



Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão
Instituto de Física e Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Aline Pereira do Nascimento

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Mauro Antonio Andreatta

Catalão - GO
Dezembro de 2015

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Aline Pereira do Nascimento

Orientador:
Mauro Antonio Andreata

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr. Mauro Antonio Andreata (Presidente)

Profa. Dra. Cassia Alessandra Marquezin

Prof. Dr. Eduardo Sérgio de Souza

Prof. Dr. Marcionilio Teles de Oliveira Silva

Catalão - GO
Dezembro de 2015

Ficha catalográfica

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado momentos que posso dizer que foram como milagres em minha vida.

Ao professor Mauro Antonio Andreata, pela dedicação e paciência demonstrada durante a orientação deste trabalho, pois mesmo sem me conhecer aceitou ser meu orientador. Pelos incentivos, cobranças e sugestões, pois foram eles que constantemente indicaram o rumo a ser seguido e permitiram a conclusão deste trabalho.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFG – Regional Catalão, por partilharem seus conhecimentos.

Aos colegas da turma MNPEF/2013, pelo companheirismo, discussões, momentos de estudo, confraternização e pelo apoio que encontrei nos momentos difíceis.

À minha colega de turma Magda Cardoso por dividir comigo sua companhia durante as viagens à cidade de Catalão e, pelo pouso em sua casa em Goiânia, pela acolhida carinhosa e generosa no âmbito de sua família.

À Escola Municipal Alessandro Miguel, pelo apoio e participação na aplicação desta proposta.

Aos meus pais por não medirem esforços para me proporcionar uma educação de qualidade, por me oferecerem um ambiente de compreensão, acolhimento e segurança. Que sempre me impulsionam em direção às vitórias dos meus desafios.

Aos meus irmãos Marcelo e Denilson e sobrinhos Carolliny, Victor Hugo e também ao pequeno Eduardo, cujo carinho e apoio foram fundamentais para que eu conseguisse terminar de escrever essa dissertação.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão da bolsa.

RESUMO

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Aline Pereira do Nascimento

Orientador: Mauro Antonio Andreata

Neste trabalho, relatamos como foi recebida a utilização de experimentos de baixo custo, nas aulas de Ciências, pelos alunos do nono ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Alessandro Miguel, em Inhumas/GO. Os alunos do Ensino Fundamental têm dificuldades em compreender os fenômenos físicos apresentados em aulas expositivas, verbalistas e teóricas, e não conseguem relacioná-los com situações reais do nosso cotidiano. A estratégia de ensino foi desenvolver experimentos de baixo custo buscando criar um ambiente estimulador do pensamento reflexivo, o qual, segundo Dewey é a melhor maneira de pensar, inserindo o conteúdo no cotidiano dos alunos para diminuir a separação entre a vida e a escola. Verificamos que, unindo a teoria e a prática, os alunos conseguiram entender melhor os conceitos físicos. Além disso, os educandos se mostraram bastante entusiasmados e interessados por aulas mais dinâmicas, aulas “teórico-práticas”.

Palavras-chave: Ensino Fundamental, pensamento reflexivo, contextualizar.

Catalão - GO

Dezembro de 2015

ABSTRACT

TÍTULO

Aline Pereira do Nascimento

Supervisor: Mauro Antonio Andreata

In this paper, we report how it was received the use of low cost experiments, in Science classes, by students from the ninth grade of Elementary School Alessandro Miguel, in Inhumas / GO. The Elementary School students have difficulty to understand the physical phenomena presented in expositive classes, verbal and theoretical, and can not relate them to real situations of everyday life. The teaching strategy was to develop low cost experiments seeking to create a stimulating environment of reflective thinking, which, according to Dewey, is the best way of thinking We verified that, by joining theory and practice, students were able to better understand the physical concepts. In addition, the students proved very enthusiastic and interested in more dynamic classes, "theoretical-practical" classes.

Keywords: Elementary School, reflective thinking, contextualize.

Catalão - GO

December, 2015

Sumário

Introdução.....	08
Capítulo 1 – Fundamentação Teórica.....	12
1.1 – John Dewey (1859-1952) – um breve histórico.....	12
1.2 – A filosofia e a pedagogia de Dewey.....	13
1.3 – O pensamento reflexivo.....	16
1.4 – A Escola Tradicional e a “Escola de Dewey”.....	18
1.5 – Atividades experimentais no ensino de Ciências.....	21
1.6 – Contexto histórico do emprego da experimentação no ensino de Física.....	23
1.7 – Formando aluno como sujeito.....	28
1.8 – Passos no processo de ensino-aprendizagem.....	30
1.9 – Passos para uma aprendizagem significativa.....	31
Capítulo 2 – Metodologia.....	37
2.1 – Elaboração da Apostila Didática.....	37
2.1.1 – Instrumentos da pesquisa e coleta de dados.....	46
2.1.2 – Critérios de escolha e definição onde seria executado o produto.....	46
Capítulo 3 – Detalhamento do Produto e da sua Aplicação.....	49
3.1 – Detalhamento das Atividades Elaboradas e do Produto.....	49
3.1.1 – Escolha dos temas para aplicação do Produto.....	49
3.1.2 – Atividades de aplicação do produto em sala de aula.....	50
Considerações Finais.....	57
Referências.....	59

Introdução

Durante sua vida escolar, um dos autores (Aline) não se recorda de uma única atividade experimental realizada em sala de aula. Recorda somente dos momentos em que a escola promovia Feiras de Ciências, momento em que, junto com seu irmão montava experimentos com o intuito de participar de tal evento, o qual raramente ocorria na escola. Já na graduação, as atividades desenvolvidas foram sempre com caráter comprobatório, mera ilustração para as formulações teóricas apresentadas, seguindo roteiros estruturados que não permitiam qualquer variação, qualquer mudança dos objetivos descritos. E nas suas experiências em sala de aula, procurou apresentar a Física de forma mais contextualizada, nos exemplos, nos exercícios e problemas e também com auxílio de algum experimento. Porém, a realidade se mostrou complexa. Há sempre a pressão em se escolher entre aulas experimentais e aulas mais tradicionais (com exposição do conteúdo, resolução de exercícios e problemas, aplicação de provas, simulados, dentre outras coisas), e a escolha na maioria das vezes é a favor do ensino mais tradicional.

Não dá para ficar disputando entre qual será melhor, aulas experimentais ou aulas tradicionais. Sabemos dos inúmeros problemas visíveis nas escolas, como: a falta de tempo do professor, com sua excessiva carga horária; o desinteresse dos estudantes, e sua indisciplina escolar; as metas a serem atingidas, como aumentar as aprovações nas mudanças de séries e aumentar o ingresso dos estudantes em universidades. Por isso a ideia de incluir aulas experimentais, sem o formalismo de um laboratório, em aulas consideradas tradicionais. O aluno deve aprender tanto em aulas tradicionais quanto em aulas que envolvam experimentos.

Em algum momento ele tem que aprender o conteúdo, as fórmulas e equações, resolver exercícios, mas tem que haver o momento onde ele participa da aula de forma ativa, dando opinião, levantando hipóteses, discutindo a teoria aprendida. E em aulas assim que aulas experimentais se encaixam bem.

Mas aulas experimentais acabam não alcançando o efeito desejado quando apresentada somente para realizar demonstrações de fenômenos. O aluno tem a necessidade de se expressar, expor suas ideias, opiniões, questionar fatos, levantar

hipóteses, discutir com os colegas. E ao participar de aulas experimentais, onde durante as aulas eles podem ir muito além de apenas comprovar o que havia sido estudado anteriormente é muito satisfatório e mais significativo o ensino. Na educação não podemos definir o ensino como o certo ou o errado, mas podemos verificar o adequado ou inadequado para o alcance de determinados propósitos. Devemos ter consciência da existência de diferentes abordagens que conduzem as nossas ações em sala de aula, seguindo propósitos que podem ser fundamentados teoricamente.

O presente trabalho busca mostrar o desenvolvimento do produto educacional produzido, como proposta associada à utilização de atividades experimentais nas aulas de Física, na forma de apostila didática.

Foram elaborados kits experimentais de baixo custo e material textual de apoio, buscando que, alunos do nono ano do Ensino Fundamental nas aulas de Ciências pensem de forma crítica e reflexiva, e aumente o seu interesse para com a disciplina.

O trabalho foi desenvolvido preparando uma apostila didática para estudantes de Ensino Fundamental. E aplicando o produto nas aulas de Ciências com a utilização de dois experimentos de baixo custo (Placas de Magdeburg e Ebulidor de Franklin) pelos alunos do nono ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Alessandro Miguel, em Inhumas – GO, observamos e analisamos de forma qualitativa as suas reações durante as atividades propostas onde para os quais foram apresentados experimentos físicos contextualizados, fabricados com materiais de baixo custo. A partir disso relatamos como foi recebida a utilização dos experimentos pelos estudantes.

A investigação é qualitativa descritiva, “os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números” (BOGDAN; BIKLEN, 1994), com o aluno como o instrumento principal e os acontecimentos durante a aula a fonte direta dos dados, isso permite uma maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes.

As atividades realizadas nesta pesquisa foram justificadas a partir das ideias desenvolvidas pelo filósofo, psicólogo e pedagogo americano John Dewey (1859-1952).

Durante todo o mestrado participamos de diversos eventos e também apresentamos nosso trabalho como forma de aperfeiçoar e divulgar nossa pesquisa. Tais eventos foram:

- 11º CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (UFG), novembro de 2014. Apresentação de Pôster / Painel com título: *Experimentos de baixo custo no ensino de Física na educação básica*. Anais do evento disponível em: http://eventos.ufg.br/SIEC/portalproec/sites/site5801/site/artigos/10_seminario-mestrado/10_seminario-mestrado.pdf, p. 1194-1198.
- II Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e inovação da Regional Catalão, dezembro de 2014. Apresentação Oral com título: *Experimentos de baixo custo no ensino de Física na educação básica*. Trabalho que compõe o livro: Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - vol. 4, disponível em: <http://blucheropenaccess.com.br/issues/details/11>, p. 297-307.
- II Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e inovação da Regional Catalão, dezembro de 2014. Coautora no trabalho com título: *Física no Ensino Fundamental: microscópio de gota de água*. Apresentação Oral de Magda Oliveira Cardoso Martins com orientação de Eduardo S. de Souza. Trabalho que compõe o livro: Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - vol. 4, disponível em: <http://blucheropenaccess.com.br/issues/details/11>, p. 318-330.
- XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, janeiro de 2015 em Uberlândia-MG. Participação no curso: *Unidade Didática de Ensino (UDE) para Ensino de Física com base na Teoria da Aprendizagem Significativa*.
- 1º Workshop do MNPEF - SBF do Grupo I (UnB, UFG, UFMT, UFAM/ IFAM, UNIR e UFES), maio de 2015 em Brasília-DF. Apresentação de Pôster / Painel com título: *Experimentos nas Aulas de Ciências*. Participação nos minicursos: *História e Epistemologia da Física e Diagrama V como Instrumento de Estruturação e Acompanhamento de uma Investigação*.
- I CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (REGIONAL CATALÃO - UFG) e III Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e inovação da

Regional Catalão, junho de 2015. Apresentação Oral com título: *O pensamento reflexivo e experimentos nas aulas de Física*. Anais do evento disponível em: <http://conpeex.catalao.ufg.br/up/803/o/Parte2.pdf>, p. 257-26.

- II Semana da Física e II Workshop de Pós-Graduação da Regional Catalão – UFG, em outubro de 2015. Apresentação Oral com título: Contextualização da Física com de Kits Experimentais de Baixo Custo.
- 12º CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (UFG), outubro de 2015. Apresentação de Pôster / Painel com título: Experimentos de Física como Estratégia de Ensino para o Pensamento Reflexivo. Anais do evento até o momento não estão disponíveis para divulgação.
- 12º CONPEEX - Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão (UFG), 2015. Física no Ensino Fundamental: Microscópio de Gota de Água. Coautora no trabalho com título: *Física no Ensino Fundamental: microscópio de gota de água*. Apresentação de Pôster / Painel de Magda Oliveira Cardoso Martins com orientação de Eduardo S. de Souza. Anais do evento até o momento não estão disponíveis para divulgação.

Estrutura do trabalho consiste no Capítulo 1 onde apresentaremos uma revisão bibliográfica sobre o assunto proposto, abordaremos temas como: o pensamento reflexivo, a Escola Tradicional e a Escola de Dewey, a inserção de atividades experimentais no ensino de Ciências e finalizando o capítulo com a relação entre professores e alunos.

Na sequência, no Capítulo 2, realizamos a elaboração da Apostila Didática, escolhemos os temas para iniciar a confecção dos kits experimentais e descrevemos os materiais utilizados na construção dos kits. Como foi realizada a coleta dos dados e quem foi o público da pesquisa onde executamos o produto.

