um circuito composto por duas partes, uma parte com resistores ligados em série e a outra com resistores ligados em paralelo. No trecho com os resistores R4, R5 e R6 em paralelo, podemos calcular a resistência equivalente por:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R4} + \frac{1}{R5} + \frac{1}{R6} - \text{Resistência equivalente do circuito em paralelo.}$$

No caso do experimento, as lâmpadas são iguais, portanto, temos que:

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{3}{R}$$

$$Req = \frac{R}{3}$$

Já para o trecho com os resistores R1, R2 e R3 em série, podemos calcular a resistência equivalente por:

$$Req = R1 + R2 + R3 - \text{Resistência equivalente do circuito em série.}$$

No caso do experimento, as lâmpadas são iguais, portanto, temos que:

$$Req = 3R$$

Após o cálculo das resistências equivalentes dos circuitos em série e em paralelo obteve-se duas resistências, estando elas em paralelo, podendo assim ser usado novamente a equação de resistores em paralelo para obter a resistência total do nosso circuito misto.

Com o experimento ficou claro para os alunos que a intensidade luminosa é diferente nos dois tipos de associação, eles perceberam que as lâmpadas brilham mais no circuito com associação em paralelo do que no circuito com associação das lâmpadas em série e que no circuito em série se for removido uma lâmpada as outras apagam, pois, o circuito trabalha de forma dependente.

Após essa observação o professor discutiu, por meio de cálculos, o motivo das lâmpadas do circuito em paralelo ter um brilho um pouco mais intenso que no circuito em série.

Quando associamos os resistores em série, temos que a corrente que passa pelos pontos onde estão os resistores, será a mesma em todo o circuito. A corrente que passa pelo trecho em série pode ser calculada pela divisão da tensão entre os pontos extremos dessa parte do circuito pela resistência equivalente entre estes pontos. Então a corrente que passa pelos resistores R_1 , R_2 e R_3 vale $i = V/3R$.

Quando associamos os resistores em paralelo, temos que a corrente total se divide em três: i_4 , i_5 e i_6 . No caso do experimento, como as lâmpadas são iguais, a corrente que passa em cada resistor vale $i=V/R$. Sendo assim, os alunos puderam concluir que a corrente que atravessa cada resistor, quando associados em série é igual a $V/3R$ e quando associados em paralelo é igual a V/R , ou seja, intensidade da corrente elétrica em cada lâmpada da associação em série é um terço da intensidade da corrente elétrica em cada lâmpada da associação em paralelo. Daí resulta que cada lâmpada individualmente brilha mais na associação em paralelo do que na associação em série, visto que o valor da intensidade da corrente elétrica que atravessa cada uma delas na associação em paralelo é maior. Podemos finalizar observando que a corrente elétrica total fornecida pela fonte é diferente nas duas associações. Para provar tal fato basta comparar a intensidade da corrente total do circuito nos dois casos: na associação de resistores em paralelo, temos três corrente de valor V/R , totalizando uma corrente que tem que ser gerada pela fonte de $i=3V/R$. E na associação de resistores em série temos uma corrente total fornecida pela fonte de intensidade $i=V/3R$. Comparando a intensidade destas correntes vemos que a intensidade da corrente elétrica na associação em paralelo é nove vezes a intensidade da corrente elétrica na associação em série.

Com a análise do circuito misto os alunos perceberam que no trecho onde o circuito está em série, a remoção de uma lâmpada apaga as outras duas, já no circuito em paralelo isso não acontece. Foi pedido a eles exemplo de aplicação de circuito misto, eles falaram do circuito elétrico do colégio, onde a corrente elétrica liga as lâmpadas em série de uma sala de aula e em paralelo entre as salas de aula.

5.4 Experimentos apresentados pelos alunos

A partir das apresentações destes experimentos, feitos como exemplo, e da análise dos conceitos estudados os alunos montaram e apresentaram seus projetos num evento realizado pelo professor da escola. A seguir temos algumas fotos e comentários sobre os experimentos apresentados pelos alunos.

5.4.1 Maquete com lâmpadas montadas em série

Figura 8 – Projeto do circuito em série



Fonte: o autor (2022).

Figura 9 – Foto posterior do circuito



Fonte: o autor (2022).

