



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

ERISON GADELHA DE LIMA

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA:
EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA**

**FORTALEZA – CE
2019**

ERISON GADELHA DE LIMA

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA:
EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Carla Maria Salgado Vidal Silva

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L697m Lima, Erison Gadêlha de.
METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA: EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA / Erison Gadêlha de Lima. – 2019.
63 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Carla Maria Salgado Vidal Silva.
1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3. Mecânica. 4. Ensino aprendizagem. I. Título.

CDD 530

ERISON GADELHA DE LIMA

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA:
EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em: 17/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Carla Maria Salgado Vidal Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais e avós, por todo incentivo e apoio ao longo dessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

À Prof. Dr. Carla Vidal, pela excelente orientação.

À Escola Profissional Adolfo Ferreira de Sousa, na qual foi realizada o experimento e questionário para a coleta de dados deste trabalho.

Aos meus pais, José Ubiratam Ferreira de Lima e Elenir Rodrigues Gadêlha, por todo auxílio em meu percurso acadêmico, e por sempre acreditarem em mim.

À Silvana Silva, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

À UFC, pelo apoio logístico e sua excelência na qualidade de ensino.

Ao PIBID, pelo excelente projeto, que nos motiva a continuar no ensino de Física.

Aos professores do Departamento de Física, que contribuíram pra minha formação e possibilitaram grandes aprendizados.

Aos Funcionários do Departamento de Física de modo geral, pelo apoio logístico.

Aos colegas de graduação pela troca de conhecimentos e apoio sempre que precisei.

“A educação qualquer que seja ela, é sempre
uma teoria do conhecimento posta em prática.”

(Paulo Freire)

RESUMO

Os desafios do ensino de física são bastante abrangentes no que tange a esfera estadual e municipal das redes de educação. Alunos do ensino médio consideram a física uma das matérias menos compreendidas e mais complexas das ciências exatas. Com base nos estudos e pesquisas realizadas a respeito do ensino de física no Brasil, observa-se diversos desafios que fazem parte da realidade do ensino, o que tem levado inúmeros pesquisadores e professores a refletir sobre as metodologias de ensino e quais mudanças são necessárias para um ensino de qualidade. Neste trabalho realizamos uma reflexão a respeito das principais dificuldades no ensino de física e destacamos, dentre elas, o uso de experimentos práticos nas aulas de física. Essas dificuldades englobam inúmeros fatores apontados, como falta de estrutura de laboratórios e equipamentos nas escolas, falta de incentivo à capacitação do profissional docente, além da dificuldade de desenvolver planos de aulas incluindo atividades práticas. Conseqüentemente, devido ao tempo corrido dos professores, acabam reproduzindo aulas básicas e expositivas, com resolução de questões, que são na maioria das vezes do livro didático. Diante dessas dificuldades, e considerando a importância da experimentação no ensino, apresentamos neste trabalho algumas sugestões de experimentos de baixo custo para os conteúdos de mecânica que podem ser utilizados pelo professor em sala de aula. Além de reflexões pertinentes para o ensino, a utilização de práticas experimentais funciona como métodos auxiliares que facilitam a compreensão dos alunos, tornando os conteúdos menos abstratos e estimulando o interesse pelas ciências físicas por meio de aulas mais dinâmicas e práticas, potencializando a aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física, Experimentação, Mecânica, Ensino aprendizagem.

ABSTRACT

The challenges of physics teaching are quite broad in what concerns the state and municipal sphere of education networks. High school students regard physics as one of the least understood and complex subjects of the exact sciences. Based on the studies and research carried out regarding the teaching of physics in Brazil, there are several challenges that are part of the reality of teaching, which has led countless researchers and teachers to reflect on teaching methodologies and what changes are needed for quality teaching. In this work we present a reflection about the main difficulties in physics teaching and we highlight among them the use of practical experiments in physics classes. This question, which by many factors pointed out, as the deficiency of structure laboratories and equipment in schools, lack of incentive to the qualification of the teaching professional, as well as the difficulty of developing lesson plans including practical activities. These difficulties include a number of factors, such as the lack of structure of laboratories and equipment in schools, lack of incentive to teacher training, and the difficulty of developing lesson plans including practical activities. Consequently, due to the summary time, the teachers end up reproducing basic and expository classes, with resolution of questions, which are mostly from the textbook. Faced with these difficulties, and considering the importance of experimentation in teaching, we present in this paper some suggestions of low cost experiments for the contents of mechanics that can be used by the teacher in the classroom. In addition to reflections pertinent to teaching, the use of experimental practices works as auxiliary methods that facilitate students' understanding, making content less abstract and stimulating interest in the physical sciences through more dynamic and practical classes, enhancing learning.

Keywords: Physics Teaching. Experimentation. Mechanics. Teaching-learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ranking PISA 2016.....	25
Figura 2 – Questionário do aluno sobre o ensino de física.....	35
Figura 3 – Montagem da prática experimental.....	42
Figura 4 – Garrafas interligadas.	44
Figura 5 – Grupos de alunos realizando a atividade experimental.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Levando em consideração as ciências naturais, qual das disciplinas você mais gosta?	36
Gráfico 2 – <i>Item 02</i> : Você tem dificuldades em estudar física?	37
Gráfico 3 – <i>Item 03</i> : Qual a importância do ensino de física para você?	37
Gráfico 4 – <i>Item 04</i> : O que você entende por física?	38
Gráfico 5 – <i>Item 05</i> : Qual das disciplinas você tem mais dificuldade?.....	38
Gráfico 6 – <i>Item 07</i> : Como você gostaria de estudar física?.....	39
Gráfico 7 – <i>Item 08</i> : A física estudada na escola tem relação com seu cotidiano e com as tecnologias atuais?	40
Gráfico 8 – <i>Item 09</i> : Você já fez algum experimento em sala de aula?.....	40
Gráfico 9 – <i>Item 10</i> : Você acredita que experimentos podem ajudar no aprendizado da física?	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Item 06</i> : O professor utiliza algum dos recursos abaixo?.....	39
Tabela 2 – Posição (x) e tempo (t).	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL	4
3	A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	23
3.1	O ensino de ciências no Brasil	25
3.2	Teoria e prática	26
3.3	Leis que defendem a experimentação no ensino de ciências	28
3.4	Alguns materiais de apoio desenvolvidos pela pesquisa em ensino de física.....	30
4	METODOLOGIA	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1	Elaboração e aplicação do Questionário	34
5.2	Experimentos de baixo custo: Propostas.....	41
5.2.1	Roteiro de Prática 1: Movimento retilíneo uniforme (MRU)	41
5.2.2	Roteiro de Prática 2: Velocidade média	43
5.2.3	Roteiro de Prática 3: Queda livre	44
5.3	Aplicação do Experimento de Baixo Custo em Sala de Aula	45
6	CONCLUSÃO	47
	APÊNDICE 1 – PLANO DE AULA EXPERIMENTAL	50

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física no Brasil tem sido objeto de estudo ao longo de vários anos e em diferentes contextos sociais. Os desafios relativos ao ensino de ciências, especificamente da física, continuam fazendo parte da realidade do ensino, levando inúmeros pesquisadores e professores a refletirem sobre as perspectivas didáticas, e identificar quais os principais problemas, bem como os fatores contextualmente relacionados aos processos de ensino aprendizagem. A pesquisa em ensino, tem se empenhado em diagnosticar os fatores que dificultam a aprendizagem além de nos possibilitar uma reflexão mais profunda sobre nossa realidade. Atualmente, podemos observar inúmeros resultados e avanços no campo do ensino das ciências, no entanto, esses avanços nas investigações e reflexões ainda não atingiram o âmbito mais amplo em termos de aplicações práticas ou imediatas para uma modificação do ensino, pois é um processo lento e que está associado aos diversos fatores que interferem no campo educacional. A escola, como parte de uma sociedade, está de certo modo, condicionada pelos fatores políticos, econômicos e ideológicos, impossibilitando muitas vezes que mudanças mais significativas possam ser de fato observadas. Temos, portanto, um paradigma entre as propostas de ensino e as práticas educativas que são aplicadas em sala de aula (COSTA & BARROS, 2015).

É muito comum nas escolas brasileiras, um certo desinteresse dos alunos, além de uma expressiva dificuldade dos estudantes em obterem bons resultados na disciplina de física. É frequente os baixos rendimentos e resultados em avaliações desenvolvidas para avaliar a proficiência e o nível de conhecimento dos alunos do nível básico e médio. Esses resultados refletem o contexto educacional e as limitações que precisam ser trabalhadas. Temos assim um ensino de física que permanece categorizado por uma forte tendência em realizar uma mera reprodução dos conteúdos, de modo que não há espaço para uma reflexão sobre os assuntos estudados, no qual os estudantes tornam-se sujeitos passivos no processo de aprendizagem, limitando-se apenas a observação e resolução de questões de cálculos. Observamos dentre as principais dificuldades no ensino de física, a pouca utilização e até mesmo ausência de atividades práticas, seja em laboratórios ou sala de aula. Para essa dificuldade são apontadas, dentre as principais causas, a falta de estrutura dos laboratórios, falta de equipamentos, falta de preparo do professor para elaboração de aulas práticas, além de problemas relacionados à falta de tempo para o planejamento das atividades docentes devido a carga horária excessiva de trabalho (COSTA & BARROS,

2015).

A pesquisa em ensino tem, ao longo dos anos, investigado essas dificuldades no ensino de física, além de empenhar-se na elaboração de inúmeras propostas para uma educação de qualidade. Em meio aos inúmeros avanços, atualmente os vários grupos e institutos de pesquisas preocupados com as questões do ensino, têm elaborado e divulgado inúmeros materiais didáticos de apoio ao professor, além do desenvolvimento de metodologias alternativas e complementares para o ensino de física. Temos inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar o fazer docente em sala de aula, minimizando as dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

Diante dessas dificuldades e considerando a relevância de aulas com experimentações práticas, pretendemos nesse trabalho analisar o uso de experimentos no ensino de física, bem como suas contribuições para uma aprendizagem significativa. Sabemos das dificuldades estruturais e econômicas de muitas escolas brasileiras. Elencamos, portanto, ideias de experimentos de baixo custo que podem ser utilizados pelo docente para trabalhar conteúdos de mecânica no ensino médio.

São inúmeros os trabalhos e pesquisas voltadas para área de ensino de física, tomamos como base para uma revisão bibliográfica, alguns estudos que merecem destaque nesse campo da pesquisa em ensino. No âmbito do percurso histórico utilizamos como referencial teórico os trabalhos de Almeida Junior (1979) e Moreira (2000), que desenvolveram estudos a respeito da evolução do ensino de física no Brasil. Almeida Junior, se debruça sobre os aspectos históricos e fatores contextuais que interferiram ou impulsionaram as problematizações e avanços no ensino de física e das ciências de modo geral. Sua análise histórica compreende os primeiros contextos de ensino nos anos do Brasil colônia, império e república, registrando as diversas tentativas com o intuito de despertar uma consciência científica no país (NARDI, 2004). Moreira por sua vez, centra-se na evolução com base nos marcos mais recentes e, de fato, mais significantes em termos de aplicações práticas e de modificações no âmbito educacional. Com relação as contribuições dos experimentos de baixo custo na aprendizagem, tomamos como base os trabalhos de (VIOLIN, 1979), acerca da experimentação no ensino de física. Além desses trabalhos, uma breve revisão, nos apresenta inúmeros trabalhos produzidos na área, que abordam e enfatizam a importância dos experimentos no ensino de física, como uma metodologia que contribui na facilitação da compreensão e na aprendizagem dos conteúdos de física de modo geral. A exemplo disso temos as pesquisas de Assunção (2010), Carneiro (2007), Laburú (2005) e Peruzzo (2013).

Diante das várias pesquisas que abordam as problemáticas do ensino física, apresentamos neste trabalho algumas reflexões com base nas pesquisas desenvolvidas na área, visando apontar possíveis caminhos para a melhoria da aprendizagem do ensino de física no ensino médio. Enfatizamos nesse trabalho a utilização de experimentos de baixo custo, como uma metodologia complementar, de modo que tenhamos um ensino menos abstrato e mais acessível, gerando uma maior aproximação dos estudantes com os conteúdos ensinados. Assim, propomos a seleção de alguns experimentos de baixo custo que podem ser utilizados pelo professor em sala de aula e que podem ser facilmente encontrados em sites e plataformas que disponibilizam matérias de apoio para professores. Dentre os vários experimentos, foi escolhido um para ser aplicado em uma turma de primeiro ano do ensino médio. Desse modo esperamos suscitar algumas discussões e reflexões a respeito da utilização dos experimentos em sala de aula, analisando suas contribuições dentro do contexto de ensino no qual a pesquisa será realizada.

Este trabalho está organizado nas seguintes partes: No Capítulo 1 temos a Introdução, no Capítulo 2 realizamos uma breve contextualização do percurso histórico do ensino de física no Brasil, a fim de conhecermos de maneira mais aprofundada as questões pertinentes ao ensino e de que maneira essas questões foram despertadas à luz de diversas propostas e discussões ao longo dos anos. Neste capítulo, vemos através do percurso histórico do ensino de física, que os problemas atuais têm raízes desde os primeiros modelos educacionais desenvolvidos no Brasil.