No Capítulo 3 mostramos como foi realizadas as atividades em sala de aula e a inserção do produto como objeto de ensino, a recepção dos alunos diante dos materiais confeccionados, tantos os kits experimentais como o material impresso, a participação, interesse e motivação durante as aulas. Por último, temos as considerações finais sobre todo o trabalho.

Capítulo 1 – Fundamentação Teórica

Nesse capítulo, apresentaremos algumas considerações sobre o filósofo John Dewey, com um breve histórico de sua trajetória filosófica e pedagógica, algumas características de sua pedagogia. Como o aluno que é valorizado e motivado torna-se capaz de pensar reflexivamente, exporemos o pensamento reflexivo como a melhor maneira de pensar, algumas sugestões e técnicas a serem adotadas e usadas para a construção do conhecimento. Compararemos de forma breve a Escola Tradicional e a Escola de Dewey.

Em seguida falaremos sobre as atividades experimentais no ensino de Ciências, com um breve histórico da experimentação desde o início do século XIX, com erros e acertos no uso dessa forma de ensino. E finalizaremos falando da prática educativa na formação do aluno como sujeito e a importância da atuação do professor no processo educativo.

1.1 – John Dewey (1859-1952) – um breve histórico

John Dewey (Figura 1) nasceu em 20 de outubro de 1859 em Burlington, Vermont (Estados Unidos) e faleceu a 1 de junho de 1952 em Nova York. cursou os três graus de ensino na cidade natal, fez doutorado em Filosofia na Universidade de Johns Hopkins, em Baltimore. Sua carreira, como professor universitário, começou em 1884, no Michigan, continuando-a em 1894 na Universidade de Chicago, onde fundou a escola primária experimental, e acabando-a no Teachers College da Universidade de Columbia, em Nova York entre 1905 à 1930. Apesar das viagens que fez a Inglaterra, Rússia, Turquia, Japão e México terem interrompido temporariamente sua docência nos Estados Unidos, lhe proporcionou experiência direta da situação mundial (DEWEY, 1979, p. XI).



Figura 1 – John Dewey¹.

Em 1897, publica *O meu credo pedagógico*, em 1899, *A escola e a sociedade*, depois, em 1910, *Como pensamos*, em 1916, *Democracia e educação*. No pós-guerra, iniciou uma série de viagens em diversos países e o seu pensamento filosófico e pedagógico se difunde e se afirma como um dos instrumentos mais eficazes para enfrentar e superar a crise pós-bélica. Já nas décadas de 1920 a 1930, expõe o seu pensamento através de uma série de obras teóricas e políticas: *A filosofia em reconstrução* (1920), *Experiência e natureza* (1925), *A procura da certeza* (1929), *A arte como experiência e Uma fé comum* (1934), *Lógica, a teoria da investigação* (1938), e *Teoria da avaliação* (1939), depois, em 1946, escreve *Problemas de todos*. Em 1949, publica a última grande e original obra teórica *Conhecimento e transação*. Morre em Nova York, em 1952 (CAMBI, 1999, p. 547).

1.2 – A filosofia e a pedagogia de Dewey

Sua filosofia é articulada em torno de uma “teoria da experiência”, o intercâmbio ativo entre o sujeito e a natureza, o pensamento é o meio de reconstrução de um equilíbrio, que pode ser submetido a novas crises e novas buscas de ulterior equilíbrio. Considera o homem a “inteligência criativa”, ao qual é confiado o desenvolvimento e o controle da experiência, mediante o uso da lógica, definida como “teoria da pesquisa”, caracterizada pelo método científico e pelos princípios da experimentação, da generalização e da hipótese, da verificação (CAMBI, 1999, p. 548).

¹ Biografias e Vidas. John Dewey. Disponível em: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/d/dewey.htm>> Acesso em: 12/04/2015.

O pensamento de Dewey era relacionado à grande transformação social e cognitiva do século XX, com a possibilidade de um preciso controle social exercido através da educação. Um pensamento ligado à industrialização, à difusão da ciência, ao advento da sociedade de massa e ao desenvolvimento da democracia (CAMBI, 1999, p. 548).

A pedagogia de Dewey tem como características: 1. inspirada no pragmatismo e portanto num permanente contato entre o momento teórico e o prático, de modo tal que o “fazer” do educando se torne o momento central da aprendizagem; 2. estar entrelaçada intimamente com as pessoas das ciências experimentais, às quais a educação deve recorrer para definir corretamente seus próprios problemas e, em particular a psicologia e à sociologia. 3. empenhada em construir uma filosofia da educação que assume um papel muito importante também no campo social e político, enquanto a ela é delegado o desenvolvimento democrático da sociedade e a formação de um cidadão dotado de uma mentalidade moderna, científica e aberta à colaboração (CAMBI, 1999, p.549). Estas características são um modelo-guia para o movimento da “escola ativa”, que desde o final do século XIX até os anos de 1930, Europa e América teve um florescimento de posições teóricas e de iniciativas práticas destinadas a valorizar a criança como protagonista do processo educativo, colocando-a no centro de toda iniciativa didática, opondo-se às características mais autoritárias e intelectuais da escola tradicional.

Para a pedagogia de Dewey o aluno é tido como peça fundamental, deve ser valorizado, motivado a construir formas organizadas de pensamentos que o levem a outros conhecimentos, a uma aprendizagem que seja eficaz e cause prazer nos estudantes, que o ensino mantenha o contato entre a teoria e a prática. Eles não podem enxergar a Ciência como algo inacessível. Em contato com a experimentação eles têm a possibilidade de compreensão contextual, observar e comprovar teorias, entender o mundo que o cerca, e também tornar cidadãos com mentalidade moderna, científica e aberta a colaborar com a sociedade.

A Escola Ativa é um dos termos mais apropriados para a Escola Nova. Outro termo usado é Escola Progressista. Apesar de muitas críticas, muitos ideais desse movimento são relevantes à educação. Algumas das críticas foram: não exigir nada

do aluno; abrir mão de conteúdos tradicionais e de acreditar ingenuamente na espontaneidade dos alunos; não modificou de forma significativa as escolas, não alterando o cotidiano escolar. Mas essas críticas são válidas para interpretações distorcidas do ideal do movimento, já que mesmo com ideais ultrapassados e até considerados ingênuos, seus autores servem como inspiração pedagógica. Como Dewey que tinha como principal objetivo pedagógico educar a criança como um todo, com crescimento físico, emocional e intelectual.

Uma característica comum e dominante das chamadas Escolas Novas, difundidas na Europa e nos Estados Unidos, é identificada no recurso à atividade da criança. A infância era considerada como uma idade pré-intelectual e pré-moral em que os processos cognitivos estão envolvidos com a ação e o dinamismo motor e psíquico da criança. Na base desse modelo de “Escola Nova” existe um ideal comum de educação ou “escola ativa”, uma voz de protesto contra a sociedade industrial e tecnológica no início do século XX, com a ideologia de cidadãos com participação ativa na vida social e política (CAMBI, 1999, p. 514)

Dewey foi que promoveu o modelo mais significativo nos Estados Unidos, considerado o teórico mais ilustre da educação nova, pela riqueza e rigor filosófico do seu pensamento (CAMBI, 1999, p. 527). Com modelo mais rico e duradouro, ligado a uma renovação da escola, a uma pedagogia que teoriza e atua fazendo uma precisa direção política e cognitiva.

Considerado o maior pedagogo do século XX, o pensamento de Dewey difundiu-se no mundo inteiro. Além de grande pedagogo, teórico e prático, foi também um grande filósofo. Nutrido pelas diversas ciências da educação, experimentalista mais crítico da educação nova, intelectual mais sensível ao papel político da pedagogia e da educação vistas como chaves mestras de uma sociedade democrática (CAMBI, 1999, p. 546).

A pedagogia de Dewey, dedicada a problemas educativos, se caracteriza assim: inspirada no pragmatismo e portanto, num permanente contato entre o momento teórico e o prático, de modo tal que o “fazer” do educando se torne o momento central da aprendizagem; entrelaçada intimamente com as pesquisas das ciências experimentais, às quais a educação deve recorrer para definir corretamente

seus próprios problemas, e, em particular, à psicologia e à sociologia; empenhada em construir uma filosofia da educação que assume um papel muito importante também no campo social e político, enquanto a ela é delegado o desenvolvimento democrático da sociedade e a formação de um cidadão dotado de uma mentalidade moderna, científica e aberta à colaboração (CAMBI, 1999, p. 549).

1.3 – O pensamento reflexivo

Para John Dewey não há como forçar alguém a pensar, mas podem-se indicar as várias maneiras pelas quais o homem possa pensar. E cada um, ao compreender quais as melhores maneiras de pensar, mudará as suas próprias maneiras até que se tornem mais eficientes. E para Dewey a melhor maneira de pensar é o chamado pensamento reflexivo. Segundo ele, o pensamento reflexivo “é a espécie de pensamento que consiste em examinar mentalmente o assunto e dar-lhe consideração séria e consecutiva” (DEWEY, 1979, p. 13). Ele faz uma distinção entre o ato de apenas pensar e o ato de pensar reflexivamente, sendo a segunda proposta de pensamento a mais correta.

Podemos dizer que o pensamento reflexivo é o pensar no pensamento que se tem, o pensamento pode ser próprio ou pode ser a partir de ideias adquiridas, o importante é a reflexão deste pensamento, sendo crítico e criativo, buscando novas alternativas, para a construção ou reconstrução do conhecimento.

As propostas pedagógicas de Dewey questionam o modelo tradicional, no século XX, colocando o aluno no centro do processo pedagógico. E o aluno deverá construir o seu conhecimento fazendo uso de uma prática educativa fundamentada, tendo pensamento reflexivo, não agindo pelo impulso, pela tradição. Hoje a informação é rápida e de fácil acesso e estimula o pensamento de várias maneiras, mas apenas de caráter informativo, pois mesmo com tanta informação, muitas até relevantes, em sua maioria não conduzem ao entendimento, crítico da realidade.

Ao se ter um pensamento reflexivo, espera-se chegar a uma conclusão, como se fosse encontrada uma solução, um esclarecimento de algo que estava obscuro e que, mediante o pensamento, foi esclarecido ou solucionado. A reflexão é movida pela necessidade de se solucionar alguma coisa.

Alguma técnica sugerida a serem adotadas e usadas: o *espírito aberto*. Atitude definida livre de preconceitos dispendo a mente a novos problemas e novas ideias, não se referindo a espírito vazio, mas ativo a receber novos temas, fatos, questões. Alterar velhas crenças, superar medos inconscientes que barram novas ideias não é fácil, mas se faz necessário, antes que o espírito seja enclausurado, impedindo o acesso a novas concepções, a novos contatos intelectuais que promovem a aprendizagem (DEWEY, 1979, p. 39). Essa técnica deve desacomodar o espírito para que haja uma condição para o pensamento intelectual livre de barreiras e preconceitos que condicionam o espírito a não ter liberdade, restringindo o conhecimento. Não sendo uma defesa ao senso comum, mas uma instigação ao diálogo, o uso da experiência adquirida e vivida sem limitações ou preconceitos na aquisição do conhecimento.

Outra técnica adotada é *de todo coração*, ou interesse adquirido, quer dizer em alguém que esteja absolutamente interessado em determinado objeto, em determinada causa atira-se de todo coração. O maior inimigo do pensamento eficiente é o interesse dividido, e infelizmente o aluno presta uma atenção externa, ao professor, ao livro, à lição, sente-se obrigado a estudar porque precisa responder a perguntas, passar em exames dentre outras coisas, não é a matéria que o retém pelo seu próprio poder (DEWEY, 1979, p. 40).

Os professores que se dedicam ao ensino vivem na busca individual para que seus alunos, mesmo os que possuem alguma dificuldade de aprendizado, prestem atenção no que é exposto a eles. Mas não é fácil reter toda a atenção do aluno em sala de aula, e é um desafio a muitos professores superar esse obstáculo, e como proceder na obtenção da atenção dos alunos, para que estejam concentrados no que é realizado em sala de aula Dewey sugere: “Quando alguém é absorvido, o assunto o transporta” (DEWEY, 1979, p. 40). E o aluno precisa mesmo de ser absorvido pelo conteúdo apresentado, para que ele possa de forma espontânea construir o seu conhecimento, através de questionamentos, trazendo sugestões de algo que já viu ou estudou, ou pesquisou.

E concluindo esta segunda técnica apresentada por Dewey, ele finaliza com o seguinte: “O entusiasmo genuíno é atitude que opera como força intelectual. O professor que desperta tal entusiasmo em seus alunos conseguiu algo que nenhuma

soma de métodos sistematizados, por corretos que sejam, poderá obter” (DEWEY, 1979, p. 40).