Os alunos desenvolveram um circuito elétrico em série, simulando a instalação elétrica de uma residência e durante a apresentação eles explicaram para a turma que no formato que foi apresentado, este não é o circuito mais indicado para uma residência, que apesar do consumo de energia ser menor, se uma lâmpada queimar ela abre todo o circuito e todas as lâmpadas se apagam. Segundo os alunos isso dificultaria também a troca porque você teria que verificar todos os pontos para achar a lâmpada queimada. Eles disseram que

desenvolveram o trabalho através de vídeos do YouTube e ao final apresentaram o relatório com o roteiro de construção do circuito e a lista de materiais.

5.4.2 Circuito com três lâmpadas em paralelo

Figura 10 – Projeto do circuito em paralelo com três lâmpadas

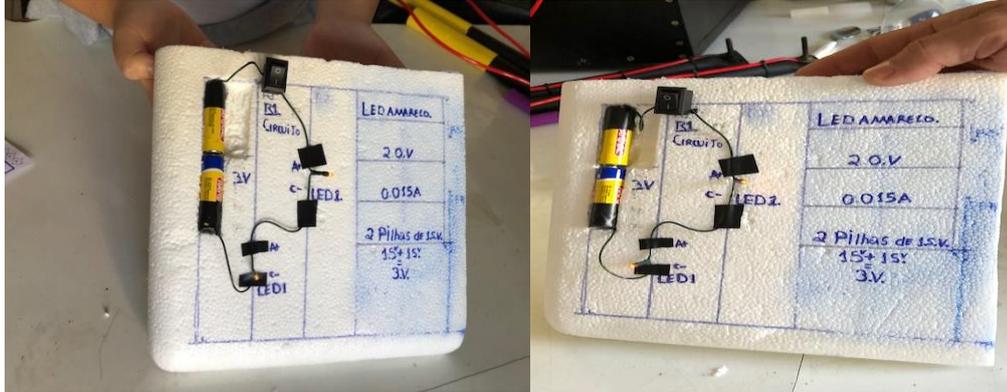


Fonte: o autor (2022).

Os alunos desenvolveram um circuito elétrico em paralelo, usaram como referência o projeto desenvolvido pelos alunos da turma do ano anterior, o qual foi apresentado pelo professor em sala de aula durante as aulas teóricas, para não ficar igual eles optaram por acrescentar uma lâmpada. Eles explicaram para a turma que este modelo de circuito elétrico é o mais indicado para iluminação pública, pois, se uma lâmpada queimar, as outras continuarão funcionando ao final eles apresentaram o relatório com a lista de matérias e o roteiro de montagem.

5.4.3 Circuito de baixo custo em série

Figura 11 – Projeto do circuito em série – Baixo custo



Fonte: o autor (2022).

Neste experimento os alunos desenvolveram um circuito elétrico simples em série, eles quiseram enfatizar que dava para fazer os circuitos elétricos com um custo mínimo e explicar os conceitos da mesma forma que os projetos que foram mais bem elaborados e que tiveram um custo bem maior em relação ao projeto deles. Ao final eles apresentaram o relatório com a lista de materiais e o roteiro de montagem, disseram que gastaram menos de R\$ 10,00 porque boa parte do material eles tinham em casa e o que foi comprado o custo era mínimo.

5.4.4 Circuito com duas lâmpadas em paralelo

Figura 12 – Projeto do circuito em paralelo com duas lâmpadas



Fonte: o autor (2022).

Os alunos desenvolveram um circuito elétrico em paralelo, usaram como referência o projeto desenvolvido pelos alunos da turma do ano anterior, o qual foi apresentado pelo

professor em sala de aula durante as aulas teóricas. Eles também usaram como exemplo de aplicação do circuito elétrico em paralelo a iluminação pública. Ao final eles apresentaram o relatório com a lista de matérias e o roteiro de montagem.

5.5 Cuidados na montagem e execução dos experimentos

Após uma análise curricular feita pelo professor da disciplina e pela vivência em sala, foram identificados a parte dos conteúdos que os alunos apresentam maior dificuldade de aprendizagem e, com base no levantamento destes conteúdos, tivemos sugestões de experimentos que poderiam ser construídos pelos alunos em decorrência da realidade da escola, do custo do material e da disponibilidade no comércio local.