No Capítulo 3, trazemos algumas reflexões a respeito da experimentação no ensino de física, bem como as leis que apoiam a necessidade de atividades práticas para um melhor aprendizado. No capítulo 4, apresentamos a metodologia e detalhamos a proposta deste trabalho com os modos de realização necessários para sua execução. Em seguida, no Capítulo 5 temos os resultados e discussões a partir da aplicação do plano de aula com o experimento selecionado e a partir da avaliação das respostas do questionário aplicado. Por fim apresentamos algumas considerações finais, no Capítulo 6, a partir de tudo que foi abordado neste trabalho e da intervenção prática do experimento que foi trabalhado em sala de aula. Esperamos com esse trabalho, suscitar discussões e reflexões acerca dos processos de ensino de física, assim como compartilhar uma experiência docente, na tentativa de melhorar as práticas educativas em sala de aula.

2 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Compreender os processos educacionais e os problemas relativos ao ensino de física é uma tarefa que tem ocupado inúmeros pesquisadores da área do ensino das ciências de modo geral. É de fundamental importância que para tanto, façamos uma breve exposição do percurso histórico dessa disciplina, a fim de apresentar uma retrospectiva e as perspectivas didáticas que fazem parte do sistema educacional desde as primeiras iniciativas de estudos que abordaram a questão do ensino de ciências e as necessidade de reformas para atender as deficiências de formação que atingem o ensino de física nos mais diversos níveis, seja no ensino médio ou superior. Desse modo, pretende-se revistar as concepções que se perpetuam na formação docente a respeito do ensino de física em sua relação com os fatores que interferem na aprendizagem. Tais perspectivas construídas em determinados contextos históricos, políticos e sociais, refletem-se nas abordagens e práticas docentes em sala de aula, levando os profissionais da educação e demais pesquisadores a questionarem os tipos de metodologias que são empregadas no desenvolvimento das aulas, quais objetivos poderão ser alcançados, e qual a melhor estratégia a ser utilizada, de modo que a formação do conhecimento possibilite não apenas a transmissão dos conteúdos, mas uma aquisição reflexiva e problematizada das questões. Essas e outras problemáticas, têm elevado cada vez mais o empenho de docentes e pesquisadores, a fim de repensar o ensino de ciências, buscando novas propostas voltadas para o ensino médio e superior, objetivando uma melhor propagação do conhecimento de física como um instrumento de maior clareza e compreensão.

De acordo com Almeida Junior (1979), os registros a respeito do ensino de ciências no Brasil iniciaram-se a partir de 1549, com as instituições das primeiras escolas fundadas pelos jesuítas na Bahia. Os modelos educacionais que predominaram durante todo esse período colonial e se configura até o período da era Vargas, está fundamentalmente alicerçado nos moldes europeus. Inicialmente, o propósito educacional era exclusivamente para atender as necessidades ideológicas de ensinar os preceitos da doutrina cristã. O ensino era portanto, officio dos padres jesuítas, que ensinam a comunidade a ler e escrever, de modo que pudessem aprender os ensinamentos da moral religiosa. Esse ensino era destinado aos mais diversos tipos de pessoas, crianças, jovens e adultos, independentemente de raça ou posição social e econômica. Posteriormente, em 1759, o acesso ao ensino era destinado as classes privilegiadas, e as escolas fundamentavam-se em um ensino de base nas disciplinas nas áreas de humanidades. Os

conteúdos eram limitados ao ensino de gramática no nível básico, letras, teologia e medicina no nível superior, mas até então não havia um interesse pela inserção das ciências naturais no ensino. Os conhecimentos científicos, portanto, eram deixados de lado no quadro curricular.

Dentro desse ensino excessivamente literário e retórico, nota-se, pela análise minuciosa do “*Ratium studiorum*”, o código administrativo, curricular e disciplinar dos colégios jesuíticos, um aceno de instrução científica nas aulas de meteorologia. Durante os meses de verão, na última hora da tarde, um extraordinário professor observava e descrevia a geografia física do céu para seus alunos que faziam mapas e previsões de movimentos estelares. (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 46)

Segundo os estudos de Almeida Júnior, esse era o único momento em que os estudantes tinham contato em certa medida, com as ciências naturais, o que não era suficiente para caracterizar um ensino significativo de ciências por apenas categorizar e levantar hipóteses. Dessa forma, a educação durante o Brasil império permaneceu centrada em um ensino essencialmente humanista, no qual as disciplinas das ciências físicas eram desconsideradas do currículo escolar, excetuando algumas poucas tentativas de avanço e de destaque nas ciências físicas que permitiam algum despertar pela área, mas que não puderam por diversas circunstâncias sociais, desencadear proporções maiores. A esse respeito podemos citar algumas tentativas de desenvolvimentos de ideias na área das ciências, como foi o caso do Físico J. Marcgrave, vindo para o Pernambuco, juntamente com outros cientistas em 1637, enviados pelo conde de Nassau durante a invasão holandesa. Esse grupo de cientistas iniciam no Brasil uma série de investigações, que embora se dedicassem ao campo das ciências naturais como a medicina, botânica e a zoologia, J. Marcgrave destacou-se por suas pesquisas no campo da física realizando observações meteorológicas e astronômicas, realizando também estudos descritivos sobre a topografia e o clima do Brasil. No entanto suas pesquisas não foram continuadas e toda sua obra ficou esquecida após a expulsão dos holandeses em 1644.

Desapareceu assim a concretização de um esboço de ensino científico possivelmente derivado da atividade desses homens de ciência, ou mais propriamente, de um ensino de física para jovens aprendizes, que trabalhando junto com Marcgrave, aprendessem o seu ofício de construir e aperfeiçoar lentes para observações astronômicas, fazer previsões meteorológicas e de eclipses e outras práticas. (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 47)

Desse modo, o ensino de ciências permaneceu praticamente inexistente durante o Brasil colônia, sendo incentivado raras vezes por uma ou outra tentativa vinda de fora,

mas que por motivos políticos e contextuais limitaram um despertar científico significativo naquela época. Um declínio ainda maior na educação ocorreu em 1759, com a expulsão dos jesuítas, responsáveis pelo sistema educacional, sem nenhuma previsão de substituição ou medida que reparasse as demandas e necessidades no ensino. O ensino ficou portanto, limitado a padres que disponibilizavam horários em conventos e abriram espaço para o ensino, que era em geral voltado para a área das linguagens e conhecimentos humanos, como aulas de gramática grego e retórica.

Observamos, segundo as pesquisas do autor que, nesse período, os avanços na área do ensino de ciências tiveram algum incentivo somente em 1817, com a chegada da família real no Brasil, que para capacitar seus súditos investiram na criação de escolas e instituições que possibilitassem a qualificação da sociedade para novos empregos, diante da efervescência cultural acarretada pelas relações internacionais e intelectuais nessa época. Inúmeras mudanças e avanços ocorreram nesse período, mas no campo das ciências naturais as iniciativas não obtiveram muito sucesso, um exemplo disso foi o projeto proposto por José Bonifácio em 9 de outubro de 1821, que visava a reformulação do ensino básico e superior, de modo que o ensino de ciências físicas e naturais fossem inseridas no plano curricular, no entanto esse projeto não foi aprovado pela corte, e o quadro de ensino permaneceu inalterado. O sistema de ensino da época limitava-se a reflexão crítica e filosófica, os fatores ideológicos e políticos não possibilitavam uma formação voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico, qualificando o homem apenas para fins laborais e técnicos, gerando no brasileiro um total desinteresse pelas ciências físicas e naturais. Segundo Fernando de Azevedo:

“A verdade é que o gosto dos fatos, o espírito científico e investigador e o entusiasmo pelo método experimental podiam desenvolver-se entre nós como por toda parte; e a causa principal desse desinteresse do brasileiro (...) é antes o tipo de ensino quase exclusivamente literário, livresco e retórico, que se implantou no Brasil, desde a colônia até os fins do império” (AZEVEDO *Apud* ALMEIDA JUNIOR, 1979, p. 51)

Conforme foi observado nos trabalhos de Almeida Junior (1979), a situação do ensino de física permanece com poucos avanços até o final da era imperial no Brasil, caracterizado por um forte modelo de ensino mais literário, e sem presença das ciências naturais, a não ser por uma única disciplina de mecânica que era oferecida na universidade da Bahia. Essa tradição de ensino excessivamente humanista começa a ser modificada a partir de 1823, um ano após a criação do colégio Pedro II, uma instituição pensada segundo os modelos de ensino das escolas francesas, impulsionada pelo espírito científico

das ideias da revolução francesa que tinham grande propagação na época. Dessa forma, as políticas educacionais entrelaçadas por uma nova ideologia, instauram no ensino básico a inclusão das ciências físicas e naturais nos três últimos anos de escolarização, a física, química e matemática começam dessa vez a ganhar um espaço na grade curricular das escolas, pelo menos era o que constava no plano de ensino idealizado, mas que teve alguns problemas de execução em uma aplicação prática. A realidade, é que embora as disciplinas estivessem inseridas na grade curricular para os três últimos anos, como uma tentativa de equilibrar o ensino literário dos anos iniciais, as disciplinas ocupavam pouquíssimo espaço da carga horária e o tempo destinado para o ensino das ciências acabava sendo tomado pelas outras disciplinas consideradas mais importantes na preparação para o ingresso dos estudantes nos cursos superiores. A iniciativa, portanto, acabou sendo mais um projeto que, apesar de ter sido implantado, não conseguiu uma eficácia no que pretendia realizar, impossibilitando o avanço e o despertar pelos estudos científicos de modo mais significativo. Segundo aponta Almeida Junior:

As mínimas aulas de física, química e matemática amontoavam-se nos últimos anos atropeladas com as línguas clássicas e modernas e, exigência maior de matérias de humanidades nos exames preparatórios para o ingresso nas escolas superiores, desobrigando ou reduzindo as aulas de física a meras noções gerais, prejudicaram profundamente os progressos dos estudos científicos (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.54)

Os problemas no âmbito do ensino superior eram basicamente os mesmos do ensino básico, pois a inclusão tardia das ciências físicas nas grades curriculares, também foi um problema característico nos cursos superiores, constituindo um fator que dificultou o desenvolvimento do pensamento científico no país. A primeira cadeira de física instaurada tardiamente em 1832 nas instituições de ensino superior criadas por D. João VI, foi a primeira tentativa de inserção das ciências no plano de ensino superior. Essa disciplina, embora obrigatória, atendia a fins específicos do curso de medicina, o que não possibilitava um maior aproveitamento de campo de estudos da física, pois a disciplina limitava-se a aulas expositivas e abordagem de conceitos gerais, dificultando um pensamento mais aprofundado e o desenvolvimento de pesquisas na área. Outra problemática existente era o projeto governamental, bastante criticado por possibilitar a matrícula condicional em faculdades que não exigiam o certificado de conclusão no preparatório, trazendo para o âmbito do ensino superior alunos ouvintes que não tinham na maioria das vezes, uma base de conhecimentos primários e essenciais para a compreensão dos conteúdos da física no nível superior, o que dificultava a qualidade da

formação devido as dificuldades dos alunos e também dos métodos limitados de ensino.

Segundo o percurso histórico realizado por Almeida Júnior, no século XVIII, ganha espaço no sistema educacional brasileiro, um novo modelo educacional baseado nas chamadas “*realschulen*”, termo que traduzido significa escola real. Esse modelo educacional visava um novo modo de educação secundária que conciliasse metodologias de conhecimentos teóricos aliadas a prática educativa, é nesse modelo que surge para atender as demandas sociais decorrentes do industrialismo crescente, o ensino de ciências ganha um certo destaque, especialmente na área da física passando a ter a necessidade de um ensino de fato mais científico e menos literário, com destaque para aula com uso de experimentações práticas, observação de fenômenos e construções de hipóteses. No entanto, esse ensino no âmbito da realidade política, sobretudo, social e econômicas do Brasil não pode se expandir das áreas mais industrializadas, nem mesmo continuar se desenvolvendo, pois os professores enfrentavam uma grande falta de recursos para a utilização de experimentos, bem como a falta de materiais didáticos adequados para as atividades práticas, assim também como o despreparo dos professores para lidar com os novos métodos de ensino. Outra problemática que impossibilitou a eficácia desse modelo de ensino, é que as aulas práticas continuavam a ser expositivas, uma vez que os experimentos eram manipulados apenas pelo professor, responsável por apresentar de forma demonstrativa a ocorrência de fenômenos para os alunos que apenas observavam passivamente, sem nenhuma participação ativa na construção do conhecimento, sem estimular dessa forma, um espírito de investigador necessário ao fazer científico.