Esse entusiasmo é uma junção da dinâmica utilizada pelo professor com a assimilação do aluno diante da matéria que lhe é apresentada, e essa assimilação do aluno é na verdade o método de aprendizado de que ele faz uso para sintetizar e processar antigas ou novas informações que lhe são necessárias para a aquisição do conhecimento crítico. E há vários meios que podem ser utilizadas para tornar as aulas menos entediantes e mais dinâmicas. Seja através de objetos, cartazes ilustrativos, ou experimentos físicos, o importante é prender a atenção dos alunos em aulas dinâmicas que necessitam da participação deles como elemento fundamental, e que possam relacionar o que lhes é ensinado com o cotidiano em que vivem.

Finalizando as técnicas com a que Dewey chamou de *responsabilidade* ela é concebida mais como um traço moral do que recurso intelectual. Contudo, segundo Dewey: “é uma atitude necessária para a conquista de uma base adequada ao desejo de novos pontos de vista e novas ideias, bem como para conquista do entusiasmo pela matéria, da capacidade de absorvê-la” (DEWEY, 1979, p. 40).

Mas o que seria a responsabilidade intelectual? Os professores são exemplos de intelectualmente responsáveis, pois tem a função de clarear as ideias dos alunos para que estes se sintam motivados a buscar fora da escola conteúdos e que, consigam relacionar com o que aprenderam em sala de aula. Devem saber informar de forma transparente, sem contradições ou falta de conexão com a realidade dos alunos, fazendo com que seus alunos também sejam responsáveis intelectualmente, que aprendam a refletir sem discriminação ou preconceitos os assuntos que lhes são apresentados.

1.4 – A Escola Tradicional e a “Escola de Dewey”

A pedagogia tradicional fundamenta-se num olhar estático a respeito do educando (LUCKESI; 2011, p. 21). A relação entre professor e aluno era autoritária por parte do professor, onde somente ele possuía o conhecimento, era o centro da aula e a função do aluno era apenas aprender. Hoje há diferenças entre o ato de dar aulas e o ato de ensinar. No ato de dar aula, espera-se que os participantes (os

alunos), aprendam, e no ato de ensinar, deseja-se que eles aprendam e, por isso, investe-se na busca desse resultado. E como podemos investir na rotina diária dos alunos? Realizar trabalhos em grupo, ou individual, realizar atividades diferenciadas como laboratórios, teatros, quadra, jogos didáticos, dança, música, dentre outros, tornando a aula diferente e prazerosa. No caso do ensino de Física, podem ser feitas aulas de laboratório e, como nem todas as escolas têm recursos para suprir esta necessidade, o professor tem a opção de elaborar experimentos com materiais de baixo custo, de fácil construção e fácil acesso dos materiais. Um dos principais pontos é a criatividade do professor para lidar com esse tipo de situação.

A Tabela 1 a seguir mostra algumas características consideradas mais relevantes sobre a Escola Tradicional e a Escola de Dewey, onde destacamos o papel do professor, do aluno e o conhecimento.

Modelo de Escola Tradicional	Modelo de Escola de Dewey
O professor é o mestre do saber.	O professor deixa de ser o centro e passa a ser uma espécie de guia, de motivador, orientando, informando os melhores caminhos para o aprendizado.
O aluno passivo com a função de memorizar e reproduzir o que era ensinado pelo professor ou livro didático.	O aluno mais participativo, curioso, interessado e motivado, acreditando-se na capacidade que o estudante já possuía. Ao desenvolver o pensamento, o aluno será capaz de construir seu próprio conhecimento.
O mestre tendo a obrigação de seguir a sequência didática imposta à escola e repassá-la a seus alunos	Dados e informações são transferidos, o conhecimento já não o pode ser. Ninguém transfere conhecimento.

Tabela 1 – Características da Escola Tradicional e da Escola de Dewey.

Dewey se apresentava contrário às ideias da chamada Escola Tradicional. Com método de instrução autoritário, centrado no mestre, tinha cinco fases onde o

mestre sempre era o indicador, desenvolvia alguma verdade preconcebida, tirada do depósito do saber, o mestre era o monarca da sala de aula. A submissão e a obediência ao seu ditame eram virtudes escolares mais importantes que a iniciativa e a independência do aluno (BRUBACHER, 1978, p. 285). O aluno não era considerado, neste padrão de escola, este modelo de ensino tinha como exclusivo objetivo a sujeição do aluno ao que lhe era imposto. O professor era o centro, o protagonista do saber, o dono do conhecimento, os alunos apenas obedeciam ao que lhe era ordenado.

A “Escola de Dewey” partia das atividades comuns nas quais a criança estava imediatamente envolvida. Defendia que a educação deveria ajudar a resolver os problemas suscitados pelos contatos recorrentes com o meio físico e com o meio social. A maior parte desses contatos vinha da casa e da comunidade e, diante disso, Dewey fazia questão que a escola fosse prolongamento simplificado e ordenado dessas situações sociais. Para isso, a “Escola de Dewey” partia das capacidades e das tendências presentes da criança, a leitura e a escrita eram encaradas estritamente como instrumentos (BRUBACHER, 1978, p. 286).

No fim do século XIX, Dewey pretendia acabar com o divórcio entre o saber e sua aplicação, pois para ele nenhuma instrução poderia ter êxito separando o saber e o fazer. E cada criança tinha sua parte, cada uma o seu próprio trabalho, e com a missão de se dividir o trabalho, era desenvolvido na criança o sentimento de cooperação mútua e o sentimento de trabalhar de maneira positiva para a comunidade (BRUBACHER, 1978, p. 287). A ordem e a disciplina surgiam do respeito que a criança adquiriu no trabalho que efetuava, o professor deixou de ser o centro e agora o aluno passa a fazer parte do momento escolar como peça principal, e desenvolve atividades escolares e atividades exteriores com responsabilidade moral dentro e fora da escola. Mas o professor deixando de ser o centro não quer dizer que ele está fora do processo de construção do conhecimento. Como já foi dito, o professor deixa de ser o centro para se tornar a pessoa que direciona, motiva, informa ao aluno a melhor forma para adquirir conhecimento.

Espera-se que a criança tenha liberdade de escolher e de controlar o desenrolar futuro, ao aprender a antecipar, pela imaginação, possíveis resultados do objeto de estudo. E, após haver feito a escolha, terá meios de apreciar se as

circunstâncias vão lhe favorecer ou entravar o projeto a ser realizado (BRUBACHER, 1978, p. 290). A vantagem de se escolher e controlar o desenrolar do futuro aprendizado ajudará na ordem na qual cumprir para se aprender.

Outro critério proposto por Dewey é para um fim educacional que continue flexível. Se os fins antecipam o futuro, e o futuro está cercado de incerteza, aquele que aprende deve propor seus fins como simples tentativas. Mas o que acontece são professores que impõem as crianças fins educacionais sem sequer consultá-las. Privando-as de poderem prever o possível fim, guiando o que eles fazem, o mestre comanda a atividade, impondo de forma inflexível um possível resultado.

1.5 – Atividades experimentais no ensino de Ciências

Apesar da atividade experimental no ensino de Física ser fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos, esta prática ainda é muito rara por parte dos professores, mesmo com tantas opções de experimentos disponíveis nessa área.

Após realizarem alguma atividade experimental, muitos professores se limitam a acrescentar alguns pontos na nota dos alunos, fazendo do experimento apenas instrumento do processo avaliativo dos alunos, sem maiores exigências ou cobranças no sentido de discutir os fenômenos físicos ocorridos no experimento, relacioná-los com situações vividas ou observadas por eles através dos meios de comunicação como televisão, internet, dentre outros. Há professores que passam todo o ano letivo sem apresentar ou propor atividades experimentais. Com o tempo curto para o cumprimento do currículo previsto, as atividades experimentais são as primeiras a serem cortadas nas escolas.

Muitos professores, quando questionados sobre a forma como vem sendo trabalhado o ensino de Física nas escolas, se mostram insatisfeitos, e de acordo com Gaspar (2014, p. 8), raramente esta insatisfação se materializa em alguma ação ou mesmo reivindicação, há um conformismo ou passividade que impedem a implantação de alguma mudança. E, quando questionados sobre essa postura de passividade e conformismo, a maioria dos professores aponta principalmente quatro grandes deficiências estruturais das escolas:

- Falta de material e de equipamentos.

- Falta de local adequando para realizar as atividades.
- Falta de tempo para o seu preparo.
- Número insuficiente de aulas na carga horária.

Há quem reconheça o próprio despreparo para realizar atividades experimentais, decorrente de uma deficiência durante a formação acadêmica. A existência de outras dificuldades mais relevantes, as de natureza pedagógica, sendo talvez a verdadeira ou principal causa da precariedade da prática experimental nas escolas.

Professores, ao selecionar e resolver exercícios ou problemas e ao avaliar a competência de seus alunos na resolução destes, não costumam ter dificuldades, mas ao se tratar de atividades experimentais, a situação é diferente. Há dificuldades em encontrar atividades relacionadas a todos os tópicos exigidos do currículo. E, quando existem condições estruturais, há alguns conteúdos que não permitem a realização de experimentos em sala de aula ou laboratórios escolares.

Conforme Gaspar (2014, p. 9), para a maioria dos conteúdos existem atividades experimentais, e o acesso a esses materiais não são difíceis, hoje é fácil encontrar livros e sites que tratam exclusivamente de experimentos de Física, mas quando se observam pesquisas sobre ensino de Física, a frequência do uso de atividades experimentais é baixa. Diante destas constatações, ele afirma que um fato: os obstáculos que dificultam e desestimulam o emprego de atividades experimentais são de natureza pedagógica, independente das dificuldades estruturais ou do despreparo dos professores.

Todos nós vivemos em grupos, com nossa atenção ao mundo voltada a um misto de interesses pessoais e sociais. Relacionamentos que tivemos com outras pessoas na infância e na fase adulta, no ambiente de trabalho, são determinantes para o desenvolvimento da capacidade de entendimento, para aprendemos a lidar com o aspecto humano do mundo cotidiano.

Para Pietrocola (2005, p. 11), a escola faz parte da elaboração da transmissão das formas de entendimento, de todo o tipo de conhecimento sistematizado socialmente, do que transcende o dito senso comum, tudo isso fica a cargo da escola. E o mundo físico está intimamente relacionado ao mundo cotidiano,

pois a natureza faz parte de ambos, fenômenos da natureza presentes no cotidiano são objetos de conhecimento da Física. Nosso cotidiano está repleto de equipamentos oriundos das tecnologias atuais, cujos princípios de funcionamento se relacionam, direta ou indiretamente, com conhecimentos físicos. A influência cada vez maior da tecnologia no nosso dia a dia exige habilidades e atitudes que precisam ser aprendidas na escola.

Ainda segundo Pietrocola (2005 p. 16), a ciência escolar, embora essencial para entender o mundo de hoje, se apresenta distante deste ideal de se compreender o mundo a nossa volta. O conhecimento promovido por aulas tradicionais de Física está vinculado exclusivamente a um mundo escolar, em geral visto como desnecessário. O conhecimento limitado à sala de aula, utilizado apenas para a realização de provas, acaba descartado, sem que os alunos tenham estabelecido vínculos que extrapolem os muros da escola e suas exigências. O conhecimento físico deveria ser o meio eficaz de entender a realidade que nos cerca, garantindo uma vida pós-escolar e com vínculos duradouros com o ensino de Física. Os alunos sempre esperam que o conteúdo teórico ganhe realismo e lhes capacite para melhor entender o ambiente em que vivem, e a Física deve ser ligada ao mundo que os cercam.

1.6 – Contexto histórico do emprego da experimentação no ensino de Física

Segundo Gaspar (2014, p. 11), desde o início do século XIX até o final de 1950, as atividades experimentais em todo o mundo baseavam-se na apresentação e descrição de equipamentos de demonstração, como mostrado na Figura 2. A Figura 2 mostra duas páginas distintas do livro *Cours de physique purement expérimentale: à l'usage des personnes étrangères aux connaissances mathématiques* (Curso de Física puramente experimental para uso de pessoas sem conhecimentos matemáticos), de Adolphe Ganot, publicado em 1859.

