

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS ENVOLVENDO ELETRICIDADE E ÓPTICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NO IFAM CAMPUS MAUÉS

Elize Farias de Carvalho¹
Joethe Moraes de Carvalho²

RESUMO

A experimentação no Ensino de Ciências e particularmente no Ensino de Física vem sendo utilizada há décadas como uma importante ferramenta de apoio ao professor em sala de aula e no laboratório. Entretanto, a prática tem se restringido a forma tradicional manuseada unicamente pelo professor e muitas vezes sem relação com os conhecimentos prévios dos alunos. Assim, o objetivo é relatar as contribuições da experiência vivida de uma proposta de trabalho mediada por atividades experimentais como estratégia metodológica no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física. As práticas foram pautadas em uma perspectiva sócio histórica e a abordagem é de natureza qualitativa e, portanto, descritiva. As atividades foram desenvolvidas em 5 turmas de nível médio técnico no IFAM-CMA, contemplando os temas de Eletricidade e Óptica. Como resultados das práticas houve um aumento no interesse e motivação dos alunos pela disciplina, um fortalecimento dos conceitos científicos o que se verificou uma aprendizagem significativa dos mesmos e a oportunidade do trabalho em equipe. Portanto, o trabalho mediado pela experimentação contribuiu no processo de ensino-aprendizagem dos discentes participantes durante e após as atividades colaborando para o seu desenvolvimento cognitivo e social.

Palavras-chave: Atividades experimentais. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Eletricidade. Óptica.

1 INTRODUÇÃO

Um dos métodos mais utilizados na ciência e, conseqüentemente, na Física é o método científico que tem o propósito da comprovação de uma hipótese científica, apropriando-se de procedimentos experimentais e da matemática (SAITO, 2010). A experimentação sempre se apresentou uma importante ferramenta de trabalho científico, seja dentro de um laboratório de alta tecnologia, ou em um ambiente mais simples, como a sala de aula.

Brasil (2002) orienta através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a realização de práticas pedagógicas com objetivos mais amplos, não se limitando à memorização de equações, para assim conduzir o trabalho de construção dos

¹ IFAM Campus Maués. elize_farias@hotmail.com

² IFAM Campus Maués. joethe@hotmail.com

conhecimentos da Física no ambiente escolar. Essa necessidade é reflexo das mudanças no cenário educacional, o que nos remete às transformações da sociedade. Prado (2011) nos conta do momento em que a globalização e o crescente avanço tecnológico tem alterado a condução do trabalho, estabelecendo novos perfis para atuação no mercado produtivo, que necessita, retomando o autor, de “seres criativos, flexíveis e dispostos a aprender”, e essas exigências recaem sobre a escola, como local privilegiado a formação de cidadãos.

Acredita-se que a disciplina de Física pode colaborar na formação dos discentes, por meio de atividades experimentais segundo Araújo e Abib (2003), há uma vasta possibilidade em sua utilização, o que permite um nível de aprendizagem capaz de reestruturação de modelos explicativos dos fenômenos. Para esse grau de entendimento é necessária uma aprendizagem eficiente, uma aprendizagem significativa dos alunos, pois assim possibilita a autonomia do discente na construção de seu próprio aprendizado.

Assim, a presente produção tem por objetivo relatar as contribuições da experiência vivida de uma proposta de trabalho mediada por atividades experimentais como estratégia metodológica no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de Física no ambiente escolar do IFAM-CMA.

1.1 Ensino de Física e a Experimentação

O italiano Galileu Galilei (1564-1642), físico, matemático e astrônomo, que segundo alguns autores, deu início a Física e trouxe uma nova forma de estudo da natureza: a prática da experimentação. De acordo com Souza e Carvalho (2014, p.4), “a observação dos fenômenos deveria seguir uma linha sistematizada e metódica, orientada pela indução experimental”, o que originou o método científico. Galileu utilizava métodos de raciocínio, comparação e matemática para estudar os movimentos dos corpos na Terra e suas propriedades, demonstrando o método presente até os dias de hoje.