Nos anos 70 o positivismo filosófico de Auguste Comte, tomou grandes proporções no pensamento humano da época. De acordo com essa corrente filosófica, o método científico seria o mais ideal para o desenvolvimento do pensamento humano, sendo o único conhecimento que deveria ser considerado como verdadeiro. Esse pensamento provocou grande revolução nos modos de pensar, já que a verdade das coisas era dada a partir de um método científico que comprovassem determinadas hipóteses. As bases do pensamento humano passam a ser questionadas e inicia-se uma época de efervescência em que surge a necessidade de formar os indivíduos não apenas para alcançar os níveis superiores de ensino ou para mercado de trabalho, mas para uma compreensão mais ampla da realidade e verdade que o cerca. O método científico ganha nesse período maior destaque na área do ensino e as ciências físicas e naturais, passam a ganhar uma reformulação no que diz respeito a propostas para sua abordagem em sala de aula. Surge, portanto, a necessidade de uma reforma nos métodos de ensino de física, de

modo que se tornou imprescindível em sala de aula os métodos experimentais e investigativos. O questionamento a respeito do desenvolvimento do pensamento crítico ganhou inúmeros apoiadores, pois fazia-se necessário romper com o modelo clássico e passivo de ensino, no qual os alunos eram capacitados apenas para reproduzir conteúdo decorados sem nenhum tipo de reflexão crítica, ou sem nenhuma participação ativa no processo de aprendizagem. No entanto esse momento de grandes reflexões e propostas para o âmbito do ensino científico tendo como principal ideia o aperfeiçoamento humano e maior amplitude da realidade, não teve força suficiente para transformar a prática educativa, pois a maioria dos professores não se interessaram por mudar seus métodos de ensino já há muito cristalizados pela tradição clássica que permaneceu no fazer docente, não levando a uma dimensão maior da compreensão das ciências no âmbito do ensino. Observamos essa realidade do ensino nas palavras de Almeida Junior:

o “sopro científico” não inspirou o interior do ensino de modo que levasse os professores de física a uma nova atitude didática. As aulas continuaram expositivas, poucas vezes demonstrativas, e o método de ensino permanecia o mesmo -memorização e repetição mecânica de princípios e leis. Não havia a preocupação em fazer ciência enquanto se estudava ciência. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.56)

Podemos observar através dos inúmeros trabalhos a respeito do ensino de física no Brasil, que durante o período que compreende a época colonial e imperial, a situação do ensino de ciências permaneceu inalterada, as inúmeras tentativas e iniciativas a respeito de uma inclusão das ciências, e posteriormente, de uma reformulação desse ensino, não conseguiram atingir níveis significativos de mudanças em termos práticos. O sistema político, econômico e ideológico, moldaram o ensino, solidificando modos de pensar e conseqüentemente práticas educativas alicerçadas em um ensino clássico e tradicional. Os principais problemas limitantes da época eram em geral, a falta de um ensino prático dos conceitos através de experimentações, bem como a falta de recursos, materiais didáticos e capacitação docente.

Esse quadro educacional que se configura nos anos coloniais e imperiais, começa a sofrer modificações mais significativas a partir da instauração da república, nos anos que sucedem a independência. Nesse período marcado por fortes transformações e revoluções sociais que demarcaram importantes pontos da história brasileira, como a abolição da escravatura e o grande crescimento industrial, trazendo a instalação de um novo regime e conseqüentemente, um novo modelo social e ideológico. As ideias do positivismo científico ganham destaque na área da educação, dessa vez, levando a criação

e execução de projetos de ensino mais concretos, possibilitando a reformulação do plano de ensino vigente. Pela primeira vez tem-se nas escolas de nível básico uma grade curricular com uma predominância do ensino científico. Dessa forma, foi criada em 1890, por Benjamim Cosntant, a reforma do ensino médio, que teria a inclusão de inúmeras disciplinas científicas que eram consideradas importantes para o desenvolvimento do pensamento científico. No entanto, algumas críticas foram feitas ao novo sistema de ensino, pois a nova iniciativa enfrentava inúmeros problemas em termos de aplicação prática na nova realidade escolar. Dentre os principais problemas destacam-se os de ordem econômica, pois seriam um enorme gasto para o sistema educacional manter os subsídios necessários para todas as disciplinas, sobretudo as de caráter prático, que exigiam materiais para experimentações e equipamentos para os laboratórios. Além disso, o próprio número excessivo de disciplinas, já constituíam em si um problema, pois tornava-se difícil conciliar e dar o devido espaço para cada disciplina dentro de um cronograma extremante sobrecarregado. Se nos anos anteriores o problema foi a falta de disciplinas científicas na grade curricular, nesse contexto, passa a ser o excesso delas, inseridas no plano de ensino, sem as devidas medidas que organizasse um equilíbrio entre as inúmeras disciplinas. Segundo Almeida Junior:

Três críticas podem ser feitas a tal instrução científica: -uma primeira, levantada pelos diversos autores consultados, se refere ao prejuízo que o estudo das ciências exatas sofreria devido a diversidade e abrangência do currículo, onde as já numerosas 14 disciplinas científicas eram lecionadas juntamente com mais 6 línguas e outras 16 matérias perfazendo ao todo 36 disciplinas diferentes. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.56)

Além desse problema, Almeida Junior menciona outras dificuldades que impossibilitam uma execução eficaz do novo plano de ensino, pois na distribuição das disciplinas, as séries em que os alunos ainda eram muito jovens, não estavam aptos para receberem conteúdos mais avançados de física e das demais ciências. Essa inserção das disciplinas científicas já nos primeiros anos do ensino básico, dificultava a aprendizagem dos conteúdos, fazendo com que a próxima série fosse uma mera revisão dos conteúdos que deveriam ter sido aprendidos no nível anterior. Ademais, consideráveis críticas também eram feitas aos métodos de ensino, pois a forma de ensinar as disciplinas de física eram demasiadamente predominadas por cálculos matemáticos, assim como aulas essencialmente expositivas dos conteúdos, sem o auxílio dos experimentos práticos para uma melhor compressão dos conteúdos, que eram, na maiorias das vezes, reduzidos a conceitos gerais e amplos das disciplinas. Após essa falha tentativa de reforma do ensino,

a educação do ensino médio passou a ser um momento de preparação para o acesso ao ensino superior, o que conferia menos importância às disciplinas científicas, que dentro de um corrido cronograma escolar, configurando portanto, mais uma iniciativa que por diversos fatores não teve resultados significativos em um modelo educacional que rompesse os paradigmas vigentes. Assim também permaneceu solidificado um modelo educacional que não pode ser substituído e continuado pelos novos métodos. A respeito disso, Almeida Junior afirma:

A educação ilusoriamente científica de inspiração comteana, ficou longe de realizar uma legítima formação de cientistas por meio de profundos estudos das ciências exatas, sem detrimento da parte experimental, que é a própria instrumentalização dessas ciências. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.59)

Com relação ao ensino superior, a mentalidade da época não era diferente, os modelos de educação se repetiam em todos os níveis de ensino, conferindo ao ensino de ciências um caráter profissional e formal no ensino superior. Um espírito científico aprofundado, ainda não havia sido desenvolvido até então, pois embora tivessem sido criadas algumas instituições de ensino especializadas para o ensino de ciências físicas e naturais, não existia ainda medidas que se preocupassem com a formação dos estudantes, além disso havia na época uma preocupação em apenas conseguir o diploma, pois isso conferia aos cidadãos uma importância e privilégios em acesso a cargos mais elevados. O estudo das ciências físicas não tinha ainda o foco de desenvolver uma formação mais aprofundada e aplicada a pesquisa ou as práticas de ensino.

Muitas outras tentativas de reforma do ensino foram elaboradas nesse período, mas os diversos fatores sociais impediam o crescimento de um ensino científico significativo para o país. Vale destacar dentre essas iniciativas a criação da lei nº 1750, de 8 de dezembro de 1920. Esta lei previa reformas educacionais no campo das ciências, nos diferentes níveis de ensino nas escolas, primárias, normais, complementares e profissionais. Para cada nível de ensino, a constituição previa não apenas os conteúdos científicos a serem ensinados, como também o modo como esses conteúdos deveriam ser transmitidos. A lei previa dentre outras regulamentações, a ideia de que o professor deveria inserir em suas aulas o método experimental, de modo que complementasse as aulas teóricas com atividades práticas para a compreensão dos fenômenos estudados. Destacava também o papel do livro didático como instrumento de auxílio para o estudo da disciplina e não a fonte central do ensino, de modo que pudesse resolver o problema de um ensino excessivamente livresco e tradicional da época. As ideias inovadoras para

o ensino visavam uma transformação dos métodos que comprometiam a formação dos jovens, que conseqüentemente levavam essas deficiências de formação para o ensino superior que também não eram mediadas, resultando por fim na formação de profissionais incapacitados para o ensino de ciências e para a produção científica. A reforma era também um meio para alcançar um maior desenvolvimento para o estado de São Paulo por meio da educação, em meio a um contexto social de crescente industrialização, pretendia-se elevar o patamar do país tirando-o do subdesenvolvimento. No entanto, as ideias ficaram apenas em projetos de leis, devido as limitadas condições financeiras para a implantação e aperfeiçoamento do sistema educacional de ensino de ciências. Além disso a carência das escolas e o despreparo dos professores continuavam a constituir fatores complicadores nesse processo. Sobre as principais limitações, Almeida Junior destaca:

Pela carência de recursos nas escolas, pelo baixo nível do professorado, pela inexistência de faculdades de licenciatura, pela fiscalização deficiente que quando não era omissa fazia-se cúmplice e, sobretudo, pela mentalidade vigente de intelectuais orientadores de ensino que, formados na tradição escolástica, acadêmica e sem vida, se opunham a quaisquer transformações mais aprofundadas no sistema de ensino, por tudo isso, as propostas da lei não se concretizavam totalmente e não se constituíram num crescente espírito científico que moldasse uma nova geração de professores. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.61)

Com o objetivo de melhorar a situação do ensino e apresentar soluções para os problemas educacionais, foi criada em 1934 a Universidade de São Paulo, congregando entre os diversos cursos, a faculdade de filosofia, ciências e letras, que seriam responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas científicas e atividades de formação dos professores do ensino secundário. Essa faculdade exerceu grande importância na formação profissional do ensino superior, pois os estudantes contavam com aulas práticas e todo aparato necessário, com o auxílio dos laboratórios para experimentações, de modo que pudessem aprender de forma teórica e prática. O curso foi bastante promissor na formação científica dos jovens, no entanto, devido aos problemas financeiros, o curso centrou-se apenas nas pesquisas e formação científica, dedicando pouca atenção ao desenvolvimento de programas para a capacitação de professores. Além da falta de programas de capacitação para os professores do ensino básico, havia ainda uma problemática pertinente; a falta de professores licenciados em física. Existia uma enorme demanda nas escolas brasileiras para ser preenchida, mas o número de professores na área era cada vez menor. Desse modo a disciplina de física no ensino médio era lecionada muitas vezes por profissionais de outras áreas, como engenharia e matemática, o que

dificultava ainda mais o ensino de física, pois frequentemente era diagnosticado que até mesmo os professores licenciados em física apresentavam deficiências de formação, evidenciados na dificuldade de explicar conceitos básicos e na inaptidão para trabalhar atividades experimentais práticas em sala de aula. Essas limitações na formação dos professores, também era confirmadas através dos baixos índices de aprovações em exames para a efetivação no ensino. Segundo as pesquisas de Almeida Junior:

Um indicador qualitativo da formação dos professores de física neste período pode ser obtido pela relação entre aprovados e inscritos em concurso de ingresso ao magistério (...) uma análise comparativa desses dados indica que a física, bem como a matemática e a química, se acham em franca deterioração. Na década de 50 a taxa de aprovados em física foi de 32,9 e na década de 60 caiu para 17,7, por tanto, quase metade. Isto significa que não foi empreendido nenhum esforço substancial no sentido de alcançar melhoria qualitativa de ensino nas faculdades de filosofia. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p. 65).

Desse modo, o ensino permaneceu durante muitos anos caracterizado por esse quadro de baixos rendimentos, desfavorecido por todo um sistema social, político e econômico, limitado a cumprir na maioria das vezes, fatores ideológicos da época. As várias iniciativas e tentativas de transformação, reformulação do sistema educacional, sobretudo no ensino de física, não obtiveram resultados significativos para uma mudança das estruturas tradicionais de ensino clássico. Os conteúdos continuaram reduzidos a meras explanações de conceitos gerais, seguidas de atividades decorativas ou de resolução de cálculos, em que o livro didático era a base principal do ensino. As estruturas precárias das escolas não dispunham de matérias ou laboratórios para o desenvolvimento de atividades práticas, e quando a escola obtinha algum equipamento, disponibilizados por meio de programas da secretaria da educação, esses equipamentos permaneciam sem uso, uma vez que os professores, na maioria das vezes não possuíam capacitação para a utilização desses equipamentos, e nos deparamos ainda com o fator das baixas remunerações, que faziam com que os professores ocupassem uma grande carga horária de trabalho e não dispunham de tempo para buscar capacitação e em alguns casos, nem mesmo para planejar suas aulas.