No desenho da Figura 2.a, observamos um homem segurando um tubo de vidro onde o ar rarefeito (vácuo), há uma pena e uma moeda que caem juntas sempre que o tubo é virado de cabeça para baixo. Na Figura 2.b, em um tubo encurvado aberto em uma das extremidades, coloca-se mercúrio até que ele atinja o mesmo nível nos dois ramos; em seguida acrescenta mais mercúrio no ramo aberto

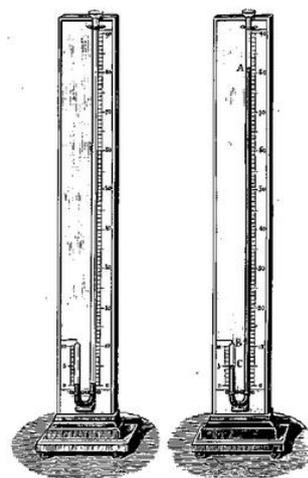
– desse modo, pode-se verificar a relação entre o volume de ar ou gás aprisionado no ramo fechado do tubo (BC) e a pressão sobre ele exercida, medida por meio da altura da coluna de mercúrio (AC).



a) Quand un corps repose sur un plan horizontal, l'action de la

438 FORCE ÉLASTIQUE DES GAZ.

contraire, la pression devenant deux, trois fois moindre, le gaz, en vertu de sa force expansive, prend un volume double, triple de



Tube de Mariotte pour démontrer la loi de la compressibilité des gaz.

celui qu'il avait d'abord. C'est ce principe qu'on désigne sous le nom de *loi de Mariotte*.

Pour démontrer cette loi, Mariotte a fait usage d'un appareil connu sous le nom de *tube de Mariotte*, et qui consiste en un tube de verre recourbé en deux branches inégales (fig. 83 et 84). A l'inverse du baromètre à siphon, c'est la petite branche qui est fermée

b)

Figura 2 – a) Tubo de vidro com o ar rarefeito; b) Tubo encurvado com mercúrio ².

As Figuras 2a e 2b constituem a representação dos equipamentos de demonstração apresentados pelos professores aos alunos em sala de aula durante a realização das atividades experimentais. Nesta época, início do século XIX até meados do século XX, poucas escolas podiam dispor de um acervo significativo de equipamentos de laboratório de Física, já que eram construídos artesanalmente e em dimensões suficientemente grandes para que pudesse ser vistos a distância, o que os encareciam. Gaspar (2014, p. 13) afirma que essa prática didática, do uso de equipamentos de demonstração, era exclusiva, na maioria das escolas da época, e parte integrante do um modelo de ensino, conhecido como ensino tradicional. Tal ensino apresenta três características básicas:

- O professor detinha a autoridade do saber: *magister dixit* (o mestre disse).

² Biblioteca Nacional da França. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k205797p/f4.image>>. Acesso em: 16/04/2015.

Essa expressão latina referia-se ao professor como autoridade inquestionável. Era um termo muito usado no Império Romano (27 a.C. – 476 d.C.), já entre os séculos XV e XVI, muitos professores usavam essa expressão para impor silêncio aos alunos que insistissem questionar as teorias de Aristóteles, considerado um mestre. Se algum aluno questionasse alguma teoria aristotélica, os professores interrompiam-no dizendo *magister dixit*, que significa o mestre disse. Tornando-se comum pronunciar a expressão para intimidar quem por algum motivo pretendesse contestar e contrariar as teorias de Aristóteles e também da Igreja Católica, até que Galileu Galilei, com suas experiências e testes provara que a teoria geocêntrica estava errada ³.

- O aluno se mantinha em atitude passiva: dele se exigia exclusiva e/ou preferencialmente a memorização e a reprodução das palavras do professor ou do livro didático.
- Privilegiava o cumprimento do currículo, que obedecia a uma sequência de conteúdos consagrada pelos próprios livros didáticos ou imposta a eles e as escolas por regulamentações oficiais.

Esse modelo de escola, conhecido como Escola Tradicional, carregada com estas características: o professor como o mestre do saber, o aluno passivo com a função de memorizar e reproduzir o que era ensinado pelo professor ou livro didático e a obrigação de seguir a sequência didática imposta à escola e repassada a seus alunos, foi um modelo não aceito por John Dewey, que buscou em seu novo modelo, conhecido como “Escola Dewey”, alunos que fossem mais participativos, acreditando na capacidade que o estudante já possuía.

Com fortes críticas à Escola tradicional, surgiu, no final do século XX, o movimento chamado de Escola Nova. Tinha como proposta central fazer do aluno um participante ativo na aquisição do próprio conhecimento, opondo-se a passividade que lhe era imposta no ensino tradicional. Esse modelo começou em alguns países da Europa no final do século XIX, e se fortaleceu tanto na Europa como nos Estados Unidos e no Brasil, na primeira metade do século XX (GASPAR, 2014, p. 14).

³ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Magister_dixit>. Acesso em: 17/08/2015.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, em 1945, os Estados Unidos lançando duas bombas atômicas no Japão, cientistas e analistas políticos afirmavam que teria a hegemonia mundial seria quem possuísse supremacia científica e tecnológica. Essa supremacia parecia pertencer aos Estados Unidos, detentor da bomba atômica, mas, em 1949, a então União Soviética demonstrou também possuir a bomba. A disputa se voltou para a construção de foguetes de longo alcance. A União Soviética lançou no espaço o satélite Sputnik, em 4 de outubro de 1957, gerando pânico entre a população norte-americana a passagem desse satélite sobre seu território (GASPAR, 2014, p. 18).

As autoridades norte-americanas, inconformadas com seu atraso tecnológico e na busca das causas desse atraso, e procurando meios para saná-las, levou em consideração a ineficiência do ensino de Ciências em suas escolas, que ainda eram orientadas pelas práticas pedagógicas tradicionais. E uma das tentativas de recuperar o atraso foi com a reformulação do ensino através do projeto PSSC (Physical Science Study Committee – Comitê de Estudos das Ciências Físicas), em 1956. Criaram também comissões para o ensino de Química, Biologia e Matemática (GASPAR, 2014, p. 20).

Mas os resultados do PSSC não foram satisfatórios nem nos Estados Unidos nem nos demais países em que foi aplicado, e poucos anos depois ele foi abandonado. As suas contribuições no ensino de Física nos países em que foi adotado foram relevantes. Uma delas foi à introdução do modo de se ensinar Física diferente do tradicional, e o desencadeamento de um saudável movimento de renovação do ensino de Ciências, sobretudo da Física, com o surgimento de projetos semelhantes (GASPAR, 2014, p. 24).

Um dos pressupostos pedagógicos do PSSC era a nova forma de apresentação dos conteúdos. As abstrações expressas por meio de fórmulas e gráficos deveriam ser sempre precedidas de observações concretas (GASPAR, 2014, p. 23) Mas essa proposta foi formulada por físicos dedicados exclusivamente à pesquisa, que eram leigos em pedagogia, só conheciam o Ensino Médio por experiência própria, como estudantes.

E, considerando o alto nível atingido por eles em suas carreiras, poderiam ser considerados alunos diferenciados. Daí o irrealismo dos projetos, dos currículos sugeridos, com conteúdos que não eram dominados pelos professores, já que não haviam sido preparados para essa tarefa. A crença na aprendizagem individual do aluno, por meio de sua interação direta com o material produzido sem necessitar muito do auxílio do professor, foi uma segunda causa para o fracasso. A ideia de que os alunos poderiam redescobrir as leis científicas por meio de atividades experimentais não é apenas um equívoco pedagógico, mas, principalmente, epistemológico (GASPAR, 2014, p. 30).

Em síntese, a lógica da concepção pedagógica dos cientistas que elaboraram os projetos de ensino de Física, o já citado PSSC, era baseada em de cinco procedimentos básicos: observação; formulação do problema; elaboração de hipóteses; realização de experiências para testar essas hipóteses; conclusão. Na realidade essa descrição é um equívoco, não é assim que ocorre a construção da ciência e o modo de aprendê-la (GASPAR, 2014, p. 37).

A observação é essencial, mas não é o suficiente para a construção da ciência, só quem tem a base conceitual mínima em relação a determinado conhecimento científico é capaz de observar um fenômeno com olhar mais científico. E a capacidade de observar não supre a necessidade de ser capaz de entender ou de explicar o que se observa. A observação não garante a explicação.

A precedência da descoberta teórica sobre a descoberta experimental ou observacional também é algo indiscutível, algumas descobertas teóricas foram realizadas muito antes da observação experimental, ou das confirmações experimentais. Isso não quer dizer que a observação ou a experimentação não são importantes. Mas não devemos nos esquecer da importância da hipótese teórica como orientadora dos procedimentos a serem adotados.

Todos os projetos de ensino de Física citados cometeram o erro de pensar que a teoria é que decide o que pode ser observado. O aluno não conseguirá descobrir uma lei científica por meio de uma simples observação se ele ainda não conhece essa lei, não saberá sequer o que deve observar. Mas orientados e supervisionados por um professor, os alunos poderiam descobrir essas leis, já, que

o professor deverá saber como o experimento funciona e conhece as leis a serem descobertas, estando apto a orientar a observação dos alunos (GASPAR, 2014, p. 50).

1.7 – Formando aluno como sujeito

A prática educativa tem como objetivo oferecer ao educando condições de aprendizagem e de desenvolvimento tendo em vista sua formação como sujeito e como cidadão, pois nós, seres humanos, estamos em constante relação conosco, com os outros e com tudo o que nos cerca (LUCKESI; 2011, p. 37). As crianças são enviadas a estudar cada vez mais cedo, e o tempo de permanência na escola está se tornando mais extenso, e é na escola que tais estudantes desenvolverão conhecimentos e habilidades que antes estava e ainda está, mas de forma reduzida, nas famílias, nas comunidades, nas Igrejas, etc. A escola deverá oferecer uma formação integral, e uma de suas missões é a formação do sujeito ético, e o educador deve dar atenção à criação de condições para que o educando se forme como sujeito.

Conteúdos dos currículos de Física, Química, Matemática, Sociologia, História, Geografia, Língua Nacional, Língua Estrangeira, dentre outras, valores estéticos (da sensibilidade, da criatividade, da ludicidade e da liberdade de expressão nas diferentes manifestações artísticas e culturais.), éticos e religiosos, assim como as compreensões psicológicas sobre o ser humano, são recursos a serviço da formação do educando como sujeito cidadão. Essas áreas de conhecimento, do ponto de vista escolar, não são absolutas, mas sim, recursos mediadores do processo de formação do educando. O educando, na experiência escolar, também se forma na convivência com os colegas (que trazem suas experiências para o dia a dia da escola), mas, sobretudo pela interação com os conteúdos intencionalmente estabelecidos e trabalhados (LUCKESI; 2011, p. 88).

A formação do sujeito e a formação do cidadão são duas facetas do mesmo ato educativo, que conduz ao sujeito-cidadão. Sujeito-cidadão é aquele que aprendeu a cuidar de si e a cuidar do outro, ambos seres com os mesmos direitos à vida, aos bens necessários para mantê-la, com os mesmos direitos a crenças, valores e à expressão (LUCKESI; 2011, p. 41). Este sujeito-cidadão deve estar

engajado na vida social, nas decisões que dizem respeito ao desenvolvimento do país e da comunidade em que vive, e, para isso, é necessário que todo cidadão seja ético, saiba quais são seus direitos para que sejam respeitados e também seja cumpridor de seus deveres.

O modo de estar no mundo tem duas possibilidades que é compreender e agir pelo senso comum ou pelo senso crítico. O conhecimento denominado de senso comum é simples, direto, imediato, pragmático e dogmático, no sentido de que tem poucas dúvidas sobre suas compreensões da realidade e da vida. É o conhecimento prático que adquirimos pela convivência na vida social. O senso comum não se pergunta por um significado ou por alguma coisa que possa estar para além do imediato ou aparente, não necessita da instituição escolar para ser transmitido e assimilado, isso se dá no dia a dia das pessoas (LUCKESI; 2011, p. 91).

No senso crítico, que não se contenta com o imediato e o aparente, há necessidade de compreender criticamente a realidade, ainda que se esteja ciente de que novas e mais adequadas explicações poderão advir no futuro, e admite-se que as interpretações da realidade não são as únicas nem as definitivas. O senso crítico não se satisfaz com as primeiras e primárias “leituras” da realidade, não se contenta com o uso prático de alguma coisa, busca explicações que permitam ter consciência explícita do que se entende e do que se faz. Oferece possibilidade de consciência no agir (LUCKESI; 2011, p. 92). O senso crítico é uma consequência do pensamento reflexivo.

O senso comum é mais vinculado à população em geral, pouco ligado à educação formal, e muito propício a sofrer manipulação dos meios de comunicação, que, em parte, não contribuem na melhoria da educação das pessoas. O senso crítico se baseia na pesquisa, na reflexão, na análise e na crítica. O indivíduo ao fazer uso do senso crítico, aprimora sua capacidade intelectual, e diminui também a ignorância que tanto flagela nossa sociedade democrática.

John Dewey, educador norte-americano do final do século XIX e primeira metade do século XX, formulou abordagem pedagógica na qual o ser humano é visto como um ser em desenvolvimento, onde o ser humano é visto como ser voltado para frente, para o desenvolvimento, em busca de sua autoconstrução e

autorrealização. A aprendizagem não é algo dado, mas construído (LUCKESI; 2011, p. 72). Ele influenciou educadores de diversos lugares, inclusive no Brasil. Foi um dos inspiradores do movimento da Escola Nova, liderado por Anísio Teixeira.