Abbagnano (1970, p. 463) explana que Galileu considerava o conceito de natureza como sendo “de ordem objetiva, escrita em caracteres matemáticos, necessária e destituída de finalidade, atingível por meio do experimento”. Araújo (2010, p.5) comenta que essa nova abordagem de construção do conhecimento

através de métodos é concebida a partir da observação da realidade e cujas explicações possam ser colocadas a prova pela experimentação.

No ensino de Física, os experimentos têm um papel fundamental. Araújo e Abib (2003, p.1) destacam sua importância, como uma “ferramenta frutífera de ensino apontada pelos professores e alunos como um minimizador das dificuldades enfrentadas no ensino tradicional”. Brasil (2002) reforça o pensamento de mudança na condução da atividade experimental, onde

[...] inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno.

O ensino de Física tem evoluído na construção e aplicação de novos caminhos para ensinar e chegar ao aprendizado dos conceitos, mas há muito a se fazer. Os livros didáticos e a forma de trabalho dos conteúdos de Física ainda se manifestam priorizando a resolução de exercícios, memorização de equações e conceitos sem significado para os alunos (SOUZA e CARVALHO, 2014, p.5). Essa condução das aulas tem se mostrado inadequada frente as muitas demandas da sociedade, que exigem pessoas que saibam lidar com situações reais, que questionem e que sejam proativas. Existe a necessidade de um trabalho em equipe onde o grupo se relaciona de maneira colaborativa, visando o sucesso do todo.

Os conceitos físicos empregados durante as aulas apresentam alto grau de abstração e uma linguagem matemática mais elaborada. As atividades experimentais podem tornar-se promissoras em sanar ou reduzir as dificuldades de compreensão dos alunos, que muitas vezes os desestimula ao estudo da Física. Brasil (2002, p.112) afirma como “indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis”.

É uma oportunidade para o aluno construir seu próprio conhecimento, indagar, analisar, propor, desenvolver sua curiosidade e autonomia. Além disso, Reis (2013) nos ensina que a experimentação proporciona interações sociais, pois no momento do desenvolvimento dos trabalhos existe a necessidade do diálogo entre os alunos e

destes com o professor. Essas ações fomentam também a interatividade e as relações no ambiente escolar, tornando a atividade mais prazerosa.

1.2 Aprendizagem Significativa

O conhecimento científico, e, portanto, a Física, permitem que os estudantes percebam e lidem com os diversos fenômenos, sejam naturais ou tecnológicos, que os cercam e os quais se aprimoram cada vez mais. Ressalta-se a ciência Física como formadora do cidadão contemporâneo, atuante e solidário. Entretanto, para que o desenvolvimento desse alunado aconteça, são necessárias estratégias de ensino que o conduzam a uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos.

Para isso, as práticas docentes devem considerar as experiências de vida dos alunos, sua bagagem de conhecimento que foi construída culturalmente ao longo dos anos. Essa bagagem são os conhecimentos prévios de diversas áreas e que foram acumuladas através da aprendizagem. O ser humano tem a capacidade de aprender a todo o momento. Porém, nem tudo que vemos, lemos e observamos é aprendido. Uma aula restrita à memorização e à cópia de exercícios, surte pouco efeito para uma aprendizagem eficaz, segundo nos diz David Ausubel (MOREIRA e MASINI, 2011, p.17), um representante da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Ausubel encara a aprendizagem significativa como uma organização e integração do material na estrutura cognitiva, segundo Moreira e Masini (2011), ou seja, quando recebemos uma nova informação e essa se conecta a um conhecimento preexistente, chamando de subsunçor, de maneira que ganhe sentido, estamos realizando a aprendizagem significativa. Moreira (1999), baseado nos estudos de Ausubel, define aprendizagem significativa como

um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

As condições para que ocorra a aprendizagem significativa, de acordo com Moreira (2011), são:

- I. O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo;
- II. O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Um requisito influencia no outro, um material potencialmente significativo é aquele que permite a associação pelo aluno dos seus conhecimentos prévios, e assim o influenciar em sua predisposição para aprender, dessa maneira facilitando a aprendizagem significativa do aluno.