Vemos no trabalho de Almeida Junior, que apesar dessas dificuldades no sistema educacional, não poderíamos deixar de mencionar, as raras exceções de profissionais que, preocupados com o sistema de ensino, e mesmo sem um incentivo formal, buscavam formas de inovar nas suas práticas didáticas, tentando abordar os conteúdos através de exemplificações e demais metodologias de aproximação do aluno com os assuntos estudados, de modo que o ensino de física não se tornasse meras abstrações de difícil

compreensão. Esses esforços isolados, gerou a necessidade de unificação entre esses professores pesquisadores para compartilhar experiências e ideias para melhorar o ensino. Foi a partir dessas iniciativas individuais de professores que buscavam soluções para os problemas de ensino, que foi criado em 1970, o Primeiro simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado Universidade de São Paulo, contando com a presença de cerca de 200 professores da rede de ensino de diversos estados do país. O evento foi extremamente promissor, pois pela primeira vez, foi possível a mobilização de professores interessados em se engajar e realizar mudanças na educação, e a partir desse encontro puderam ser discutidos e apresentados os problemas que eram enfrentados nas escolas. A troca de experiências permitiu o diagnóstico dos principais problemas e fatores que dificultavam o ensino, e para a surpresa dos participantes, puderam perceber que os problemas eram basicamente os mesmos em todos os estados consultados, excetuando as particularidades de cada escola e a realidade na qual estavam inseridas. Desse modo, seria possível pensar em soluções para os problemas e compartilhar as ideias muitas vezes improvisadas para uma aprendizagem significativa dos conteúdos de ciências. Os professores, segundo constam os registros do *boletim n° 4 da Sociedade Brasileira de Física*, estavam bastante esperançosos com essa iniciativa e com a troca de conhecimentos. Três anos mais tarde foi realizado o II Simpósio Nacional de Ensino de Física, desta vez, em Belo Horizonte, no qual pode ser observado um engajamento ainda maior por parte dos professores, bem como um maior número de participantes, com parcerias internacionais e apoio financeiro de órgãos de pesquisa do país. Segundo relata Almeida Junior:

A repercussão do primeiro fez com que acessem a este novo encontro associações e entidades estrangeiras (a UNESCO financiou a viagem de vários cientistas do exterior) além das colaborações e auxílios financeiros dos Departamentos de Assuntos Universitários (DAU), do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e secretarias de turismo. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.69)

De acordo com Almeida Junior, esse simpósio possibilitou através da troca de experiências, detectar os novos problemas do ensino, bem como apresentar os resultados e avanços das escolas desde o simpósio anterior. Esses registros constam também nos trabalhos de NARDI (2004). Nesse encontro os professores preferiram pautar-se nas questões centrais do ensino de física, evitando discursões científicas sobre física, de modo que o foco não fosse desviado para assuntos que poderiam ser vistos em reuniões futuras, mas procurando evitar também que ao focar nas questões do ensino, não se limitassem apenas em lamentações sobre os problemas enfrentados em cada realidade, como foi feito

no primeiro simpósio, todos esperavam por mais ação e menos discursos, mais soluções para os problemas já exaustivamente repetidos. Alguns grupos apresentaram resultados bastante promissores de soluções que já estavam colocando em prática no ensino, como por exemplo o desenvolvimento de textos sobre as preocupações no ensino, bem como práticas experimentais, além de trabalharem formas de incentivar a reciclagem do professor do ensino secundário, pois uma das problemáticas enfrentadas no ensino da qual decorriam a maior parte das demais, era justamente a falta de capacitação do professor para que pudesse aprender novas metodologias e formas de ensinar física, de modo que melhorasse o aprendizado dos alunos. Além desses resultados foram apresentadas algumas propostas, dentre elas, a de unificação do ensino de física que ganhou bastante destaque, visto que as dificuldades eram basicamente as mesmas em todas as regiões e, tomando como base o fato de que os conteúdos são universais, buscava-se formas unificadas de metodologias para a transmissão desse ensino, não apenas no nível básico, mas também no ensino superior. Apesar de todas as medidas e reflexões apresentadas, nesse simpósio, foi possível perceber que muitos problemas ainda persistiam no ensino, pois poucos anos de trabalho e transformação não seriam suficientes para transformar todo um sistema de ensino de anos de tradição clássica.

O terceiro Simpósio de Física, realizado em 1976, teve uma participação ainda maior, cada vez mais profissionais da educação engajavam-se em pesquisas a respeito do ensino de física. As problematizações e reflexões tiveram bastante destaque e impacto no meio científico, pois foi possível repensar relevantes questões, como o que ensinar de física e para qual finalidade ensinar, bem como qual a relevância do ensino científico no Brasil. Nesse terceiro simpósio foi possível repensar as bases da educação, tendo como lema “Educação para a liberdade”, representando desse modo, uma iniciativa que pode ter alguma repercussão e contribuições para mudanças práticas no campo do ensino, não ficando apenas em projetos ou propostas falhas em suas implantações como muitas das que foram apresentadas no percurso histórico até aqui. Segundo os registros sobre o evento, foi possível a contribuição de ideias e instruções acerca da utilização de equipamentos para a experimentos em aulas práticas e em laboratórios, mas considerando também a conhecida realidade precária da maioria das escolas públicas, foram apresentados também utensílios e equipamentos de baixo custo, fabricado de modo caseiro e que poderiam ser utilizados em sala de aula.

Foi desenvolvida uma grande consciência crítica a respeito da situação do ensino, e a partir do conhecimento de cada realidade, foram diagnosticados vários problemas a

partir do descontentamento dos professores para que pudessem ser trabalhadas as contribuições e ideias para melhorar o ensino. Desse modo, ficou registrado as necessidades do ensino, tais como as cargas horárias reduzidas da disciplina, os métodos de ensino, além das reflexões acerca do papel do ensino científico em uma sociedade. Além disso foram criados grupos regionais de trabalho com o objetivo de desenvolver propostas concretas e metodologias de ensino. Esses problemas foram o alvo principal dos educadores, pois a situação do ensino no Brasil república não se diferenciava muito do sistema de ensino na época do colonialismo e do imperialismo, sendo marcado por ideologias limitantes e restringidas ao ensino clássico.

A partir dos Anos 80 e 90, o ensino de física no Brasil, está contextualmente relacionado aos avanços tecnológicos nas ciências, que foi grandemente impulsionado pelas iniciativas dos estudos internacionais. A esse respeito Marco Antonio Moreira afirma:

Falar sobre ensino de Física no Brasil é falar também sobre ensino de física em nível internacional. As tendências passadas e futuras desse ensino em nosso país são, guardadas as proporções e respeitadas as peculiaridades nacionais, as mesmas de muitos outros países. (MOREIRA, 2000, p.94)

Desse modo, podemos citar como ponto de partida o curso de Física do Physical Science Study Committee (PSSC) trata-se de um projeto desenvolvido em 1956, nos Estados Unidos, por físicos e educadores insatisfeitos com a situação do ensino de ciências, tendo como objetivo a reformulação do currículo no ensino médio. Essa edição foi traduzida para o português em 1963 pela Editora Universidade de Brasília, esses exemplares consistiam em materiais de instrução para o ensino de física com informações sobre estruturas da física e filosofias de ensino, que serviram como um paradigma para os livros didático utilizados no momento, que era até então essencialmente textuais. A partir dessa iniciativa de mudança, surgiram posteriormente outros planos de reformulação do ensino que foram amplamente disseminados na época, como o *Nuffield*, na Inglaterra, o *Harvard Physics Project*, também nos Estados Unidos, e o *Projeto de Ensino de Física*, na Universidade de São Paulo, Brasil. Todavia esses projetos não se mantiveram em utilização nas escolas, embora tenham contribuído para uma nova visão de ensino de física, os materiais deixavam a desejar quanto a aprendizagem, uma vez que são processos indissociáveis e devem ser pensados em conjunto. Segundo Moreira:

Os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física

(experimentos, demonstrações, projetos, “hands on”¹, história da Física, ...), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. (MOREIRA, 2000, p.95)

A partir dessa preocupação com a aprendizagem, inicia-se nos anos 80 uma nova busca por concepções alternativas para o ensino, com estudos e pesquisas que objetivavam uma mudança nas resoluções de problemas, representações mentais dos alunos e das concepções de ensino dos professores, ao longo dos anos foram sendo desenvolvidas inúmeras iniciativas voltadas para as escolas de nível médio como trabalhar a física voltada para o cotidiano do aluno, o trabalho com experiências de baixo custo, o ensino de ciências aliada as tecnologias e sociedade, projetos interdisciplinares, bem como o estudo das ciências em junção com a filosofia, história, química e matemática, dentre outras áreas, de modo que a disciplina seja compreendida não apenas isoladamente, mas como parte de um conjunto maior de interações que também fazem parte do cotidiano dos alunos. Todos esses métodos tiveram suas contribuições, bem como prejuízos, no entanto, foram meios que possibilitaram pensar melhorias e problematizações que embora não resolvam de um todo os problemas da educação, nos mostram grandes avanços nas concepções e nas práticas educativas.

Moreira afirma que a pesquisa em ensino de Física é um paradigma, e destaca que, com o surgimento de novas metodologias de ensino nascem outros paradigmas, formando assim uma espécie de cadeia, uma época multiparadigmática, onde nenhuma abordagem é por si soberana, apenas o livro como guia processual, deixando a cargo do docente, qual caminho educacional deve trilhar. Sobretudo quando se fala em livros, existem dois que merecem destaque, Curso de Física, de Alvarenga e Máximo (1997) e o Física do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, 1993). De acordo com Moreira:

Muito do ensino de Física em nossas escolas secundárias está, atualmente, outra vez referenciado por livros, porém de má qualidade com muitas cores, figuras e fórmulas e distorcido pelos programas de vestibular; ensina-se o que cai no vestibular e adota-se o livro com menos texto para ler (Moreira, 2000, p.95).

Surge a partir de então uma nova necessidade no processo de ensino/aprendizagem, sobretudo no que diz respeito a mudanças do modo de ensinar, utilizando métodos práticos em laboratórios. Sabemos que isso vem sendo discutido por

¹ Hands On, termo da língua inglesa, que tem como significado “mão na massa” ou “aprender fazendo”, relativo a uma atividade de modo prático.

décadas, porém ainda não se tinha uma solução para a problemática, já que até então era conveniente reproduzir os conceitos dos livros didáticos. Para Charles (1999), a história começa com o Tratado de Física de Adolphe Ganot (1868), o pensamento que se refletia nas metodologias da época, em que o ensino é meramente descritivo e enciclopédico, seguindo uma linha tradicional, caracterizada por uma aprendizagem passiva, ou seja, o professor era limitado a aulas com métodos expositivos. Para tanto, surgem livros que dão início uma nova perspectiva de aprendizagem, em que as atividades práticas em laboratórios devem ser indispensáveis para o ensino de Física a nível superior, que possibilitou novas concepções também para o ensino médio. São eles Robert A. Milikan (1902, 1920), Francis W. Sears e Mark Zemansky (1948) e o conhecidíssimo, Física para Estudantes de Ciências e Engenharia, de David Halliday e Robert Resnick (1960), um dos exemplares que perpetua até os dias atuais a nível de graduação, Charles Holbrow (1999), in MOREIRA, 2000.

Apesar desses projetos, o livro didático continua sendo segundo Moreira, um paradigma a ser superado, pois ensino de física no nível superior é basicamente enciclopédico, deixando ainda a desejar nas metodologias que deveriam aliar os conhecimentos teóricos às práticas de ensino. Para o autor:

O ensino da Física introdutória segue problemático e, provavelmente, persistirá assim, na medida que nos mantivermos exclusivamente no paradigma do livro de texto, como se faz há, pelo menos, 150 anos. (MOREIRA, 2000, p.96)

Na década de 40, surge no Brasil fatores importantes para o desenvolvimento do estudo de ciências, através da normatização do ensino, atrelado com a criação do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) e o surgimento do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Estas criações foram de grande importância da implantação de projetos de ciências, além disso impulsionaram mais tarde nos anos 50, a produção de materiais didáticos brasileiros, já que até então os livros brasileiros eram uma mera reprodução dos livros europeus. A partir da criação desses institutos puderam ser desenvolvidos projetos como clubes de ciência, museus, além de aumentar o incentivo para a pesquisa em educação e a capacitação docente. Até a década de 50 grande parte dos livros utilizados, eram oriundos de outros países, principalmente europeus, como consequência disso, os professores da época limitavam-se a metodologia internacional. Este quadro mudou com o surgimento do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC, 1946), sobretudo com a criação de kits de Química, Física e Biologia, que proporcionaram um novo modo de analisar as ciências naturais. Em parceria com o

Ministério da Educação e da Fundação Rockefeller, os kits foram confeccionados e dirigidos para cursos primários e secundários.

Outros projetos que também tiveram grande importância para o desenvolvimento do ensino de física no país, foram a FUNBEC – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, e o PREMEN – Projeto Nacional para a Melhoria de Ensino de Ciências, desenvolvidos entre os anos de 1950 e 1980. O FUNBEC, sucede o projeto IBECC, dando continuidade à formulação de metodologias e inovações para o ensino, através da criação de materiais didáticos, traduções e adaptações de manuais estrangeiros, bem como a capacitação de professores para que atuassem a partir dos novos métodos de ensino. Além disso, a fundação elaborou uma série de materiais específicos com inovações voltadas para cada área de conhecimento das ciências naturais. Podemos citar a série de iniciação a ciência, destinado aos quatro últimas séries do ensino fundamental. A coleção tinha como objetivo aproximar o aluno do universo científico, de modo que tivesse experiências práticas de conhecimento que anteriormente, eram apenas a nível teórico. Essa metodologia modifica também a antiga concepção de aluno como um ser passivo que apenas absorve os conteúdos repassados pelo professor, assumindo portanto, um papel ativo na construção da aprendizagem, pois o aluno era colocado como um investigador de fenômenos, de modo que pudesse compreender os conteúdos científicos de modo prático e acessível, uma vez as metodologias e matérias didáticos eram pensados de modo que pudessem ser realizados apesar das dificuldades das escolas, já que nem todas dispunham de recursos e laboratórios estruturados. Esses métodos visavam, portanto, a utilização de conteúdos que se aproximassem e se adequassem melhor ao cotidiano e realidade dos estudantes, como os experimentos de baixo custo, de modo que proporcionaram uma grande inovação no método de ensino, já que anteriormente apenas as escolas particulares tinham acesso a equipamentos tecnológicos e laboratórios para aulas práticas. A maioria das escolas públicas enfrentavam condições estruturais precárias e o número de equipamentos era pouco para a quantidade de alunos, chegando a ficar cerca de 30 a 40 alunos por microscópio. A FUNBEC possibilitou o desenvolvimento de kits e métodos acessíveis que sanassem essas dificuldades.