Um educador em sala de aula (e também fora dela) deve estar atento para propiciar a os seus educandos um ensino que conduza a uma aprendizagem inteligível. Sem isso, o educando não saberá o que fazer com o que aprendeu, a não ser resolver, no momento imediato, o que se pede (LUCKESI; 2011, p. 106).

Uma característica do ensino e aprendizagem significativos é serem ativos, tanto o educador como o educando. À medida que o educando aprende ativamente, o educador necessita usar meios ativos facilitadores da aprendizagem, pois é o líder no processo de ensino-aprendizagem. O ser humano é um ser ativo, em movimento de autoconstrução ou formação. Sua aprendizagem é construtiva e o ensino também deve ser construtivo, caso se deseje que seja eficiente. Um ser ativo não pode aprender por meio de um ensino mecânico (LUCKESI; 2011, p. 107).

A educação “centrada na criança”, a pretensão de criar climas favoráveis para autoexpressão, o aprender em liberdade, o ensino baseado nos interesses do aluno, a adequação do que se transmite para suas capacidades, o fomento dos métodos ativos no ensino para favorecer a experiência pessoal da aprendizagem e a consequente reativação dos conteúdos das disciplinas herdadas, junto à necessidade de sua organização ao apresentá-los aos alunos, são princípios que orientaram a educação moderna e que continuam sendo fonte de sugestões para uma prática que se distancia de realizá-los satisfatoriamente (SANCRISTÁN; 1998, p. 158).

1.8 – Passos no processo de ensino-aprendizagem

O ensino-aprendizagem, sendo inteligível e ativo, necessita de alguns passos do processo de ensinar e aprender. E a ordem lógica dos passos é: exposição – assimilação – exercitação – aplicação – recriação – criação. O educador segue a direção da maior para a menor atividade e o educando, da menor para a maior atividade, da dependência para a autonomia. No primeiro passo, o educador ocupa o lugar de ator principal, no último passo, o lugar de ator secundário. Já para o educando, dá-se o inverso. No primeiro passo, é dependente da informação que

vem por meio do educador, no último, é autônomo e pede auxílio, se necessitar (LUCKESI; 2011, p. 111).

A assimilação se dá concomitantemente com a exposição, ou posteriormente a ela, e o educando não pode ser passivo de forma alguma, é ele quem assimila para que o conteúdo se torne dele. Na exercitação, o educando é plenamente ativo e o educador menos ativo, estando disponível somente para atender eventuais necessidades específicas do educando. O passo subsequente é a aplicação: aqui o educando é plenamente ativo e o educador permanece no seu papel menos ativo, disponível para atender necessidades eventuais. Já na recriação, ele é plenamente ativo e o educador continua disponível para atender suas necessidades eventuais, reorientando-o, se necessário. A plenitude ocorre na última fase, a criação. Aqui o educando é plenamente ativo e o educador se encontra disponível para, se necessário, oferecer-lhe suporte (LUCKESI; 2011, p. 110).

Para que o educando aprenda é preciso que um conteúdo lhe seja exposto, não se aprende a partir do nada. É imprescindível assimilar o que foi exposto, assimilado um conteúdo, há que exercitá-lo. Com a apropriação do exposto, o educando está apto a experimentar sua aplicação, ampliando sua compreensão e percebendo novas possibilidades de uso do aprendido no mundo que o cerca, com a posse da bagagem de informações e habilidades, o educando torna-se apto a recriar o conteúdo aprendido e, com base nos conhecimentos e habilidades adquiridos, possui recursos para arriscar sua própria criação (LUCKESI; 2011, p. 111).

O educador é o responsável pela exposição, pelo planejamento, pela proposição e pela orientação das atividades necessárias a cada um dos passos do ensino-aprendizagem, e deve estar disponível para orientar e reorientar os educandos todas as vezes que tiverem demandas específicas em seu processo de aprender aquilo que estiver sendo ensinado (LUCKESI; 2011, p. 112).

1.9 – Passos para uma aprendizagem significativa

As escolas consideradas de ontem, eram escolas sem internet tendo como único recurso disponível a lousa (SELBACH, 2010, p. 8) Ainda hoje a lousa é muito utilizada, com algumas variações, lousa branca ou lousa digital, mas não pode ser considerada como único recurso didático em uma sala de aula.

Toda informação considerada desinteressante pelo nosso cérebro é imediatamente bloqueada. Se for sugestiva, supera a barreira do bloqueio, mas se, mesmo assim, nosso cérebro verificar que é uma informação interessante, mas não agradável ou emocionante, ela acaba sendo bloqueada. Vencido o segundo obstáculo, a informação torna-se repleta de prazer, e é enfim assimilada (SELBACH, 2010, p. 16). O professor deve criar um ambiente agradável e produtivo na sala de aula, o aluno precisa apaixonar-se pelo ato de aprender, e é o professor que despertará este sentimento nos alunos, para que o cérebro possa suprimir qualquer tipo de bloqueio que venha atrapalhar no desenvolvimento das informações que lhes é apresentada.

O professor deve tornar os conteúdos conceituais interessantes, novos, surpreendentes, coloridos, grandes, criativos, desafiadores, etc. A informação bloqueada pelo cérebro fica na memória por pouco tempo e se esvai. E se a informação possui os atributos citados, ela ainda precisa se envolver de afetividade e algum tipo de emoção. Aí sim a aprendizagem significativa se consolida. Os professores devem saber ajudar o cérebro de seus alunos a aprender (SELBACH, 2010, p. 17). Demonstrar que os conteúdos apresentados se aplicam em outras áreas do conhecimento ou em situações fora da escola é um caminho para que os conteúdos se tornem interessantes, interdisciplinares, e que haja a consolidação esperada em cada aluno.

Aprender é se informar e aprender pode ser também se transformar. Aprender de maneira significativa necessita intenção da parte de quem ensina e, se esta intenção não se manifesta nas ações do professor, o que deseja que seu aluno aprenda acaba por se transformar em quase inútil memorização ou decoreba (SELBACH, 2010, p. 20). O aluno ao se informar deve saber construir conceitos, tem a necessidade de aprender com compreensão. Ajudado pelo professor ou um colega, ao compreender descobre uma nova maneira de perceber as coisas.

Não é fácil ensinar, mas o professor deve levar aos alunos novas informações, que animam seus alunos fazendo com que as informações tenham significado. Ajudando os alunos a aplicá-las na vida ou na maneira de olhar a realidade, está transformando esses alunos e verdadeiramente ensinando-os. O professor não deve apenas informar conceitos científicos, e sim ajudar o aluno a

aprender. O aluno deve assumir e conquistar, tornar-se agente de sua aprendizagem. É tão importante ao professor ensinar seus alunos a aprender, quanto ajudá-los a melhor reter o que aprenderam (SELBACH, 2010, p. 21). O aluno deve conseguir assimilar o que lhe foi apresentado, melhorando o que já conhece, expandido, aprofundado sua opinião, seu pensamento. Precisam relacionar as informações e gerar o conhecimento.

O professor deve ajudar o aluno a exercitar o ato da observação, propor também atividades em que o aluno necessite falar ao outro o que ouviu, trocando informações. A aula deve explorar o tema proposto através de linguagens diferentes, usar os saberes existentes na estrutura cognitiva do aluno para mostrar novos saberes, ajudando a associar o aprendido às suas emoções (SELBACH, 2010, p. 26).

Há algum tempo, alunos que melhor decoravam eram considerados os melhores alunos diante de todos. Com o surgimento do movimento conhecido como Escola Nova, memorizar passou a ser o avesso da compreensão, e os professores viram-se induzidos a produzir uma significação do apreendido, opondo-se à memorização mecânica. Decorar passou a ser um símbolo da incompreensão, e se acreditava que memorizava quem tinha deficiências no aprender (SELBACH, 2010, p. 27). Sabe-se hoje que a memorização mecânica é distante da atribuição de significado quase nada vale para a aprendizagem significativa, e que também não pode existir uma verdadeira aprendizagem sem algum esforço da memória.

Informações que o cérebro entende como não essenciais, são descartadas. Por isso é importante fazer os alunos perceberem que o aprendizado na aula de Ciências é útil na sua vida, em seu cotidiano.

O professor deve preparar seu aluno para ter uma boa memória, além de estimular a atribuir significação a conceitos e compreensão sobre a interação entre fenômenos científicos e sua relação com diferentes aspectos da cultura em que o aluno vive. Deve também aguçar sua inteligência e criatividade. O aluno deve ser ajudado a organizar os conceitos e teorias que busca aprender em segmentos mentais diferenciados. Fazer uma separação dos conceitos entre fáceis e difíceis, classificando-os com as inúmeras formas possíveis, por exemplo. Os temas devem

se apresentar flexíveis o suficiente para abrigar a curiosidade do aluno, proporcionando a sistematização de diferentes conteúdos conceituais (SELBACH, 2010, p. 28). Ao compreender, o aluno conseguirá reter na memória conteúdos importantes, que auxiliaram na construção de seu conhecimento. Apenas decorando, ao passar algum tempo, a informação se perde, pois o cérebro acaba descartando o que não envolve ou não seduz.

O ser humano tem como qualidade a curiosidade, a vontade de saber, o desejo de buscar respostas. A curiosidade nos leva à investigação e com a investigação compreendemos vários aspectos de Ciências. O aluno é curioso, mas em meio a internet, aparelho eletrônico, celular, acaba não sentido curiosidade com os desafios que o professor lhe propõe. O professor moderno deve estimular seu aluno a se tornar curioso, aumentando o interesse pela aula e pela vontade de transformação.

O aluno deve ser motivado, e o professor deve, durante suas aulas, propor perguntas intrigantes e desafiadoras, deve também associar o que pretende ensinar com a vida, com o cotidiano de seus alunos e, disponibilizar meios e ferramentas para que o aluno possa buscar respostas. O professor precisa abandonar aulas de exposição, que visam à memorização de conceitos, o ensino necessita que haja o desenvolvimento de aprendizagens, com questionamento, estímulo do debate, da investigação.

Os alunos querem saber o porquê aprender tal conteúdo, eles querem atribuir um significado a suas realidades e devem dominar fatos científicos, saber integrar com observações e experimentações o que aprendem fora como o que aprendem dentro da escola, o professor deve inserir conteúdos direcionados a realidade dos alunos para que esses possam realmente ser aprendidos. O professor ajuda o aluno a aprender. O professor deve pensar em um ensino onde o aluno possa desenvolver uma postura reflexiva, opinativa e investigativa, para que esse aluno além de ser agente de sua aprendizagem, aprenda a ser cidadão hoje e a ser um bom cidadão amanhã.

A atuação do professor é essencial, mostrando, apontando, sugerindo, interpretando e fazendo questionamentos desafiadores. Assim, instiga seu aluno a

expressar seu conhecimento prévio, conquistado na escola ou não, e então reelaborando seu entendimento das coisas e se transformando. O debate em sala faz os alunos associarem o que já conhecem com os desafios e os novos conceitos apresentados a eles. E com a intermediação do professor conseguem consolidar sua aprendizagem, pois o professor é essencial na ajuda para que o aluno aprenda. Mas o que o professor diz tem que ter significado para o aluno, tem que fazer sentido. Os temas selecionados devem corresponder a desafios interessantes de se interpretar e livro didático, notícias de jornal, cenas de novelas da TV, filmes, etc. podem ser poderosas ferramentas de transformação de informação em conhecimento científico.

Aulas através de situações-problema objetivam provocar de forma deliberada e intencional uma aprendizagem significativa. O professor apresenta uma situação-problema e estimula os alunos a um debate entre eles, por exemplo. Os alunos devem ser levados a encontrar respostas, saber comunicá-las e usar a solução no ambiente (SELBACH, 2010, p. 61). Caberá ao professor saber identificar as habilidades dos alunos, o que eles sabem ou não fazer, e com isso atribuir tarefas e obstáculos que os alunos sejam capazes de realizar. E para consolidação da situação-problema, o aluno poderá fazer uso de instrumentos que lhe darão orientação na atividade a ser realizada.

Deve-se avaliar o aluno, verificar o que ele sabe e o que não sabe e sua predisposição em aprender, considerando o nível de desenvolvimento cognitivo, sua capacidade de construir significados, as experiências vividas pelos alunos em séries anteriores. Ao aprender um conceito, deverá ser capaz de comparar, analisar, classificar, descrever, sintetizar, atribuir significados fazendo essa concepção alcançar outros conhecimentos. Durante a aula, os alunos são os protagonistas das metodologias, com autonomia, inicialmente seguindo modelos oferecidos pelo professor que é apenas um guia.