Também foi levado em consideração pelo professor, o risco da montagem e realização do experimento pelos alunos, visto que a escola não oferece Equipamento de Proteção Individual – EPIs.

Foi ressaltado que deve ser levado em consideração não só o risco na execução dos experimentos, mas também na elaboração, daí a importância em discutirmos os cuidados necessários na definição e no planejamento das atividades a serem desenvolvidas.

5.6 Materiais sugeridos para a construção de circuito

Figura 13 – Relação de materiais



Fonte: o autor (2022).

5.7 Detalhes da montagem dos experimentos usados como exemplo

Figura 14 – Experimentos usados como exemplo



Fonte: o autor (2022).

As tábuas utilizadas no experimento foram nas medidas de 50cm x 40cm e 15cm x 20cm de largura, mas pode ter qualquer medida desde que comporte os elementos do circuito a ser desenvolvido, uma tábua foi levada ao marceneiro para serem feitos os furos para receber os soquetes, foram utilizados seis soquetes mais dois interruptores para o circuito de associação mista e dois soquetes e um interruptor para o circuito em paralelo. Os pedaços de fios foram cortados de acordo com a medida da tábua escolhida e a distribuição dos soquetes evitando que fique fios soltos, o que poderia comprometer a visualização do experimento. Se houver pedaços de fios desencapados, enrolar fita isolante para não deixar partes condutoras expostas, oferecendo risco aos alunos e ao professor.

Para o final da montagem do circuito, prender os fios com os miguêlões para que fiquem firmes na tábua, e ligar a tomada a um plug macho, que servirá para conectar o experimento a um meio de energia.

Vale ressaltar que a internet disponibiliza vários vídeos e roteiros para a montagem do experimento ou experimentos, porém é importante tomar os cuidados, em pesquisar sites com vídeos ou roteiro que sejam seguros, para evitar acidentes na montagem e execução do experimento.

6 CONCLUSÃO

Mesmo tendo o papel mais como observador nas atividades experimentais desenvolvidas pelo professor e alunos, aprendi muito com a metodologia usada, percebi que os alunos ficaram empolgados com as atividades propostas.

Acredito que o planejamento, montagem e execução dos experimentos pelos alunos despertou a curiosidade e a participação dos alunos nas aulas de Física, e que eles conseguiram relacionar os conceitos aprendidos em sala de aula com a prática e possivelmente traçaram um paralelo com suas vivências diárias. O fato dos alunos participarem da sua própria aprendizagem pode trazer grandes benefícios na relação ensino/aprendizagem, portanto, o uso de experimentos pode gerar uma aprendizagem significativa para os alunos.

Quando os alunos estão pesquisando e estudando novos conceitos para montar seus experimentos e analisar a relação destes experimentos com seu cotidiano, podem estar usando conhecimentos que já possuem para incorporar novos conhecimentos, expandindo seus conhecimentos prévios e consequentemente facilitando a aprendizagem de outros novos conhecimentos. Então podemos relacionar o uso de experimentos no ensino de Física com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Fazendo uma comparação entre os aspectos considerados nesse texto com os experimentos e as atuais dificuldades encontradas no ensino de Física tanto no Ensino fundamental quanto no Médio, podemos observar que os experimentos didáticos se apresentam como uma ferramenta que pode ajudar nas soluções dos problemas e na relação com os conceitos apresentados aos alunos, sendo assim pode se compreender a importância da elaboração e desenvolvimento dos experimentos.

Os maiores entraves em relação à montagem e execução do experimento podem ter sido a questão do tempo, já que a elaboração e execução de experimento não estão previstos na carga horária destinada ao professor para cumprir o conteúdo programático anual e o custo dos experimentos, que mesmo sendo baixo a escola não viabiliza recurso, no caso do nosso experimento, foi custeado pelo professor da disciplina.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 44-58, ago. 2000.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York, EUA: Holt. Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. Nova York, EUA: Holt. Rinehart and Winston, 1978.

LOMBARDE, W. **Aprendizagem significativa de Ausubel: uma visão a partir da entrevista com professores de química do ensino médio em escolas públicas no município de Apucarana**. 2015. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2015.

MOREIRA, M. A. “Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa”, **Ciência e Cultura**, 32(4): 474-9, 1980.

MOREIRA, M. A. Monografia nº 10. **Série Enfoques Teóricos**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1995.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.