Nesse contexto, as atividades experimentais atuam como um material potencialmente significativo para desenvolvimento da aprendizagem de conceitos científicos fundamentais para a compreensão do mundo físico e sua dinâmica.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Nossa prática foi aplicada em duas turmas de 2º ano do Ensino Médio Técnico nos cursos de Administração e Agropecuária, e três turmas de 3º ano do Ensino Médio Técnico nos cursos de Administração, Agropecuária e Informática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas *Campus* Maués - IFAM-CMA. As atividades foram desenvolvidas no segundo semestre de 2015.

O processo partiu de um planejamento que visava uma organização das etapas a serem elaboradas. Inicialmente foi realizado um levantamento na literatura sobre atividades experimentais que pudessem ser desenvolvidas com materiais de baixo custo e acessíveis aos alunos. A etapa seguinte consistiu em um contrato didático com os alunos, onde em uma conversa foram colocadas as sugestões pelo professor de como o processo se desenvolveria. Os discentes foram ouvidos em relação a estrutura de organização das atividades e, com o apoio de todos, foram determinados os critérios do trabalho em relação aos temas abordados. As turmas de 2º ano ficaram com o tema da Óptica e as dos 3º anos, a Eletricidade.

É importante mencionar que durante os bimestres anteriores, foram construídos os conceitos teóricos tanto de Óptica quanto de Eletricidade. A condução dos temas foi mediada por aulas expositivas dialogadas, experimentos em sala de aula e animações, com o intuito de fortalecer sua base sobre os fenômenos estudados. Acerca disso, Séré (2003) afirma que “através dos trabalhos práticos e das atividades experimentais, o aluno deve se dar conta que para desvendar um fenômeno é necessária uma teoria”. Nesse ponto, contamos com a existência de conhecimentos prévios dos alunos, sobre os temas em questão. Menos ou mais elaborados, o fato é que foi possível o fortalecimento dos mesmos.

Procedimentos para os 2º anos: os alunos trabalharam em equipes, cada grupo teriam a responsabilidade de pesquisar, selecionar, discutir, construir e apresentar um experimento dentro dos conteúdos trabalhados nas aulas de Física. Nossa pesquisa inicial, sobre sugestões de práticas experimentais, foi apresentada para os alunos e coube a eles optarem por aderir ou não o material pré-selecionado.

Procedimentos para os 3º anos: os alunos também trabalharam em equipes, entretanto, a distribuição foi diferente dos 2º anos. Cada turma ou curso, ficou responsável por desenvolver atividades de: 1) pesquisar, selecionar, discutir, construir e apresentar; 2) confecção e organização do espaço da apresentação, respectivos a seu subtema: Eletrostática, (Administração), Eletrodinâmica (Agropecuária) e Eletromagnetismo (Informática).

Outra diferença entre as séries foi o espaço de apresentação, enquanto que nos 2º anos cada turma ficou com suas respectivas salas de aula, os 3º anos compartilharam uma sala de aula onde foram montadas suas bancadas de experimentos. Essa situação permitiu uma interação e integração dos alunos de diferentes cursos e, portanto, de diferentes perfis.

Os trabalhos dos estudantes foram apresentados na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no IFAM-CMA, e suas produções foram visitadas pelos demais alunos da instituição, alunos de outras escolas da cidade, professores, administrativos e comunidade em geral prestigiado o resultado do esforço e dedicação de nossos alunos.

Quanto aos conceitos explorados, contemplaram na Óptica: fenômenos da reflexão, refração, difração e interferência. Na Eletricidade que foi dividida apenas por questão didática em Eletrostática, Eletrodinâmica e Eletromagnetismo, foram construídos conceitos de carga elétrica, força elétrica, diferença de potencial, potência, corrente elétrica, resistência elétrica, geradores elétricos, circuito elétrico, propriedades dos ímãs, campo magnético, campo magnético da terrestre e eletroímã.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as atividades experimentais foram apresentadas simultaneamente, em várias salas de aula, pelos alunos dos 2º e 3º anos na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFAM-CMA cujo tema foi “Luz, Ciência e Vida”. A Tabela 01 mostra oito práticas realizadas no evento.