Ao apresentar um problema ao aluno, ele deverá ser capaz de levantar hipóteses, erradas ou não, para solucioná-lo. Devem ter a oportunidade de expor suas ideias e a possibilidade de debatê-las com os colegas, mantendo ou não sua posição inicial, realizando questionamentos, verificando possíveis conclusões. A

solução de um problema é uma busca, um desafio, uma incitação para que o aluno encontre respostas, pesquise e elabore hipóteses.

Capítulo 2 – METODOLOGIA

Este capítulo é composto com os aspectos metodológicos que orientaram a pesquisa, serão caracterizados o local da pesquisa e o modo pelo qual os dados foram construídos ou constituídos.

Faremos uma descrição de: como elaboramos a Apostila Didática; a investigação dos conteúdos ministrados na escola onde ocorreu a aplicação do produto; a escolha dos temas para então confeccionarmos os kits experimentais; e o material textual. E após o término da confecção do material descreveremos como foi realizada a coleta de dados e quem foi o público alvo.

2.1 – Elaboração da Apostila Didática

A pesquisa foi iniciada com a investigação dos conteúdos ministrados no nono ano na disciplina de Ciências – Física, para que a partir desta informação pudessemos iniciar a confecção dos kits experimentais. Os conteúdos analisados estão dispostos na Tabela 2. Depois de verificados os conteúdos ministrados na escola, iniciamos a confecção de kits com material de baixo custo e fácil acesso.

Mecânica	<ul style="list-style-type: none">• grandezas físicas e unidades• energia e suas modalidades• fontes e matrizes energéticas• força, trabalho e potência• forças produzindo movimentos• leis de Newton• gravitação
Termodinâmica	<ul style="list-style-type: none">• calor e suas manifestações
Ótica e Ondas	<ul style="list-style-type: none">• ondulatória• luz• sistemas ópticos
Eletromagnetismo	<ul style="list-style-type: none">• eletrização• associação de resistores

	<ul style="list-style-type: none"> distribuição e utilização da energia elétrica
--	---

Tabela 2 – Conteúdos ministrados no nono ano na disciplina de Ciências – Física.

Com os kits experimentais confeccionados, foi desenvolvido o material didático, em forma de texto, a ser usado em cada aula. Constatam de explicação da teoria com exemplos práticos e do cotidiano dos alunos e roteiro do experimento realizado durante a aula ministrada. Pode ser utilizados como sugestões didáticas, podendo o professor adequar de acordo com a dinâmica de sua aula. Criamos oito alternativas de acordo com os conteúdos ministrados, conforme a Tabela 3 a seguir:

Mecânica	<ul style="list-style-type: none"> Velocidade Média Foguete de Balão Transformações e transferências de energia Experiências relacionadas com a pressão atmosférica: Placas de Magdeburg
Termodinâmica	<ul style="list-style-type: none"> Condução Térmica de Calor Porque um balão sobe na atmosfera Ebulidor de Franklin
Ótica	<ul style="list-style-type: none"> Espelhos Planos O Disco de Newton
Eletromagnetismos	<ul style="list-style-type: none"> Eletroímã e a experiência de Oersted

Tabela 3 – Temas dos Kits experimentais e material didático.

Em Mecânica montamos quatro sugestões. O primeiro kit experimental está relacionado com forças produzindo movimentos, título – Velocidade Média, onde o objetivo deste experimento é estudar os conceitos de velocidade média. Foram utilizados um carrinho elétrico (movido a pilha ou fricção, por exemplo), giz (para fazer marcações na superfície por onde o carrinho percorrerá), uma trena ou fita métrica e um cronômetro (para medir a distância e o tempo). A Figura 3 mostra o kit experimental.



Figura 3 – Kit experimental: Velocidade Média. Fonte: Elaborada pelo autor.

O segundo kits tratamos do assunto de leis de Newton – Foguete de Balão, o objetivo deste experimento é verificar os conceitos sobre as três leis de Newton, utilizando texto e figuras como exemplo de situações que ocorrem no cotidiano seguido do experimento. Na Figura 4 podem observar o material para execução do experimento. Foram utilizados para a montagem do kit experimental um balão (esses de festa infantil), uma linha ou barbante (com uns 4,0 m de comprimento), um canudo (esses de se tomar sucos e refrescos) e fita adesiva.



Figura 4 – Kit experimental: Foguete de Balão. Fonte: Elaborada pelo autor.

Já o terceiro kit é sobre energia e suas modalidades, fontes e matrizes energéticas e força, trabalho e potência – Transformações e transferências de energia. O texto cita diferentes formas de energia, conceitos físicos e alguns exemplos de acontecimentos cotidianos. Tendo como principal objetivo introduzir o conceito de transformação de energia. A maior parte do material para produzir este kit experimental foi reaproveitado de um aparelho de som que seria jogado no lixo. O kit experimental é composto por um motorzinho elétrico (usados em brinquedos), um LED, três roldanas, uma correia pequena, uma garrafa com água, barbante ou linha,

duas molas, copos de massa m e suportes. A Figura 5 e a Figura 6 mostram os kits experimentais montados.

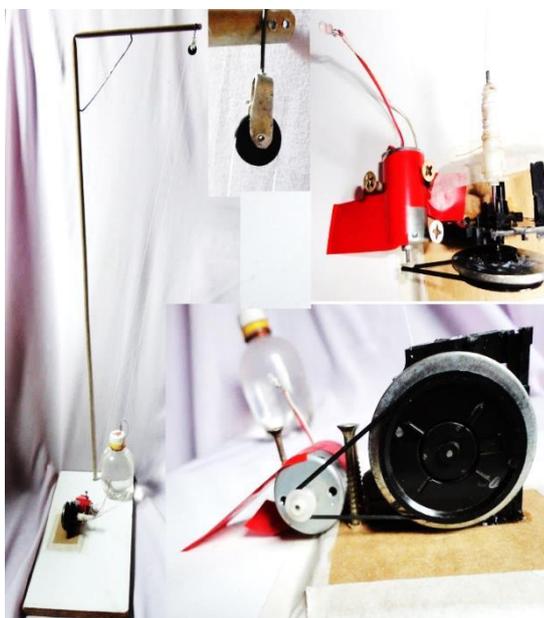


Figura 5 – Transformação de energia potencial gravitacional em elétrica. Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 6 – Transformação de energia potencial gravitacional em elástica. Fonte: Elaborada pelo autor.

O quarto kit experimental refere-se à força, trabalho e potência – Experiências relacionadas com a pressão atmosférica: Placas de Magdeburg. Aqui foi abrangido conceitos de força e pressão, com uma abordagem a mecânica dos fluidos. O objetivo é apresentar uma versão alternativa do dispositivo que possibilitou Otto Von Guericke formar vácuo e demonstrar os efeitos da pressão entre duas superfícies, onde conceitos de força e área serão considerados conhecimentos prévios a serem lembrados e utilizados neste experimento. O material usado para sua confecção, Figura 7, foram duas placas de acrílico, uma seringa (para remover o ar entre as placas), um anel de borracha, um tubo de plástico e uma presilha.



Figura 7 – Placas de acrílico e seringa. Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram três kits experimentais elaborados sobre Termodinâmica, abordando calor e suas manifestações. O primeiro kit tem como tema Condução Térmica de Calor, tem o objetivo é comprovar a condução térmica do calor através de uma barra metálica. Para montar o kit utilizamos uma barra de metal (alumínio, por exemplo), cinco grãos pequenos (feijão, milho, dentre outros pequenos objetos), uma vela e um acendedor (fósforo, isqueiro). Conforme a Figura 8.



Figura 8 – Montagem do experimento. Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida temos o experimento denominado: Porque um balão sobe na atmosfera. O objetivo é demonstrar que quando aumentamos a temperatura de um gás, ao propagar calor, ocorre uma dilatação gasosa, Figura 9. O material para montá-lo é uma garrafa pet, um balão de borracha (balão de festa), uma fonte de calor (mergulhão elétrico) e um recipiente com água.



Figura 9 – Aumentando a temperatura de um gás ocorre uma dilatação gasosa. Fonte: Elaborada pelo autor.

Finalizando o tema relacionado à Termodinâmica, temos o kit experimental Ebulidor de Franklin. Nele pode-se verificar a movimentação do líquido dentro do ebulidor de Franklin, analisando evaporação, pressão e temperatura. Esse kit não é possível sua construção de forma caseira, mas é um objeto fácil de ser adquirido e com custo baixo. A Figura 10 mostra o objeto do experimento.



Figura 10 – Ebulidor de Franklin. Fonte: Elaborada pelo autor.

Abrangendo a Ótica começamos com sistemas ópticos – Espelhos Planos. Experimento simples que trata de reflexão em espelhos e tem com objetivo demonstrar que a associação de espelhos pode multiplicar imagens, ou seja, podemos aparentemente ter a reflexão de um objeto refletido. O material usado foi dois espelhos, fita adesiva, um transferidor e um objeto, conforme a Figura 11.

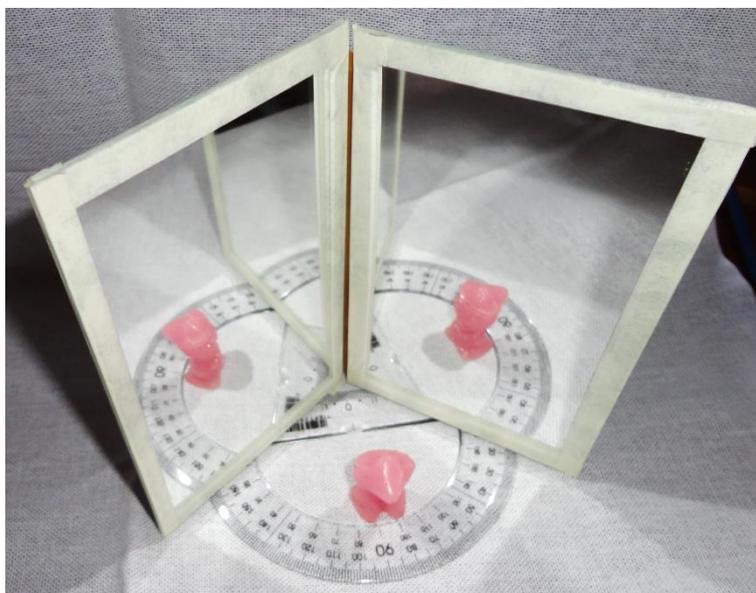


Figura 11 – Espelhos, objeto e transferidor. Fonte: Elaborada pelo autor.

No estudo de luz confeccionamos o kit experimental: O Disco de Newton. É uma experiência clássica e mostra que o branco como a soma das outras cores em um disco girante. Os materiais gastos foram um disco pintado com as cores do

espectro solar, um motor elétrico e uma pilha, pode ser verificados na Figura 12 que mostra a montagem do kit experimental.



Figura 12 – Experimento Disco de Newton. Fonte: Elaborada pelo autor.

Concluimos com o kit experimental sobre Eletromagnetismo – Eletroímã e a experiência de Oersted. No experimento do eletroímã vamos mostrar que é possível criar um ímã muito parecido a um ímã natural com o uso da eletricidade. O material empregado foi fio fino (capeado ou esmaltado), um prego, uma pilha e pequenos objetos metálicos, como podem ver na Figura 13. Já o experimento de Oersted, vemos como uma corrente elétrica podia atuar como se fosse um ímã, provocando desvios em uma agulha magnética, além dos materiais já utilizados no kit do eletroímã, acrescenta-se a bússola, Figura 14.



Figura 13 – Eletroímã. Fonte: Elaborada pelo autor.

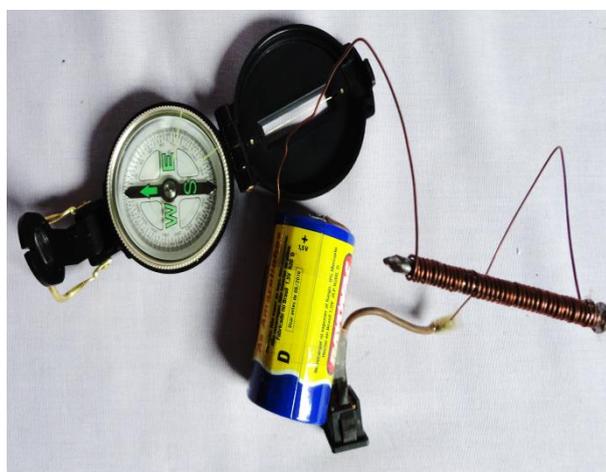


Figura 14 – Experimento de Oersted. Fonte: Elaborada pelo autor.

Essas são sugestões de atividades para a realização de experimentos simples que podem ser usados para materializar os conteúdos de Física apresentados aos alunos. Tais sugestões não devem ser entendidas como processo de ensino fechado, mas como uma possibilidade de construção de atividades experimentais em harmonia com as necessidades de concepção dos alunos. Todo material didático preparado está disponível no blog onde poderá ser realizado o download por qualquer pessoa que tenha interesse de verificar o material e até mesmo utilizá-lo em sala de aula.