Uma das contribuições mais recentes para o ensino de física no Brasil foi a criação dos Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio, 2000, e a criação das Diretrizes curriculares para os cursos de graduação. Essas diretrizes estabeleceram novas regras para o ensino de física, com base em cada perfil de profissional que seria formado,

como por exemplo, professor licenciado, bacharel, tecnólogo, interdisciplinar e demais modalidades que foram criadas para que o profissional possa ter outras possibilidades em sua formação, além da tradicional docente. As diretrizes estabeleciam normas para uma formação sólida e atualizada, com base em conhecimentos científicos e tecnológicos. A proposta direciona para reformulações principalmente em termos de conteúdo, com o objetivo de sanar as dificuldades enfrentadas pelos alunos nos curso de física geral, que são ministrados não apenas para estudantes de física, mas de outras áreas, buscando modos de diminuir o índice de reprovações nessa área, uma vez que um dos fatores para essa ocorrência não era apenas a falta de preparo dos alunos ao chegar no curso, mas também a forma como a disciplina é repassada, fazendo assim, necessário repensar em métodos de recuperação para os alunos.

Com relação aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), foram elaborados com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino. Os PCNs de física trouxeram inúmeras contribuições ao elaborar propostas de abordagens dos conteúdos de modo que tornassem os assuntos menos abstratos para os alunos através de metodologias que incluíssem no ensino experimentações práticas dos conteúdos abordados. Visava também reformulação na escolha dos conteúdos, pensando não apenas no que ensinar, mas para que ensinar. Surgiu, desse modo, a necessidade de inserir na grade curricular conteúdos atuais que despertassem o interesse dos estudantes pelas ciências físicas. Além disso, os Parâmetros curriculares Nacionais apresentavam um novo pensamento com relação ao ensino de física, de modo que a disciplina não seja vista apenas como conteúdo a serem decorados para as provas escolares ou de vestibular, mas que possa fazer parte de um conhecimento que melhore o conhecimento dos estudantes acerca dos fenômenos que os rodeiam e de suas realidades, mostrando que a física está presente no cotidiano e não apenas em questões abstratas, que não fazem sentido para os alunos. Assim sendo, os PCNs apresentam não apenas conteúdo a serem trabalhados, mas formas e metodologias de abordagens. Esses conteúdos tem como base competências e habilidades que devem ser desenvolvidas pelos estudantes do ensino médio, como por exemplo a comunicação e representação, em que os alunos devem desenvolver a habilidade de reconhecer enunciados contendo símbolos ou representações físicas, habilidades de investigação e compreensão, em que os alunos devem desenvolver capacidades de organizar, reconhecer conceitos, levantar hipóteses e testar regularidades de fenômenos, além das capacidades de contextualização sociocultural, em que deve compreender a física como um fenômeno humano, que como parte de uma sociedade está diretamente relacionada com fatores

históricos, políticos e econômicos e culturais.

A partir da elaboração dos parâmetros curriculares o ensino passa a ser de fato mais sistematizado, com propostas para melhorar a qualidade do ensino e reduzir os problemas enfrentados desde os primeiros alicerces do ensino de ciências no Brasil. Contudo, apesar das inúmeras contribuições, iniciativas e trabalhos desenvolvidos na área da pesquisa em ensino, o sistema de educação atual ainda continua com inúmeros problemas a serem contornados.

Observamos ainda que os problemas atuais não diferem dos apresentados ao longo desse percurso histórico sobre o ensino de física, apesar das inúmeras contribuições e problematizações das pesquisas nem sempre conseguem uma aplicação prática para uma mudança no âmbito do ensino. Nas salas de aula, por vezes ainda são detectados os mesmos métodos tradicionais e clássicos do ensino visto nos anos do Brasil colônia e império. Os mesmos descontentamentos fazem parte da realidade do ensino, que embora tenha sido estabelecido através dos parâmetros curriculares, na prática esses pressupostos não são utilizados no fazer docente. As aulas de física ainda se baseiam em métodos livrescos, no qual o professor trabalha geralmente as atividades proposta no livro e as explicações dos conteúdos permanecem uma abstração para os alunos, pois a utilização da experimentação prática no ensino de ciências continua sendo um desafio. As já bem conhecidas, continuam sendo a falta de capacitação dos professores devido ao pouco incentivo a uma formação continuada do profissional docente, além da carga horária excessiva que faz parte da realidade de muitos professores, constituindo um fator para a falta de planejamento de aula com métodos diferenciados, como os experimentos para uma maior compreensão dos conteúdos. A estrutura de muitas escolas ainda representa uma dificuldade, pois muitas vezes a escola não dispõe de laboratórios ou equipamentos para o desenvolvimento de aulas práticas.

Observa-se portanto, que o ensino no Brasil de modo geral, e especificamente no âmbito das ciências, não está isento do contexto histórico, político e social que o circunscreve, estando dessa forma, diretamente relacionado com o contexto social que o perpassa em diferentes tempos, acarretando problemas que são atemporais, observados ao longo dos vários anos, e que permanecem ainda em nosso sistema educacional. A mudança educacional tem sido ao longo desses anos, uma tentativa entre sucessivas falhas e alguns acertos, trazendo aos poucos algumas mudanças em termos práticos e metodológicos. Tais avanços nos fazem perceber, que se por um lado a escola como produto social é moldada e limitada pelas ideologias da sociedade em que está inserida,

por outro, a escola se configura como um meio ativo de transformação que interfere na sociedade em que se insere. Como uma “via de mão dupla” um ensino libertador deve agir ativamente modificando e impactando a sociedade que em que está inserido, e não apenas sendo visto como um sistema passivo e limitado pelas circunstâncias sociais. Vimos até aqui inúmeros avanços e vislumbramos um longo caminho que ainda falta para ser percorrido. Não se trata também de utopicamente esperar que a pesquisa em educação resolva todos os problemas do ensino de física, pois sabemos que se trata de um processo lento e concorrente com uma outra série de fatores que interferem nesse processo. Para Moreira:

A pesquisa em ensino de Física tem seus méritos e limitações. Não se pode esperar que aponte soluções milagrosas, ou panaceias, para o ensino em sala de aula, mesmo porque boa parte dela é básica e não visa a aplicabilidade imediata em sala de aula. (MOREIRA, 2000, p.95)

Assim, percebemos com esse percurso histórico a importância de conhecermos os principais avanços do ensino de física, bem como as dificuldades que fazem parte desse processo ao longo dos anos, refletindo assim sobre a realidade histórica do ensino, de modo que possamos compreender os aspectos e modelos educacionais que tanto são questionados na nossa atualidade. A esse respeito Almeida Junior afirma:

A história também se apresenta como instrumento de condição de libertação. Uma retrospectiva histórica dos acontecimentos na linha do ensino de física fornece a verdade histórica que sofremos e realizamos, possibilita uma análise crítica dos condicionantes da educação e da sociedade científica que vivemos e nos remete a uma maior compreensão do homem de ciência. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p.45)

Esse percurso não teve por objetivo realizar uma reconstrução cronológica de todos os avanços e dificuldades no ensino de física, mas possibilitar uma reflexão crítica a respeito desses processos, tomando consciência de um modo mais abrangente da realidade do ensino do qual fazemos parte, além de refletir qual a importância da ciência em nossa sociedade, ressaltando também a importância de estabelecermos um posicionamento enquanto docentes.

3 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

São muitas as dificuldades encontradas no ensino de física atrelado ao experimento, desde problemas estruturais até a falta de preparo dos professores. No entanto, a experimentação tem importância significativa no processo de ensino/aprendizagem em qualquer nível, pois trata-se de uma forma de comprovação da teoria e de lucidar os conceitos de física. Sendo assim, a prática experimental tem papel preponderante na educação. Contudo, a inserção da atividade prática ainda é pouco utilizada por professores, uma das dificuldades é a formação do profissional de educação, fato este, citado por Violin, no qual fomenta que:

Ao nosso ver, para o professor com formação em física, a maior dificuldade está no fato de não acreditar que é possível programar atividades experimentais em uma sala de aula comum, com materiais simples e de fácil aquisição. Durante sua formação, trabalhou apenas com materiais sofisticados e em salas especiais (VIOLIN, 1979, p.13).

Violin destaca que o fato da má formação dos professores e a falta de equipamentos, não justifica que o corpo docente em sua maioria não programe uma aula experimental, ou seja, não se tem a menor preocupação com a parte prática. A experiência em física tem um papel importante no desenvolvimento mental do ser humano. O pensamento científico, o método científico, abordagens experimentais no ensino de física, fazem parte da evolução do homem, na busca por descobrir e desvendar os mistérios e mitos da natureza. Ao analisar um experimento, temos que levar em consideração a causalidade, ou seja, a relação entre causa e efeito do que foi estudado em teoria. Para tanto, há três condições para que a causalidade aconteça: variação concomitante, ordem de ocorrência das variáveis no tempo e eliminação de outros fatos, Kerlinger (1973).

O homem com o auxílio da ciência e da tecnologia, em busca de avanços que venham satisfazer a necessidade humana, pode notar que as tecnologias são criadas neste âmbito, onde a humanidade descreve seus anseios junto com a evolução histórica do mundo que os rodeia. De acordo com Almeida Junior:

Na aprendizagem da física em particular, o homem se revela trabalho e palavra, experimentador e teorizador, como aquele que faz, transformando matéria e a energia do mundo que o circunscreve e, como aquele que diz, como proclamador do que está fazendo com as coisas e do sentido que delas emerge. (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p. 45).

Há muito tempo cientistas e pesquisadores tentam desmistificar o processo ensino/aprendizagem quanto aos métodos utilizados para lecionar física no ensino médio

e em universidades. Até os dias de hoje não existe um modelo ou método padrão para o ensino de física, os professores seguem livros didáticos da forma que lhes convém, ou com base na sua formação. Atualmente esta questão ainda é discutida em vários artigos e trabalhos publicados. Para Alves e Stachak:

Tradicionalmente a física é vista pelos professores como uma disciplina difícil de ser ensinada e com isso os alunos apresentam desinteresse e dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. A sociedade hoje se nega a aceitar um procedimento com aulas exclusivamente expositivas e exigem do professor aulas dinâmicas e criativas que despertem o interesse dos educandos. (ALVES e STACHAK, 2005, p.1).

No presente contexto social, um dos fatores da falta de interesse dos alunos, se deve a má estruturação das aulas, no qual são tradicionalmente expositivas. No que se refere, repassar o conhecimento para as novas gerações, tem sido um desafio cada vez mais difícil, sobretudo com a inserção da internet e de outros tipos de entretenimento, pois os alunos buscam atividades no celular que não seja estudar, tomando maior parte do tempo que poderia ser utilizado estudando. No entanto, um bom profissional da educação, poderia reverter esse quadro utilizando a internet e os recursos tecnológicos de um aparelho móvel (celular) para fins educativos, buscando uma melhoria da prática do ensino/aprendizagem. De acordo com Peruzzo que defende uso das tecnologias no ensino:

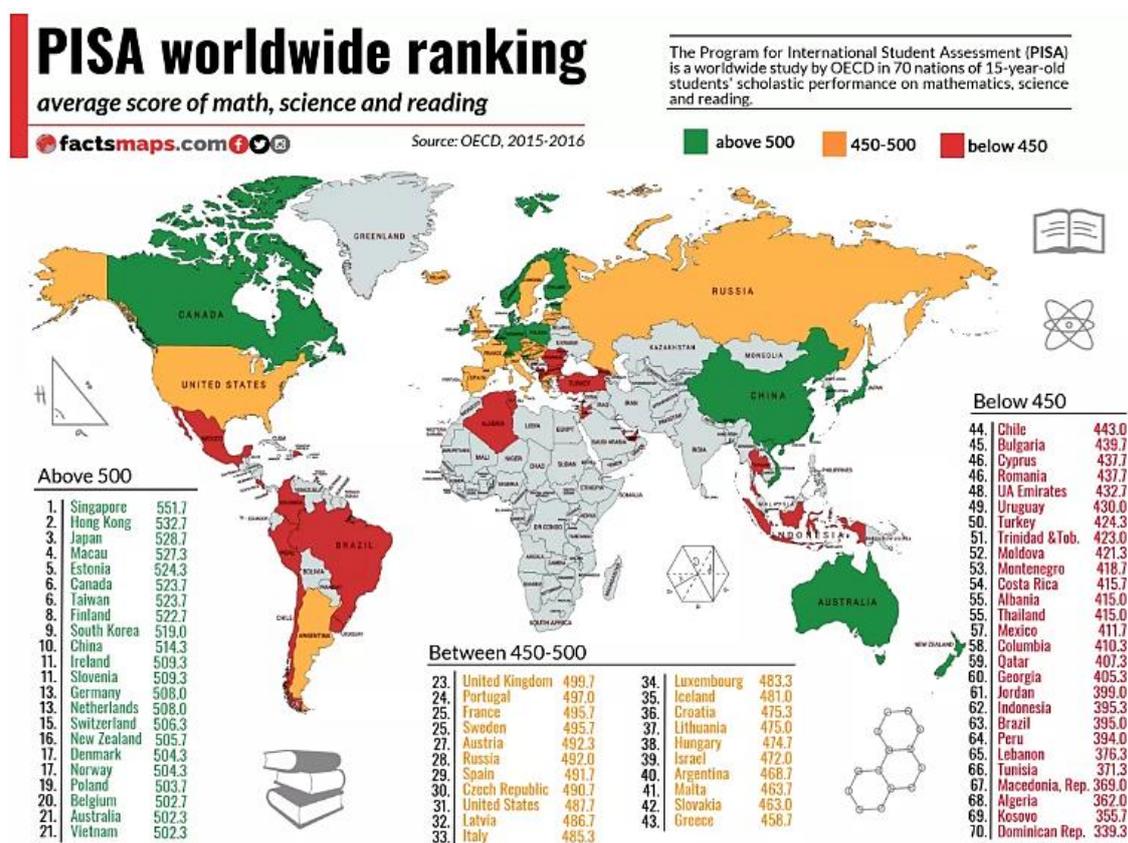
Na sociedade contemporânea o conhecimento científico é cada vez mais valorizado, devido principalmente à crescente influência que a tecnologia exerce no dia-a-dia humano. Por isso, é inconcebível que na educação formal atual o aluno fique excluído do saber científico. (PERUZZO, 2013, p.9).

A aprendizagem prática é um dos caminhos que podem lucidar e instigar a curiosidade do aluno, fazendo com que o mesmo busque o conhecimento através de si mesmo, o experimento de baixo custo pode servir de alvo para resolução desta problemática. Segundo Vygotsky (1991), p.55, “o aprendizado é mais do que a aquisição da capacidade de pensar, é aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas”. Contudo, pensar sobre várias coisas, tem sido desafiador para cientistas, pesquisadores e professores. A busca pelo saber precisa de um significado concreto, é neste âmbito que temos que focar, não apenas nas teorias. O objetivo do experimento é instigar a capacidade do ser humano, podendo ser trabalhada de diferentes formas, de acordo com o contexto social.

3.1 O ensino de ciências no Brasil

O quadro nacional do ensino de ciências é preocupante, a avaliação do alunos realizada pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, do inglês, *Programme for International Student Assessment*, coordenado pela OCDE) 2016, que tem como objetivo comparar a situação dos países de forma amostral, com a intenção de gerar discussões sobre melhorias e avanços no ensino de ciências, mostra que, dos 70 países avaliados, o Brasil encontra-se na posição 63ª, conforme veremos na Figura 1, isso de fato revela que o país ainda tem muito a melhorar nas ciências naturais. No Brasil, a coordenação do PISA é de responsabilidade no Inep, realizada de três em três anos.

Figura 1 – Ranking PISA 2016.



PISA Worldwide Ranking – average score of math, science and reading – click to enlarge

Fonte: FactsMaps. Disponível em: <<http://factsmaps.com/pisa-worldwide-ranking-average-score-of-math-science-reading/>> Acesso em 05 de jun. 2019.

Com o objetivo de melhorar o ensino de ciências no Brasil e formar cidadãos aptos para tomar decisões de forma crítica e consciente, a Academia Brasileira de Ciências (ABC, 2007), comprometida com a educação, ciência e tecnologia, elaborou propostas voltadas para a educação básica, entre elas destaca:

Estimular, no ensino de Ciências, a curiosidade natural e a criatividade dos alunos, de modo que, desde o início do ensino fundamental, eles aprendam a observar, tirar conclusões, formular hipóteses, experimentar e verificar suas conclusões, como no programa ABC na Educação Científica – Mão na Massa² (ABC, 2007, p.4).

A formação do pensamento científico discente deve ser iniciada desde o ensino fundamental, fazendo com que o aluno ao chegar no ensino médio, possa desenvolver as atividades de investigação por experimentação, com proficiência. Desse modo, pretende-se abordar a importância que a experimentação, sobretudo o experimento de fácil acesso, tem no ensino de ciências, possibilitando ao corpo discente no ensino médio uma melhor aprendizagem dos conteúdos, não apenas em nível teórico como vemos no método tradicional alicerçado no livro didático, em que o professor faz uma mera reprodução livresca. Entendemos que uma aprendizagem significativa necessita de subsídios que complementem a aprendizagem, Vygotsky (1991).

Em todas as áreas, sobretudo no ensino de ciências, observamos essa dificuldade em aliar o ensino de física às metodologias práticas, esse problema tem sido ao longo de vários anos identificado como um dos principais fatores que dificultam a aprendizagem. Tem sido um desafio para a pesquisa em ensino, repensar e propor um currículo escolar que contorne todas as necessidades e deficiências na formação dos estudantes, adequando-se também, as diferentes realidades das escolas brasileiras. Além disso, buscase também metodologias para contornar as dificuldades de abordar conteúdos através da experimentação, ou seja, aulas teóricas aliadas com experimento.

3.2 Teoria e prática

A teoria e a prática são componentes indissociáveis no ensino de física, bem como a utilização de experimentos elucidativos de conceitos físicos, que por muitas vezes ficam sem sentido quando resumidos a fórmulas e cálculos. Daí surgem várias indagações a esse respeito, a grande maioria dos professores não tem preparo para desenvolver atividades práticas em laboratórios, até mesmo por problemas estruturais na rede de ensino, bem como falta de laboratórios, ou falta de equipamentos básicos, como manual de práticas, para que seja possível preparar uma aula experimental. Esses materiais são caros, por isso é inviável para o professor fazer uso do seu salário para tal fim. Quando falamos sobre teoria científica de fato, é imprescindível não falar da prática experimental, do real sentido

² Site que disponibiliza um livro digital em pdf, com o tema: Ensino de Ciências por Investigação.

da teoria, ou seja, da sua comprovação. Os livros didáticos no ensino médio sugerem alguns experimentos, porém, a maioria deles precisam de matérias de difícil acesso. Wachowicz (1996) fomenta que:

[...] desde Platão, a antecipação da realidade é posta como uma possibilidade, o que coloca a teoria numa situação de superioridade, em relação à prática. Dois vícios terríveis, porquês históricos na tradição acadêmica daí se originaram: a depreciação da prática (idealismo) e o engano na elaboração da teoria (má formação epistemológica). Ambas não se separam. Não há uma teoria sem prática, nem uma prática sem a teoria. São distinguíveis, mas não separáveis. (WACHOWICZ apud BERNADI, 2005, p.52)

A física busca através da teoria científica, descrever o que corre na natureza, nenhum conhecimento surge do nada, ou seja, algo foi observado uma vez, duas vezes, infinitas vezes até que se chegasse a o estágio estável, porém não perfeito, pois teorias não são a verdade final, jamais serão, estão em constante processo de evolução, sendo assim, não é possível chegar a um estado de perfeição final. Para Popper (2007):

Todos os enunciados da ciência empírica (ou todos os enunciados ‘significativos’) devem ficar suscetíveis de serem, afinal, julgados com respeito à sua verdade e falsidade. Diremos que eles devem ser ‘conclusivamente julgáveis’ (POPPER apud TEIXEIRA, 2007 p.4)

Na história, o homem busca no decorrer dos anos, entender um pouco mais, compreender o mundo a sua volta e a si mesmo. Novos fenômenos irão aparecer e fazer com que nossa imaginação busque entender o que acontece, sobretudo novas teorias e concepções surgirão, sujeitas a refutação através da experimentação (prática). Bastos (1998) destaca que:

Se a História da Ciência, em todos os seus períodos, registra uma contínua sucessão de hipóteses e teorias conflituosas entre si, então torna-se lícito supor que tais teorias e hipóteses não tenham sido leituras imparciais da natureza, mas sim criações, construções, interpretações da realidade que levaram em conta não só os fatos objetivos de que os cientistas dispunham no momento, mas também suas visões pessoais, suas especulações, suas expectativas, suas preferências estéticas, suas motivações etc. daí o caráter divergente dos conhecimentos produzidos em diferentes contextos (BASTOS apud HOFFMANN, 2017, p.24).

De acordo com Galileu, um experimento pode ser tanto real, como poder ser mental. O experimento mental é criado na mente do cientista quando se trata de algo difícil ou impossível, de acordo com cada realidade, é a partir deste tipo de experimento que surgem as teorias. Para o desenvolvimento de uma teoria científica é importante que ela seja possível, mesmo que difícil, ela sempre pode ser refutada, ou seja, na prática pode

ocorrer de não haver a comprovação do que foi sugerido na escrita ou na mente do pesquisador. A teoria e a prática devem servir como instrumentos para a formação crítica e intelectual discente.

3.3 Leis que defendem a experimentação no ensino de ciências

O sistema educacional no Brasil passou por diversas mudanças nas últimas décadas, isso se deve ao fato da evolução industrial e tecnológica no país e no mundo. A inserção da informática nas escolas trouxe melhorias no processo de ensino/aprendizagem, que corresponde a troca de informação, ou seja, de conceitos, uma forma mais rápida de se repassar conhecimento, contudo, é preciso que os professores se adaptem as novas tecnologias, e busquem meios de se trabalhar com a informática de forma pedagógica. Se faz necessário que o Brasil dentre outros países latino americanos, mudem sua base educacional, na busca por uma reforma, afim de diminuir a desvantagem com países de primeiro mundo. Em especial no Ensino Médio, onde alguns fatores impõem mudanças nas diretrizes gerais e parâmetros curriculares (BRASIL, 2000).

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000, p.5)

No que diz respeito ao ensino de ciências, a nova reforma faz com que o plano de ensino do professor seja mais flexível, tornando possível a utilização de novas metodologias, de práticas que envolvam o aluno, fazendo surgir no discente o espírito científico, o espírito de possibilidades, tornando o aluno de modo geral, crítico e criativo. O jovem brasileiro passa por 3 (três) etapas na educação básica: educação infantil, ensino fundamental e por último no ensino médio (BRASIL, 1996).

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de 3 (três) anos, terá como finalidades:

- I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (LDB apud BRASIL, 2000, p. 14).

Descrito na Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional de 1996, inciso IV do artigo 35, uma das finalidades para com o alunado é que eles possam compreender os fundamentos científico-tecnológico dos processos produtivos, tendo como relação a teoria e a prática, em especial na Física, uma disciplina onde essas duas vertentes não caminham sozinhas, é inerente à Física, e de suma importância que a experimentação seja inclusiva nos planos de ensino, com objetivo de atingir as metas propostas na lei.

O ensino médio passa a ser uma das etapas de consolidação dos conhecimentos adquiridos na educação infantil e ensino fundamental, tendo como enfoque a estruturação formativa, no que diz respeito a maturação de habilidades, procedimentos e atitudes envolvidas no processo de ensino/aprendizagem (BRASIL, 2000).

Tecer novos aspectos educacionais atualmente tem sido desafiador, pois estamos num mundo de rápidas informações e transformações. Esse processo de evolução do homem vem aumentando a cada ano, todavia estar formado para vida tem muitos significados que vão além da memorização de dados, de denominar e identificar símbolos, (PCN+, 2007). Com base nesta problemática, os parâmetros curriculares nacionais, estabelecem no ensino competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos, bem como, investigação e compreensão de fenômenos da natureza, entendimento da linguagem da física, levando em conta o contexto histórico e social, (BRASIL, 2000). A principal preocupação do ensino de Física passa a ser não exclusivamente a escolha dos conteúdos e o que ensinar, mas para que ensinar, pois o objetivo é transmitir um ensino de física em que o aluno possa ter utilizações na sua vida prática e não apenas para realização de exames escolares de modo geral. Buscando uma melhor formação do corpo discente quanto aos conteúdos estudados em Física, os PCN+ sugere alguns temas de forma sistematizada, visando atingir objetivos esperados, alguns desses são:

Identificar diferentes movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distâncias, percursos, velocidade, massa, tempo, etc.), buscando características comuns e formas de sistematizá-los (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.). (BRASIL, 2000, p.72).

No estudo dos movimentos é preciso que o aluno entenda as causas de origem, variações, transformações de unidades, intervalos de tempo, bem como a importância que o conhecimento de estruturas básicas em Mecânica pode ser essencial para a vida.

Compreender e realizar cálculos de velocidade, aceleração, quantidade de movimento energia e sua conservação, levando em consideração acontecimentos reais, (Brasil, 2000). Para isso, o corpo docente tem como objetivo o desenvolvimento cognitivo do aluno, utilizando métodos inovadores que instigue o aluno a compreender os conceitos de física. A experimentação desperta o interesse, e traz consigo um olhar novo para os fenômenos estudados em teoria nos livros didáticos.