Tabela 01: Experimentos e materiais utilizados na realização das práticas experimentais.

EXPERIMENTOS	MATERIAL UTILIZADO
Canhão de Luz do Batman	Papelão, 1 lanterna, 1 lupa, 1 estilete, cola quente, fita adesiva e tinta preta
Superposição de feixes de luz	2 lanternas de mesma potência, papel celofane (vermelho e azul) e uma pilha
Túnel Infinito	1 espelho plano, papelão, luzes de natal (pisca-pisca) e 1 pedaço de vidro com insulfilm espelhado em um dos lados.
Verificação da Força Elétrica	Papel de seda (picotado), canudinhos de refrigerante, papel toalha e caneta esferográfica.
Gerador Elétrico	1 motor de DVD (aparelho quebrado), 2 pedaços de madeira, 2 CDs ou DVDs, Cola instantânea, pregos, elásticos de escritório, parafuso com arruela, leds, papelão ou material plástico.
Guindaste Elétrico (eletroímã)	Parafuso ou prego grande, fio fino de cobre, encapado ou esmaltado, pilha (1,5V), fita isolante, preguinhos ou cliques de metal.
Labirinto Elétrico	1 pedaço de madeira usado como suporte para pilhas, arame, fio de cobre, 2 pilhas (1,5V cada), 1 led, fita isolante, um pedaço de garrafa pet, pregos, tachinhas e parafusos.
Associação de Resistores	4 pilhas de lanterna (1,2V ou 1,5V), fio de conexão e pilhas (1,5 V) ou bateria.

Vale ressaltar que em todas as atividades os discentes construíram os artefatos para exposição, apresentaram os mesmos e explanaram os conceitos físicos correspondentes à prática experimental.

O artefato Canhão de Luz do Batman oportunizou a aprendizagem de conceitos fundamentais na Óptica, como o fenômeno de reflexão e os princípios da visão. A Figura 01 mostra a construção do projeto e a Figura 02 exibe a projeção da imagem do canhão de luz.



Figura 01 - Construção do Canhão de luz do Batman
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.



Figura 01 - Imagem projetada do canhão de luz.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.

A atividade Superposição de Feixes de Luz demonstra o fenômeno da superposição dos feixes de luz, vermelho e azul, que resultam na cor secundária magenta. Neste experimento pode ser incluído mais uma fonte de luz (verde), aumentando as cores projetadas. Conceitos físicos como a superposição dos feixes de luz, frequência e comprimento de onda das cores foram explorados e assimilados pelos discentes como evidenciado durante a apresentação pelos mesmos. A Figura 03 mostra a execução da atividade.

O projeto Túnel Infinito traz os conceitos dos fenômenos de reflexão e refração da luz e, imagens em espelho plano, como exibido na Figura 04.

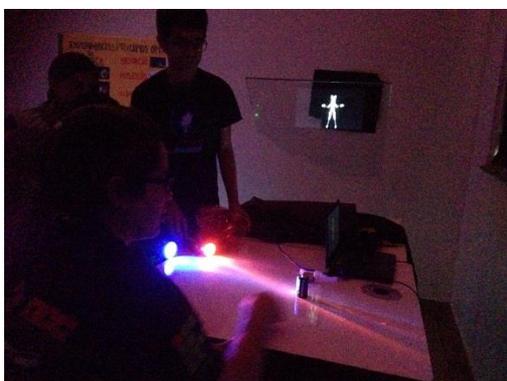


Figura 02 - Superposição de feixes de luz.
Fonte: Elize Farias, 2015.