A análise do processo de ensino-aprendizagem ocorreu por meio de observações da reação dos alunos durante os experimentos, onde verificamos as diferentes interpretações do fenômeno abordado, a fixação dos conceitos estudados

e se as ideias errôneas pré-concebidas foram eliminadas. Todo o material obtido foi utilizado especificamente para os propósitos da pesquisa. A pesquisa foi investigação é qualitativa descritiva, iniciada junho de 2014 e teve seu término em junho de 2015, ocorreu com alunos do Ensino Fundamental da Escola Municipal Alessandro Miguel, em Inhumas – GO, para os quais foram apresentados alguns dos experimentos físicos descritos anteriormente.

2.1.1 – Instrumentos da pesquisa e coleta de dados

Foram utilizados nessa pesquisa como instrumentos de registro de dados: gravações em áudio, anotações, e material impresso para os alunos participantes.

As gravações em áudio ocorreram utilizando um aparelho de celular contendo o aplicativo de gravação de áudio. O aparelho permaneceu sobre a mesa do professor registrando todos os comentários e conversas que ocorreram durante a aula, não sendo necessário movimentá-lo ou mudá-lo de lugar, o que favoreceu para não causar distrações e intimidações entre os estudantes. Posteriormente o áudio foi gravado em um computador para que trechos de interesse fossem transcritos. As anotações foram feitas de acordo com as falas dos estudantes e com a ajuda do áudio gravado para que nenhum detalhe dito pelos alunos pudesse ser esquecido.

Inicialmente houve uma conversa com o professor da turma sobre o melhor tema ser escolhido para submeter o produto entre os alunos. Que fosse um tema já estudado por eles e que conteúdo dos experimentos estivesse dentro da ementa do curso do nono ano. Assim, como os estudantes não eram acostumados com esse modelo de aula, com o uso de atividades experimentais, ficou combinado que antes da aula experimental o professor faria uma espécie de revisão do conteúdo, visto que os temas escolhidos para aplicar os experimentos já haviam sido estudados pelos alunos. O material didático foi apresentado antes ao professor para que ele pudesse também participar de forma ativa durante a aula.

2.1.2 – Critérios de escolha e definição onde seria executado o produto

No Brasil poucas escolas apresentam espaço específico de laboratório de ciências e não podemos afirmar se esses espaços são utilizados e como são usados. A ausência de um espaço não pode ser o argumento para a completa

ausência de ensino experimental na maior parte das escolas brasileiras. Infelizmente de todas as escolas de nível fundamental da cidade de Inhumas, nenhuma apresenta ou trabalha com algum tipo de aula experimental, não sabemos o motivo de não se optar por essa ferramenta de ensino, pois, não era o propósito de nosso projeto. Optamos então pela escola mais próxima a minha residência. Como o nono ano a disciplina de Ciências é dividida entre Química, oferecida no primeiro semestre, e Física, oferecida no segundo semestre, a pesquisa ocorreu com os alunos no segundo semestre de 2014, momento em que o professor ministrava suas aulas de Ciências referentes aos conteúdos de Física.

A proposta do produto é uma maior utilização das atividades experimentais para promover a melhor participação dos alunos durante as aulas com o objetivo de apoiar a construção dos conceitos físicos mais relacionados com situações vividas por eles. A montagem dos kits experimentais é com materiais de fácil acesso e baixo custo e sem a necessidade de possuir uma sala fixa, o que facilita sua implementação em colégios que não têm muita estrutura para implantar laboratórios de Ciências.

Durante a pesquisa buscamos responder algumas questões que nos nortearam: A aula experimental foi eficiente em transmitir o assunto abordado? Houve motivação dos alunos com essa técnica? Os kits experimentais funcionaram de forma eficaz para a compreensão dos fenômenos estudados? À medida que avançamos nossos trabalhos verificamos que os kits experimentais, por nós produzidos, funcionaram de forma satisfatória, os fenômenos físicos abordados eram evidentes com o uso dos kits.

Constatamos que ao serem questionados, os alunos conseguiram relacionar tais fenômenos com situações cotidianas vividas por eles. A princípio se basearam muito no senso comum, já que ninguém chega à escola sem saber nada, cada aluno carrega consigo uma bagagem de conhecimento que adquire no decorrer de sua vida, e após serem corrigidos com a apresentação de conceitos físicos, conseguiram assimilar o conhecimento físico e fazer uso do pensamento reflexivo. O uso do material didático foi satisfatório, o texto conseguiu auxiliar os alunos, os exemplos acompanhados de figuras relacionadas a situações do cotidiano, ajudaram na compreensão dos conceitos físicos. Era um dos resultados que desejávamos

alcançar, já que a proposta é ter o professor atuando como alguém disponível para dar suporte aos alunos, e o texto servindo de amparo a prováveis dúvidas que possam surgir.

O material didático agradou tanto aos alunos, que simpatizaram com o kit experimental, quanto aos alunos que não tiveram a mesma empolgação. O que foi um resultado que consideramos positivo, sabemos que na sala de aula cada aluno tem sua personalidade, e dificilmente todos gostam das mesmas coisas. E cabe ao professor cativar seus alunos da melhor forma possível, então percebemos que só com a utilização do kit experimental os nossos resultados não seriam satisfatórios, pois apesar de ao utilizá-los a aula se tornar mais atrativa, nem todos os alunos gostam de participar, talvez por ser mais acanhado, tímido. O importante foi que o material textual supriu essa falta de empolgação dos alunos mais acanhados, que lendo o material, olhando as figuras e exemplos propostos, também souberam questionar, discutir e interagir com os demais colegas de sala. E é isso o que importa para o ensino, que dentre as adversidades encontradas em sala de aula, os métodos utilizados consigam suprir as dificuldades que surgem no decorrer de uma aula e os alunos participem como protagonistas e construtores do conhecimento adquiridos em uma aula de Ciência – Física.

Capítulo 3 – Detalhamento do Produto e da sua Aplicação.

De posse dos aspectos metodológicos e adotando conceitos do pensamento reflexivo proposto por Dewey descreveremos as atividades realizadas e a inserção do produto em sala de aula.

Primeiramente, apresentaremos como foi decidida a escolha dos temas a serem realizados na escola, e encerraremos com análise e discussão dos dados constituídos ao longo da pesquisa com a participação dos alunos.

3.1 – Detalhamento das Atividades Elaboradas e do Produto

Como produto deste trabalho, foi produzida uma apostila composta de uma sequência didática de experimentos, uma sugestão a ser utilizada em turmas de alunos que não têm ainda muitas habilidades com cálculos ou que não atingiram as séries que fizessem seu uso mais intenso, como os alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Para esses alunos, a Física é apresentada embutida na disciplina de Ciências e não é exigido desses alunos o rigor matemático explorado em séries mais avançadas. Todo o material didático está disponível no site <http://alinefisica.blogspot.com.br/>.

3.1.1 – Escolha dos temas para aplicação do Produto

Como já havíamos comentado antes, a atividade experimental ocorreu em uma turma de estudantes do nono ano do Ensino Fundamental. A princípio fizemos um levantamento analisando a estrutura curricular da disciplina de Ciências – Física. Verificamos os conteúdos abordados na turma observada, e imediatamente iniciamos a confecção e montagem dos kits experimentais, ao mesmo tempo foi adaptado também o material didático, em forma de texto, a ser usado durante as aulas experimentais. Toda essa parte do trabalho foi executada no primeiro semestre de 2014, momento em que a turma estudava na disciplina de Ciências o conteúdo direcionado à Química, o que foi bom para termos tempo de confeccionar o material que havíamos proposto para ser o produto.

O Ensino Fundamental, na maior parte das escolas, abrange desde os anos iniciais, primeiro ao quinto ano, até os anos finais, sexto ao nono ano. No nono ano a

disciplina de Ciências é dividida em Química e Física, e são estudadas de forma dividida e apenas no final do Ensino Fundamental. Nos demais anos, os conteúdos de Biologia prevalecem.

Em meados do segundo semestre de 2014, a turma de nono ano já havia avançado o conteúdo referente à Física e, em comum acordo com o professor da turma, decidimos que, dentre todas as sugestões de experimentos apresentadas entre os temas disponíveis para aplicação do produto, que aplicaríamos um tema já estudado com seus alunos, e os dois que melhor se encaixariam a sua turma seriam os experimentos de título: Experiências relacionadas com a pressão atmosférica: Placas de Magdeburg e Ebulidor de Franklin. Como a aplicação do produto ocorreu em outubro de 2014, a turma ainda não havia estudado conteúdos sobre Ótica e Eletromagnetismo.

Apesar do conteúdo estudado no Ensino Fundamental ser apresentado aos alunos com formato resumido, se compararmos com o conteúdo de Física que é oferecido no Ensino Médio, assuntos referentes à Mecânica ainda são os que mais têm espaço nas salas de aula. O que lamentamos, pois diante desta realidade não tivemos a oportunidade de aplicar e ampliar nosso trabalho envolvendo áreas da Física como a Ótica e o Eletromagnetismo.

3.1.2 – Atividades de aplicação do produto em sala de aula

Confeccionamos os kits experimentais e desenvolvemos o material didático com explicações da teoria, exemplos práticos e do cotidiano e o roteiro dos experimentos. A Figura 15 apresenta o kit experimental utilizado na primeira aula em que aplicamos nosso produto, uma versão alternativa do dispositivo que possibilitou Otto Von Guericke (1602-1686, físico alemão, notabilizado pelo estudo do vácuo e da eletrostática) formar vácuo e demonstrar os efeitos da pressão entre duas superfícies. Conhecido como as Placas de Magdeburg, experimentos em que a pressão externa pressiona cada hemisfério tão fortemente contra o outro que é difícil separá-los. Este kit experimental foi utilizado na primeira aula em que aplicamos o produto na escola intitulado Experiências relacionadas com a pressão atmosférica: Placas de Magdeburg.



Figura15 – Placas de Magdeburg: a pressão externa pressiona um hemisfério fortemente contra o outro. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para montar este kit usamos duas placas de acrílico e uma seringa para remover o ar entre elas. Em cada placa há um sulco circular onde se encaixa o anel de borracha para delimitar um pequeno volume de ar entre as placas. Em uma das placas há um furo próximo ao centro onde passa um tubo de plástico que é conectado a uma seringa. Puxamos o êmbolo da seringa e, em seguida, fechamos o tubo de plástico com uma presilha. Depois de parte do ar entre as placas ter sido removida com a seringa, a pressão do ar entre as placas fica menor que a pressão externa (pressão atmosférica).

Como o diâmetro interno do anel é $7,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ e a pressão atmosférica é da ordem de 10^5 N/m^2 , a força necessária para separar as placas deve ser superior a 411,1N. Com uma pequena diferença de pressão, entre as placas, a força necessária para separar as duas placas é muito grande. Aumentando-se a área (com o anel de maior diâmetro), essa força será proporcionalmente maior. Então, um estudante, ao tentar separar as duas placas puxando-as pelas alças, não conseguirá ou terá dificuldade para separar as duas placas.

No primeiro momento, ao realizamos o experimento das Placas de Magdeburg, iniciamos com uma leitura do material didático. Durante esta leitura os alunos podiam fazer perguntas, comentários, dar opiniões, tirar dúvidas. Não era apenas um momento de leitura, mas era também uma oportunidade para que os alunos comesçassem a interagir, relembrar, sem nenhum tipo de imposição, o que já haviam estudado sobre o conteúdo, afinal desejávamos que a participação dos estudantes fosse a mais espontânea possível.

Diante deste cenário, um aluno perguntou o que seria o vácuo. O professor da turma, que também estava presente e participando, se dispôs a responder com as seguintes palavras: “vácuo é quando não se tem a resistência do ar, quando não tem ar, principalmente”. Falamos então de alguns exemplos que fazem parte do nosso cotidiano onde se faz presente o vácuo. Começamos falando sobre a atmosfera terrestre, onde existe ar, e o que existe além dessa atmosfera, no caso o vácuo. Perguntamos por que o homem necessitou de uma roupa apropriada nas visitas que fez a Lua. E falamos sobre a diferença entre a superfície terrestre e a superfície lunar. Nossa atmosfera é composta, parcialmente, de oxigênio, o ar que respiramos, e na Lua já não tem essa atmosfera e por isso os astronautas ao realizarem suas visitas necessitaram de roupa apropriada para a ocasião. E foi tratado também sobre alimentos embalados a vácuo, muito fáceis de serem encontrados em supermercados, nos quais retira o máximo possível de ar presente no interior da embalagem com o intuito de aumentar a durabilidade do alimento, diminuindo a oxidação do alimento e a propagação de fungos e bactérias.