Baseando-se no cotidiano e fenômenos macroscópicos, é sugerido pelo PCN+, que o aluno possa realizar medidas e tenha noções básicas de quais equipamentos deve ser utilizado, assim, podemos perceber que, de fato o experimento em laboratório ou em sala de aula, se torna indispensável para que o aluno possa ter uma formação adequada e seja capaz de realizar medidas simples na prática, como por exemplo, estimar o tempo de percurso de um local para outro.

3.4 Alguns materiais de apoio desenvolvidos pela pesquisa em ensino de física

A pesquisa em ensino de física e ciências de modo geral, tem obtido inúmeros avanços e um grande crescimento de produções em termos de pesquisas, reflexões e desenvolvimento de materiais auxiliares para professores em busca de uma formação continuada e de metodologias atualizadas para utilização em sala de aula. Temos atualmente uma grande variedade de sites, revistas virtuais, plataformas, e grupos de pesquisas empenhados na disponibilização desses materiais.

A seguir, apresentamos alguns dos principais meios de divulgação científica que foram selecionados. Alguns sites em que pode ser encontrado materiais digitais como por exemplo, artigos, livros, práticas experimentais, métodos instrucionais etc. Estes sites servem para pesquisa e auxilia professores da rede secundária de ensino.

- Revista Brasileira de Ensino de Física (<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>): Essa revista foi fundada em 1979, trata-se de uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física, pensada com o intuito de melhorar o ensino de física no Brasil, abrangendo todos os níveis de escolarização. Realizando reflexões a respeito de uma reformulação do currículo escolar, bem como das metodologias utilizadas. A revista conta também com publicações sobre políticas educacionais e filosofias do ensino de física.
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física (<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php>): Antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física, fundado em 1984, este periódico é destinado a formação do professor do ensino secundário, possibilitando a capacitação docente e a troca de conhecimentos e experiências entre os profissionais do ensino.

- Grupo de Pesquisa Educação Continuada de Professores e Avaliação Formativa (<http://www2.fc.unesp.br/#!/avformativa/>): Fundada em 1996, realiza publicações do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciências da UNESP, voltada para a divulgação de resultados de pesquisas em Educação em Ciências e áreas afins.
- Investigações em Ensino de Ciências (<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>): Fundada em 1996, é voltada exclusivamente para a pesquisa em ensino/aprendizagem de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais de modo geral).
- Ciência & Ensino (<https://prc.ifsp.edu.br/ojs/>): Foi lançado pelo gepCE (Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência & Ensino), com apoio da UNICAMP, criada em 1996 destinando-se especificamente a professores de ciências do ensino fundamental e médio e seus formadores, possibilitando um espaço acadêmico de leitura e escrita do professor e do futuro professor.
- A Física na Escola (<http://www.sbfisica.org.br/fne/>): Fundada em 2000, a revista é um suplemento semestral da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) destinada a apoiar as atividades de professores de Física do Ensino Médio e Fundamental.
- Alexandria (<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria>): Criada em (2008), é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC voltada para a divulgação de trabalhos de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática, que tenham como tema a educação socialmente contextualizada.
- Ensaio - (<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio.>): Publicado em 2016, é iniciativa de docentes que atuam no Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), neste site pode ser encontrado artigos e trabalhos publicados, voltados para a divulgação da pesquisa em educação em ciências.

4 METODOLOGIA

A pesquisa tem como objetivo principal analisar a utilização de experimentos em sala de aula, observando as contribuições desse método na aprendizagem dos alunos na compreensão dos conteúdos trabalhados. A partir desse objetivo principal foi traçado a linha de identificação da pesquisa quanto a sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Podemos caracterizar essa pesquisa quanto a sua abordagem como qualitativa, uma vez que busca experienciar a problemática da pesquisa de modo aprofundado, não se preocupando, todavia, com uma grande quantidade numérica para a representatividade geral do fenômeno, mas buscando interpretar as consequências e contribuições da utilização de experimentos de baixo custo em sala de aula. Desse modo a pesquisa busca refletir a partir de uma pequena amostra, sobre a importância de um ensino menos abstrato dos conteúdos de física. Com relação a natureza dessa pesquisa podemos denominar como uma pesquisa aplicada, já que busca gerar reflexões para uma aplicação prática, visando apresentar sugestões para minimizar uma problemática pertinente no ensino. Quanto aos objetivos desse estudo podemos categorizar como descritiva, pois objetiva-se descrever a realidade de um determinado contexto social de ensino, através de uma intervenção prática de aplicação de aula e da utilização de um questionário para um breve levantamento dos conhecimentos prévios dos corpo discente sobre aspectos gerais da física, a partir do qual será analisado buscando possíveis discussões e problematizações acerca do uso de experimentos de baixo custo no ensino de física. No que se refere aos procedimentos, podemos qualificar como uma pesquisa-ação, visto que conta com a “participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada” (FONSECA, 2002 apud GERHARDT & SILVEIRA, 2009) com o objetivo de contribuir com a melhoria da realidade de ensino observada.

A pesquisa seguirá as seguintes etapas:

- Desenvolvimento e aplicação de um questionário para um breve levantamento de conhecimentos prévios do corpo discente.
- Seleção de experimentos de baixo custo que podem ser trabalhados em sala de aula.
- Elaboração de um plano de aula contendo um dos experimentos selecionados com um roteiro de práticas.

Dessa forma, a metodologia utilizada consistiu na elaboração e aplicação de um

Questionário para alunos do 1º Ano do Ensino Médio, na sugestão de 3 Práticas de baixo custo na área da Mecânica e na aplicação de uma dessas práticas em sala de aula.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desse trabalho estão separados em três partes: 1) Elaboração e aplicação de um questionário, sobre a disciplina de Física, para 44 alunos do 1º Ano do Ensino Médio; 2) Elaboração de 3 Roteiros de Experimentos de baixo custo na área da Mecânica; 3) Aplicação de um dos Roteiros em sala de aula.

5.1 Elaboração e aplicação do Questionário

O questionário elaborado (Figura 5.1) foi aplicado no dia 02 de maio de 2019, em uma turma de primeira série, contendo 44 alunos, na escola Estadual de Educação Profissional Adolfo Ferreira de Sousa, localizada em Redenção, no estado do Ceará. O questionário para coleta de dados foi composto por dez questões com algumas alternativas, visando identificar algumas concepções que os alunos têm a respeito da disciplina de física, além de identificar as principais dificuldades apresentadas nessa componente curricular. A partir das respostas obtidas pudemos observar algumas questões pertinentes para o âmbito do ensino, ressaltando também a importância dos experimentos na compreensão dos fenômenos estudados.

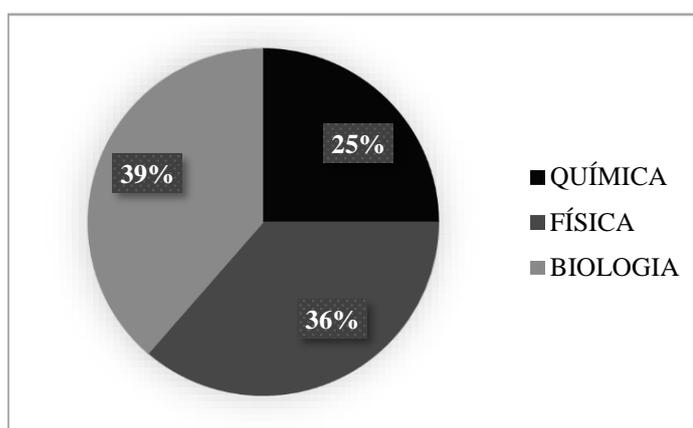
O método para a coleta de dados escolhido, justifica-se pela praticidade de obter respostas, através da formulação simples e direta das perguntas, além de não exigir a identificação do aluno participante da pesquisa, garantindo total discrição e descomprometimento com a realidade que está sendo exposta pelo discente. No entanto, algumas medidas foram tomadas para garantir uma representação mais precisa da realidade, foi pedido para que os alunos respondessem de forma mais fiel possível a todas as perguntas e que não fossem trocadas informações com os colegas a respeito das perguntas, de modo que as respostas não fossem influenciadas por terceiros, sendo cada resposta o ponto de vista individual do estudante. Sabemos que este método pode não ser tão preciso quanto aos resultados, como afirma Gerhardt & Silveira (2009) “as técnicas de coleta de dados, como questionários, escalas e entrevistas, podem ser subjetivas, apenas quantificáveis, gerando imprecisão”. Além disso alguns estudantes, mesmo com as instruções, podem deixar algumas questões em branco, ou simplesmente marcar a mesma alternativa que o colega ao lado, modificando dessa forma, os possíveis resultados. Objetivamos, no entanto, obter algumas informações, embora que parciais, para gerarmos algumas reflexões e observações acerca do objeto de estudo desse trabalho.

Figura 2 – Questionário do aluno sobre o ensino de física.

<p>01 – Levando em consideração as ciências naturais, qual das matérias você mais gosta? <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Biologia</p> <p>02 – Você tem dificuldade em estudar física? <input type="checkbox"/> Sim, com os cálculos <input type="checkbox"/> Sim, com interpretação das questões <input type="checkbox"/> Não</p> <p>03 – Qual a importância do ensino da física para você? <input type="checkbox"/> Não tem <input type="checkbox"/> pouca <input type="checkbox"/> muita</p> <p>04 – O que você entende por Física? <input type="checkbox"/> Disciplina com cálculos <input type="checkbox"/> Disciplina que estuda fenômenos <input type="checkbox"/> Necessária para o ano letivo <input type="checkbox"/> Não sei</p> <p>05 – Qual das disciplinas você tem mais dificuldade? Física <input type="checkbox"/> Matemática <input type="checkbox"/></p> <p>06 – O professor utiliza algum dos recursos didáticos abaixo? Slide <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Software <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Experimentos <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Livro didático <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Outros: _____</p> <p>07 – Como você gostaria de estudar física? <input type="checkbox"/> Só na sala de aula <input type="checkbox"/> Na sala com experiências <input type="checkbox"/> No laboratório</p> <p>08 – A física estudada na escola tem relação com seu cotidiano e com as tecnologias atuais? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> pouca <input type="checkbox"/> Não</p> <p>09 – Você já fez algum experimento em sala de aula? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Algumas vezes</p> <p>10 – Você acredita que experimentos podem ajudar no aprendizado da Física? <input type="checkbox"/> Sim, a aula fica mais interessante <input type="checkbox"/> Talvez, depende do experimento</p>

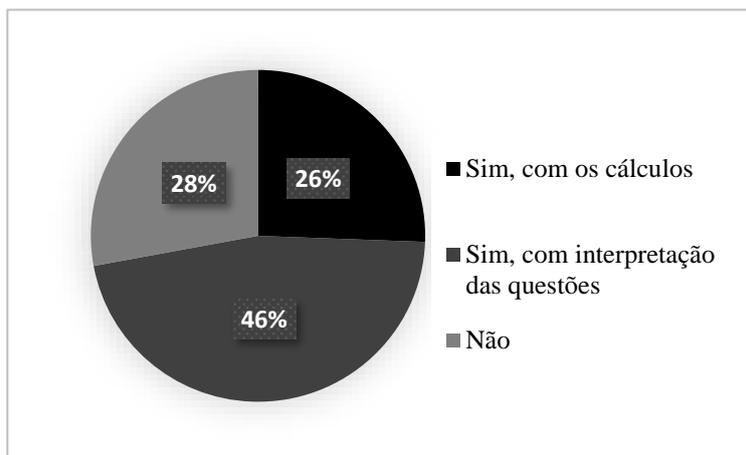
A partir da aplicação do questionário, foi elaborada uma análise quantitativa das respostas de cada questão, a fim de observar alguns aspectos do ensino e aprendizagem da física. Também foram elaborados a partir das respostas, gráficos que expressam por porcentagem a opinião geral dos alunos acerca de cada questionamento abordado. O questionário inicia com uma pergunta para detectar dentre as ciências naturais quais seriam apontadas como preferidas e quais as mais rejeitadas pelos estudantes. Uma análise geral de todas as respostas conclui que a física ocupa o segundo lugar entre a preferência dos alunos, sendo a química a menos preferida pelos alunos e a biologia a primeira disciplina apontada entre o gosto da turma, conforme vemos no Gráfico 1. Apesar de que as três respostas estão relativamente próximas, não evidenciam uma maior rejeição em relação à disciplina de Física.

Gráfico 1 – Levando em consideração as ciências naturais, qual das disciplinas você mais gosta?



Os resultados expressos no Gráfico 1 não constituem uma amostra significativa, eles representam a unicidade das respostas de uma dentre as inúmeras turmas que a escola possui, portanto não tomaremos como base para uma reflexão mais ampla para o ensino de física de modo geral, pois contextualmente sabemos das dificuldades e resultados não tão satisfatórios em pesquisas mais gerais sobre o ensino de física no Brasil. O questionamento objetivava apenas sondar, dentro do contexto a ser trabalhado, qual a opinião da turma sobre a disciplina que seria abordada.