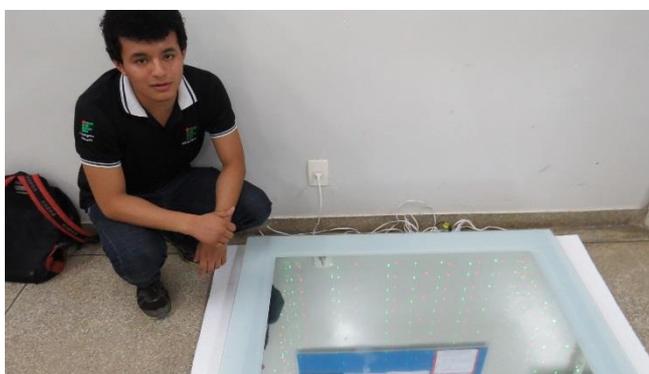


Figura 03 - Aluno e seu projeto Túnel Infinito.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.

Dentre as práticas experimentais de Eletricidade desenvolvidas pelos 3º anos, temos a Verificação da Força Elétrica que evidencia a existência de forças elétricas de naturezas atrativas e repulsivas. Para isso é necessário o aprendizado de conceitos básicos de eletricidade, como carga elétrica.

A organização dos materiais para a demonstração do fenômeno e os discentes responsáveis pelo manuseio e apresentação das atividades estão destacados nas Figuras 05 e 06.



Figura 04 - Materiais para verificação da Força Elétrica.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.



Figura 05 - Apresentação das atividades nas bancadas.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.

Outro projeto desenvolvido pelos alunos foi o Gerador Elétrico. Para a construção e apresentação do artefato, os discentes precisaram fortalecer seus conhecimentos sobre corrente elétrica e transformação de energia mecânica em energia elétrica por meio de pesquisas e orientações da professora. O resultado foi o bom funcionamento do gerador e uma aprendizagem eficaz dos conceitos abordados. A Figura 07 exibe os alunos com o Gerador Elétrico e outros materiais utilizados na exposição.



Figura 06 - Alunos com materiais utilizados na exposição de conceitos eletromagnéticos.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.

As práticas Labirinto Elétrico e Associação de Resistores destacados nas Figuras 08 e 09, trazem conceitos fundamentais da Eletrodinâmica como, corrente elétrica, resistores e resistência elétrica, tensão elétrica, associações de resistores em série, paralelo e mista. A atividade desenvolvida durante o evento foi muito dinâmica com o público presente, pois os mesmos participaram do desafio do labirinto sendo premiados caso completassem o mesmo.



Figura 08 – Aluna com experimento Labirinto Elétrico.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.



Figura 09 - Testes do experimento Associação de Resistores pelos alunos.
Fonte: Joethe Carvalho, 2015.

Durante todo o processo de desenvolvimento do trabalho, observou-se um crescente interesse dos alunos nas atividades à medida que as etapas iam se concretizando, isso refletiu na postura dos alunos até após o evento. Uma motivação e interesse pela disciplina se manteve o que contribuiu valorosamente no processo de ensino-aprendizagem em Física.

O trabalho de construção dos experimentos utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso colaborou na aprendizagem dos discentes. Por meio das demonstrações de seus artefatos tornou-se possível a verificação dos fenômenos físicos. As leis físicas e conceitos foram fortalecidos, além das equações que passaram a fazer sentido e ganharam significados.

O progresso na aprendizagem dos discentes foi observado por meio da aplicação de avaliações posteriores sobre os temas, resultando em um salto no rendimento escolar dessas turmas. Sabemos que uma avaliação tradicional não mede por completo a aprendizagem dos alunos, mas é um instrumento importante que nos permite apontar possíveis problemas e averiguar possíveis superações das insuficiências conceituais.

As atividades experimentais, oportunizaram mais que um trabalho manual de construção, mas trouxe também, o elemento colaboração, que emergiu durante a dinâmica da organização das equipes e a divisão de tarefas. Saber viver e conviver em sociedade é uma das características exigidas no mercado de trabalho vigente. Há uma conexão de nossas atribuições, vivemos em sistema produtivo que se estrutura

em *rede*, assim não basta ser especialista é preciso a integração com outras especialidades, onde cada profissional desempenha uma função que reflete no trabalho do colega.