Falamos brevemente sobre a luz que se propaga no espaço por ser uma onda eletromagnética, e sobre a propagação do som, que não ocorre no vácuo, por ser uma onda mecânica que precisa de um meio material para se propagar. Outro exemplo discutido foi à lata de óleo ou azeite. Conversamos sobre o que é demonstrado na charge disponível no material impresso, Figura 16. Falamos sobre o porquê de se fazer dois furos na lata e explicamos como o ar auxilia a saída do óleo.



Figura 16 – Charge que se refere ao porquê de se fazer dois furos na lata⁴.

⁴ LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005. p. 248.

Veio à questão de porque conseguimos tomar refrigerante através de um único furo. Explicamos que, ao abrir a lata, o furo gerado é bem substancial onde há o espaço para entrada do ar o que facilita a saída do refrigerante. Conversamos sobre a dificuldade de tomar refresco com canudinho quando colocamos um dentro do refresco e outro fora, pois não conseguimos sugar o líquido do refresco. E quando temos o canudo somente dentro do líquido à força exercida pela pressão atmosférica auxilia no consumo do refresco com o canudinho, Figura 17.



Figura 17 – A pressão atmosférica atua na superfície do líquido, fazendo-o subir no canudinho⁵.

Outro exemplo, citado a partir da figura do material textual que trata sobre como podemos extrair grande parte do ar do interior de uma lata vazia utilizando uma bomba de vácuo, Figura 18, foi lembrado: como podemos acrescentar itens em uma mala apenas diminuindo o volume ao colocar tais itens em sacos plásticos e retirar o ar aumentando o espaço dentro da mala.

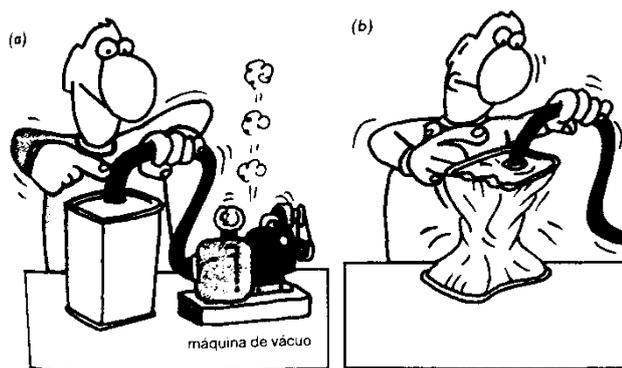


Figura 18 – A pressão atmosférica é capaz de esmagar uma lata no interior do qual foi feito o vácuo⁶.

⁵ LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005. p. 248.

⁶ (LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da, ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. *Física: volume 1*. São Paulo, Scipione, 2005. p. 247.

Em seguida, fizemos uma explicação de como funcionava o kit experimental, e também sobre alguns conceitos físicos como pressão atmosférica (fora das placas), pressão (entre as placas), força, dentre outros conceitos. Os alunos realizaram o experimento, repetiram a execução diversas vezes durante a aula, constataram que quanto mais retiravam o ar com a seringa mais dificuldades eles tinham para separar as placas, e com isso eram obrigados a fazer mais força para puxar as placas e separá-las. E observamos que eles conseguiram constatar os conceitos físicos discutidos antes de sua realização. Um aluno perguntou se entre as placas gerava suor. Falamos que, ao retirarmos o ar, estamos retirando também a umidade entre as placas, e com isso, não temos “suor” entre elas. Separamos as placas e, ele constatou que estava seco. Lembraram também do filme Missão Impossível, onde o ator consegue escalar um prédio com equipamentos que utilizam os princípios e conceitos discutidos na aula.

Em um segundo momento, realizamos o experimento do Ebulidor de Franklin, Figura 19. É um brinquedo encontrado em feiras de artesanato ou loja de produtos importados, com os mais diversos formatos e cores. É um instrumento constituído de um bulbo de vidro vedado, separado em duas regiões conectadas por um tubo e, em seu interior, tem um líquido colorido muito volátil, podendo ser álcool, clorofórmio, éter, dentre outros. Com ele verificamos a movimentação do líquido ao variar a sua temperatura.



Figura 19 – Ebulidor de Franklin: ao variar a temperatura ocorre um aumento de pressão deslocando do líquido para cima. Fonte: Elaborada pelo autor.

O estudante deve segurar a parte inferior do ebulidor de Franklin, fazendo com que o líquido em seu interior (álcool) se desloque para a parte superior. A transferência de calor da mão do estudante para o líquido acelera o processo de

evaporação de um líquido muito volátil e leva a um aumento na pressão. Esse aumento de pressão faz com que o líquido se desloque para cima. Quando colocamos a mão em contato com o bulbo inferior, há uma troca de calor entre ela e o vidro, porém, isso só acontece caso exista uma diferença de temperatura entre os dois corpos. O gás contido nesta parte do recipiente se aquece rapidamente e, por esse motivo, a energia cinética de suas moléculas aumenta consideravelmente. Desse modo, aumenta a pressão que o gás exerce sobre o líquido. Devido a este aumento de pressão e ao fato de haver somente gás no bulbo superior, o líquido sobe pelo tubo de vidro que conecta os dois tubos até jorrar no bulbo superior.

Questionamos os alunos sobre seu funcionamento. Eles perceberam que com as mãos aquecidas em contato com o bulbo inferior ocorreria troca de calor entre as mãos e o ebulidor, discutiram se era necessário aquecer o kit, com fogo, por exemplo, ou só as mãos que estariam em contato com ele já seria o suficiente para a variação de temperatura do líquido e do gás em seu interior. Toda essa discussão ocorreu ao olharem para o kit experimental sem nenhum contato físico, nesse momento eles ainda não haviam segurado o kit. Após os questionamentos e conclusões, eles constataram que para não danificar o kit, já que seu material é vidro, e bem fino, era necessário apenas aquecer as mãos para facilitar o deslocamento do líquido.

A aula foi finalizada com alguns questionamentos sobre pressão, tema principal dos experimentos realizados. Conversamos com os alunos sobre onde existe mais oxigênio, onde tem mais ar, falamos do monte Everest (montanha mais alta da Terra com mais de 8 mil metros de altitude), se no seu topo é mais fácil ou mais difícil de se respirar, o porque de nós não sermos esmagados pelo oxigênio, e foi lembrado de como os jogadores brasileiros sofrem ao participarem de partidas de futebol em La Paz na Bolívia, que fica a mais de 3 mil metros de altitude.

Como resultado, constatamos que os kits experimentais funcionaram de forma satisfatória, os fenômenos físicos abordados eram evidentes com o uso dos kits. Os alunos, ao serem questionados, conseguiram relacionar tais fenômenos com situações vividas por eles, contextualizando, mesmo que às vezes se baseando muito no senso comum. Após serem corrigidos, contudo com a apresentação de conceitos físicos, conseguiram assimilar o conhecimento físico e passar a fazer uso

do senso crítico-científico. O uso do material didático foi satisfatório, o texto conseguiu auxiliar os alunos, os exemplos acompanhados de figuras relacionadas a situações do cotidiano ajudaram a compreensão dos conceitos físicos a serem adquiridos. E o material didático agradou tanto aos alunos que simpatizaram pela aula experimental quanto aos alunos que não tiveram a mesma empolgação.

Diante dos fatos observados, concluímos que introduzir aulas práticas é um quesito positivo para melhorar a aprendizagem, os alunos, em sua maioria, se sentiram motivados e estimulados a terem gosto pela ciência, a serem ativos na aula, fazendo perguntas e respondendo o que lhes era perguntado, auxiliando os colegas nas respostas às perguntas e na execução do experimento. Com isso, esperamos que consigam construir o conhecimento a partir do senso crítico-científico, tornando-se bons profissionais e bons cidadãos.

Considerações Finais

É importante que os alunos participem ativamente das aulas, havendo a participação, eles aprendem mais rápido. O professor deve ser o mediador, o incentivador, o orientador da aprendizagem e precisa estimular o aluno a se tornar ativo, empreendedor, ciente de suas potencialidades e limitações. A aprendizagem deve ser espontânea gerada em um ambiente estimulante preparado pelo professor com um rico material didático para seus alunos. O material didático deve ser inserido em função de melhorar a maneira de o aluno aprender e suprir possíveis dificuldades a serem superadas.

Mesmo percebendo a importância das práticas experimentais, os professores ainda têm dificuldades em sua utilização. Aula experimental é uma das possibilidades de ensino dentre vários outros métodos que precisam ser implementados desde a formação inicial e também na formação continuada dos professores. O professor, em algum momento de sua formação, necessita adquirir conhecimento suficiente para saber conduzir, planejar e executar a aula utilizando experimentos. A aula com experimentos não é para se reproduzir experimentos ou copiar práticas, na verdade deve ser uma aproximação entre o cotidiano, o contexto e a teoria, analisando os fenômenos, interagindo e integrando para produção de conceitos.

A falta de estruturas, de materiais, os baixos salários e a carga horária inadequada, impedem que o ensino flua como deveria. E a utilização de aulas experimentais é um dos métodos importantes para a construção do conhecimento, principalmente o conhecimento científico, e por isso, aulas experimentais são de suma importância para o ensino de Ciências. E é importante saber definir que tipo de experimentação se encaixa no ensino a ser oferecido e a importância de estudar e refletir em defesa das práticas experimentais.

A relação entre teoria e prática são trunfos a serem utilizados para contextualizar, investigar, questionar, construir o conhecimento e reconstruir conceitos. O pensamento reflexivo busca descobrir a verdade, examinar mentalmente um assunto, questionar e avaliar as ideias para assim se chegar a uma conclusão.

O foco do trabalho não foi em questionar a fundo qual a melhor escola pedagógica. A intenção foi mostrar o que consideramos favorável a melhorar o ensino nos dias atuais de acordo com a escola de Dewey. O ensino deve ser apresentado aos alunos como um conhecimento em construção, e a todo o momento o aluno deverá ser instigado a questionar e investigar, pensar reflexivamente, construindo o conhecimento científico. O alicerce da sociedade e da educação é o professor, é ele quem provavelmente direcionará nas futuras escolhas pessoais e profissionais de seus alunos. O professor é quem motiva o sujeito a pensar de forma crítica e reflexiva dentro e fora da escola.

O aluno aprende fazendo, realizando, participando efetivamente da aula como sujeito, e na perspectiva de Dewey o aluno adquire o conhecimento quando há a reflexão das ações após o acontecimento realizado durante a aula. E isso nós pudemos observar na aplicação do produto, o ápice da aquisição do conhecimento ocorreu depois que os alunos realizaram o experimento e começaram o questionamento e discussões sobre o que acabaram de realizar.

O legado de Dewey é muito importante nos dias atuais, apesar de suas ideias terem sido fundamentadas no século anterior ao nosso. Deixou a importância da experiência na prática dentro do processo de aprendizagem, a teoria como forma privilegiada de conhecimento, a observação como uma maneira do professor desenvolver sua prática, utilizando o autoaprendizado dos alunos e professores, trazendo a teoria e a prática juntas enriquecendo o aprendizado, promovendo a construção do conhecimento.

No ensino público dificilmente encontramos professores de Ciências do nono ano com formação em Física, a maioria tem formação em Biologia, e algumas vezes em Química, como é o caso da escola visitada. E esse fato é relevante, pois é clara a dificuldade do professor a frente de uma área do conhecimento, na ocasião a Física, e deixar de lado aulas tradicionais e implementar aulas práticas no cotidiano de sua turma. Mas também não é algo impossível, pois com kits experimentais confeccionados com material de baixo custo, podemos contornar esta dificuldade e suprir a necessidade de motivar os alunos, conduzir, assim, o conhecimento físico de forma mais eficaz.

Referências

BRUBACHER, John Seiler. John Dewey. In: CHÂTEU, Jean. **Os Grandes pedagogistas**. Tradução de Luiz Damasco Penna e João Baptista Damasco Penna. São Paulo: Nacional, 1978. 358 p.

CAMBI, Franco. **História da pedagogia**. São Paulo, Fundação Editora da Unesp (FEU), 1999. 701 p.

DEWEY, John. **Como pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição. Tradução de Haydée de Camargo Campos. 4. ed. São Paulo. Editora Nacional, 1979. 287 p.

GASPAR, Alberto, **Atividades experimentais no ensino de Física: uma visão baseada na teoria de Vigotski**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2014. 250 p.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem do ato pedagógico**. 1ª ed. São Paulo, Cortez Editora. 2011. 448 p.

PIETROCOLA, Maurício (organizador), **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Editora da UFSC, Florianópolis, 2005, edição revisada. 236 p.

SANCRISTÁN, J. Gimeno. GÓMEZ, A. I. PÉREZ. **Compreender e transformar o ensino**. 4 ed. São Paulo Editora Artmed 1998. 400 p.

SELBACH Simone (supervisão geral), **Ciência e didática**. Editora Vozes, Petrópolis RJ, 2010 (Coleção Como Bem Ensinar) Vários autores. 167 p.