Ao compartilharem a mesma sala de aula, os discentes do 3º ano se viram em uma situação de desequilíbrio, havia ali a necessidade de saber lidar com o momento para o bom funcionamento do trabalho. Cada bancada estava abordando um subtema da eletricidade apenas como forma de organização na apresentação dos experimentos. Entretanto os fenômenos naturais não se manifestam de maneira isolada, e sim conectados. Durante a apresentação do conceito de corrente elétrica é necessário ilustrar cargas elétricas em movimento e que a consequência desse movimento produz um campo magnético. Dessa maneira os conceitos fundamentais da Eletricidade encontravam-se presentes em todas as bancadas.

De maneira similar, os grupos que compunham as turmas do 2º ano tiveram seus conflitos internos, mesmo o trabalho em equipes foi difícil de ser executado, o individualismo é muito presente. Isso pode ser apontado como resultado de um ensino que prioriza a racionalidade e privilegia uma minoria que seja capaz de armazenar o maior número de informações. O que inibe aspectos de flexibilidade e sensibilidade nos alunos, vale dizer que esse ponto não é observado apenas nos alunos, mas também em muitos docentes.

Apesar das dificuldades encontradas, o trabalho foi desempenhado de maneira satisfatória, todos os processos foram realizados e os experimentos apresentaram boa qualidade estética, uma preocupação dos discentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto, aponta-se a prática de atividades experimentais como uma estratégia importante em colaboração ao processo de ensino-aprendizagem em Física. A utilização de experimentos em sala de aula ou em laboratório apresentam-se como materiais potencialmente significativos contribuindo para uma aprendizagem eficaz dos conceitos científicos, fortalecendo assim sua estrutura cognitiva.

É importante considerar o aluno como centro do processo educacional, relevando suas experiências e oportunizando aos discentes um contato mais

estreitado com o conhecimento, sensibilizando-os à tornarem-se responsáveis pela construção de seu desenvolvimento cognitivo, dessa forma, o trabalho com as atividades experimentais visa alcançar uma relação mais íntima do discente com o objeto de conhecimento.

Além do fortalecimento dos conceitos científicos, as ações mediadas pelas práticas experimentais oportunizaram os discentes o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para vida em sociedade. Trouxeram cenários de interação entre pessoas, do ambiente coletivo repleto de relações construídas historicamente ao longo do tempo, onde ao discente coube a competência de saber posicionasse frente aos diversos conflitos naturais das relações humanas.

A aplicação de diferentes metodologias pelos professores pautada em um bom planejamento orientado por ações didáticas que envolvam os alunos no processo de ensino-aprendizagem é essencial para uma aprendizagem significativa de conceitos e atividades.

O processo de ensinar e aprender é um caminho longo e contínuo. Na disciplina de Física esse trajeto tem se apresentado como um desafio. O presente relato espera contribuir com a prática docente tanto na ciência Física quanto nas demais ciências naturais. Por meio das atividades experimentais, professores e alunos podem elaborar novas estratégias metodológicas, construindo, reconstruindo ou adaptando artefatos que demonstrem fenômenos e modelos científicos necessários a compreensão da natureza.

5 REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Mestre Jou, 1970.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira., ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

ARAÚJO, Renata R. de. **Os paradigmas da ciência e suas influências na constituição do sujeito: a intersubjetividade na construção conhecimento**. 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/zz66x/pdf/camargo-9788579831263-07.pdf>>. Acesso em: 30/08/2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PRADO, Fernando Leme do. **Metodologia de Projetos.** São Paulo: Saraiva, 2011.
REIS, Elival Martins.; SILVA, Otto H. M. Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino de Física. **Caderno Intersaberes.** v. 1, n. 2, p.38-53, 2013. Disponível em: <<https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/intersaberes/article/download/100/91>>. Acessado em: 18/09/2017

SÉRÉ, M. G. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: Acessado em: 18/09/2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560>>. Acessado em: 18/09/2017.

SOUZA, Inês Moraes; CARVALHO, Marcelo Alves de. Experimentos de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE - Cadernos PDE.** v.1, 2014. Disponível: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_fis_artigo_ines_morais_de_souza.pdf>. Acessado em: 20/09/2017.