A Questão 2 sondava a respeito da dificuldade em estudar Física, os resultados estão apresentados no Gráfico 2. Onde se conclui que quase metade dos estudantes têm dificuldade em interpretar a Física.

Gráfico 2 – Item 02: Você tem dificuldades em estudar física?

No item 03, foi questionado aos estudantes qual a importância da física (Gráfico 3) e embora a maioria das respostas (68%) considerasse a física como uma disciplina de grande relevância, pudemos observar no item 04 (Gráfico 4), que os alunos possuem uma noção generalizada e reduzida a respeito da física, pois a maioria dos estudantes (51%) marcaram a opção que denomina a física apenas como uma disciplina com cálculos, e poucos alunos apontaram a física como uma disciplina que estuda fenômenos (28%).

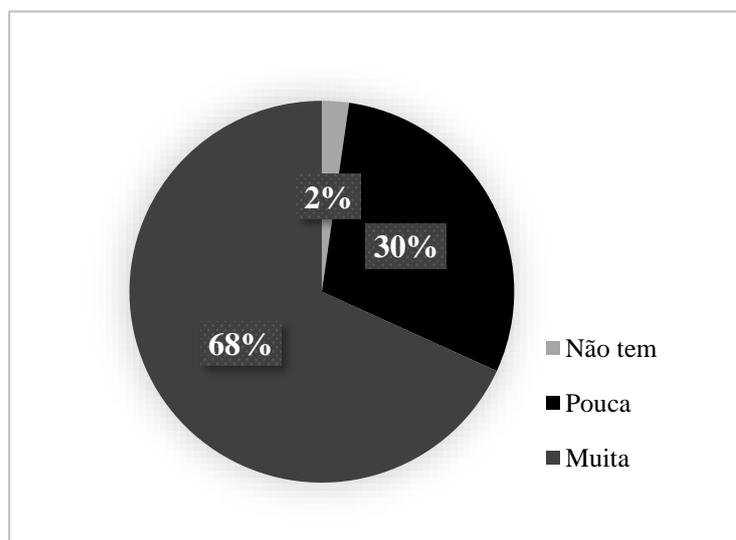
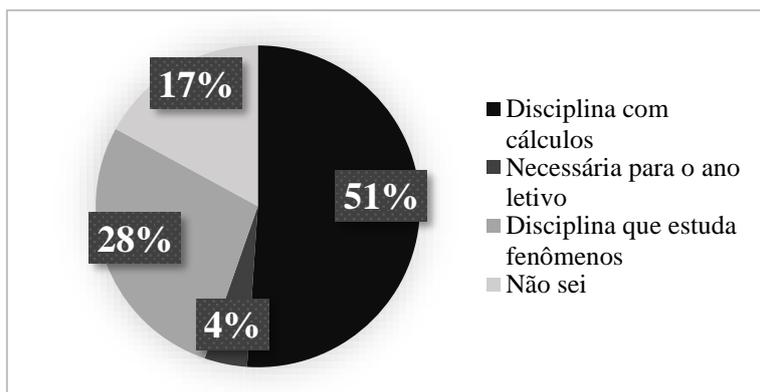
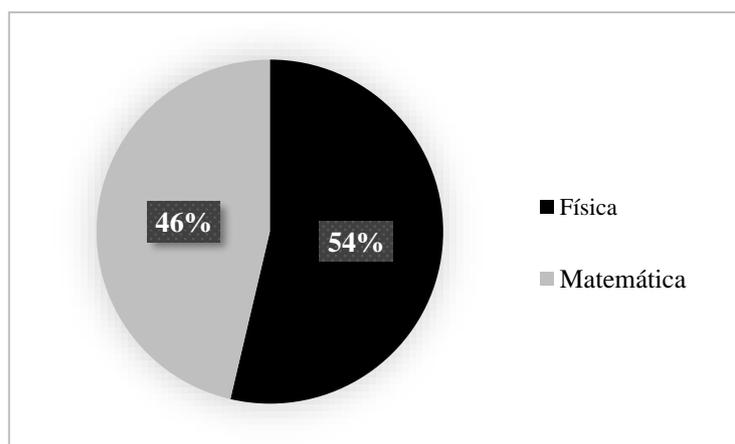
Gráfico 3 – Item 03: Qual a importância do ensino de física para você?

Gráfico 4 – Item 04: O que você entende por física?

No item número 05 do Questionário foi perguntado se os alunos têm mais dificuldade em Física ou Matemática. As respostas mostradas no Gráfico 5 indicam que os alunos apresentam dificuldade em ambas às matérias, indicando uma predominância (54%) para a Física.

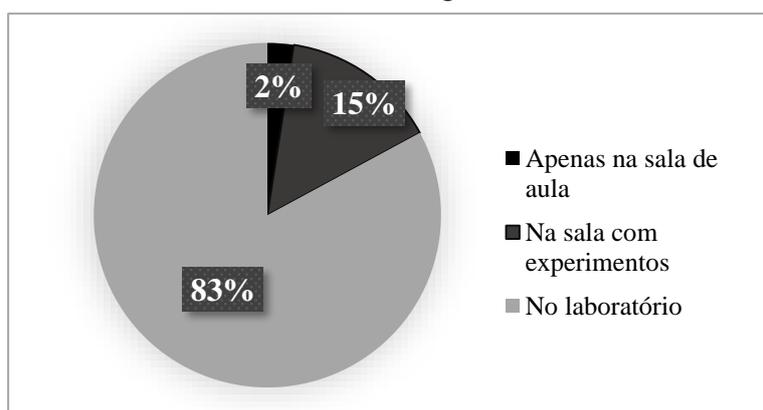
Gráfico 5 – Item 05: Qual das disciplinas você tem mais dificuldade?

A partir desses resultados pudemos observar que os alunos estão acostumados com um método tradicional de ensino no qual a física é resumida apenas a conceitos gerais, com resolução de questões de cálculos do livro didático. Essa constatação pode ser confirmada a partir das respostas estabelecidas no item 06 do questionário, em que solicitamos para que os alunos assinalassem dentre os recursos didáticos, quais eram mais utilizados pelos professores de física em sala de aula. A maioria das respostas marcadas foram as de utilização de slides e do livro didático, com uma grande ausência de softwares ou experimentos, conforme vemos na Tabela 1.

Tabela 1 – Item 06: O professor utiliza algum dos recursos abaixo?

RECURSO	SIM	NÃO
<i>Slide</i>	40	4
<i>Software</i>	5	39
Experimentos	11	33
Livros didáticos	33	11

A necessidade da utilização de recursos didáticos no ensino, fica ainda mais expresso a partir das respostas assinaladas no item 07 do questionário (Gráfico 6), no qual questionava ao aluno de que maneira gostariam de estudar física, dentre as opções estabelecidas, a maioria dos alunos (83%) afirmaram que gostariam que aulas fossem no laboratório.

Gráfico 6 – Item 07: Como você gostaria de estudar física?

No item de número 08 foi questionado aos alunos, se a física estudada em sala de aula tem relação com o seu cotidiano e as novas tecnologias, as respostas em geral 57% afirmaram que sim, em certa medida há uma tentativa de exemplificação e aproximação dos conteúdos através de exemplos práticos do cotidiano. No entanto, as metodologias utilizadas raras vezes incluíam os experimentos como um meio de tornar os conteúdos menos abstratos e mais compreensíveis aos estudantes. Essa questão foi melhor evidenciada no item 09 (Gráfico 8), no qual perguntamos se os alunos já realizaram experimentos em sala de aula, e no item 10 (Gráfico 9), em que questionamos a opinião deles a respeito da utilização dos experimentos. Foi verificado que 70% dos estudantes, afirmam que não tinham aulas com experimentos e que para 84% deles, as aulas com atividades práticas seriam mais interessantes e possibilitam uma maior compreensão.

Gráfico 7 – Item 08: A física estudada na escola tem relação com seu cotidiano e com as tecnologias atuais?

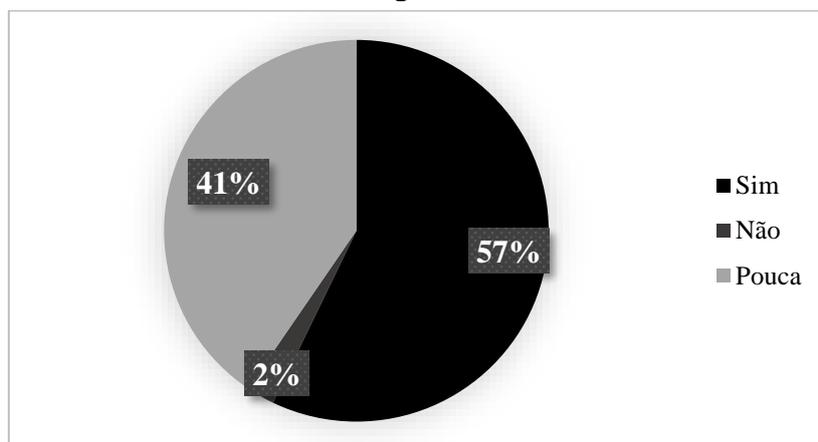


Gráfico 8 – Item 09: Você já fez algum experimento em sala de aula?

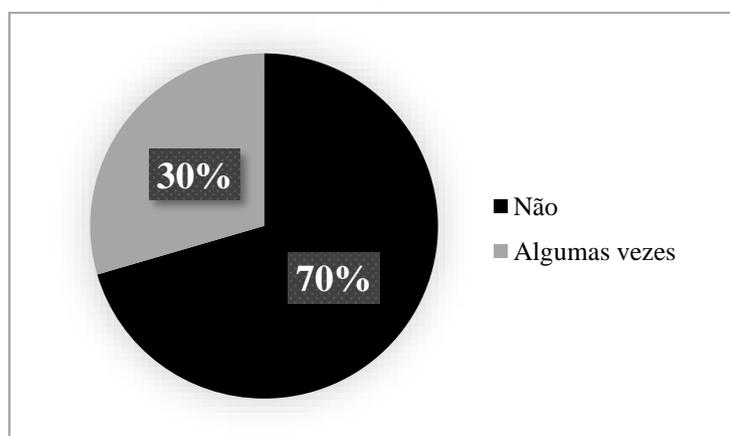
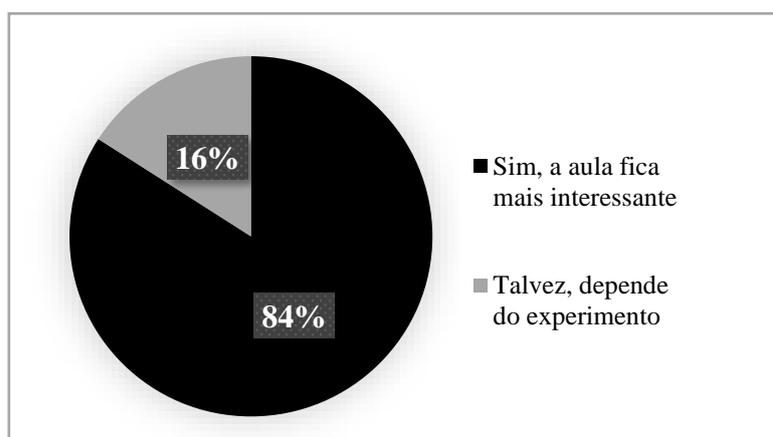


Gráfico 9 – Item 10: Você acredita que experimentos podem ajudar no aprendizado da física?



Esse questionário serviu como base para identificar alguns aspectos das práticas de ensino da física em um contexto real de aprendizagem. Através da coleta de dados, foi possível analisar as principais dificuldades da turma e assim pensar em métodos para contornar essas dificuldades, além de confirmar a pouca utilização de experimentações

práticas seja em sala de aula ou no laboratório. Diante do diagnóstico expresso pela turma, a etapa seguinte foi a aplicação do plano de aula elaborado, que abordava o conteúdo de mecânica (MRU) e contava com a realização de uma experimentação para que os alunos pudessem compreender o conteúdo de forma prática.

5.2 Experimentos de baixo custo: Propostas

Nessa monografia defendemos a utilização de experimentos de baixo custo para melhorar o aprendizado. Dessa forma, foram propostos três experimentos na área da Mecânica. Experimento 1: Movimento retilíneo uniforme (MRU); Experimento 2: Velocidade média; Experimento 3: Queda livre. A seguir será apresentado uma sugestão de Roteiro de Prática para esses três experimentos.

5.2.1 Roteiro de Prática 1: Movimento retilíneo uniforme (MRU)

Esta prática experimental foi retirada e adaptada do livro: A física através de experimentos - Vol. I – Mecânica. (PERUZZO, 2013).

MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

Objetivo

Observar e analisar o movimento retilíneo uniforme (MRU).

Materiais Utilizados

1 régua, 1 vareta de fibra (haste, cerca de 40cm de comprimento), 1 fio (de aparelho telefônico, aproximadamente 12cm de comprimento), 1 suporte (Isopor), 1 cronômetro (Celular), 1 pincel atômico

Introdução Teórica

Quando um móvel se desloca com uma velocidade constante, diz-se que este móvel está em um movimento uniforme (MU). No caso em que ele se desloca com uma velocidade constante em trajetória reta, tem-se um movimento retilíneo uniforme (MRU). Uma observação importante é que, ao se deslocar com uma velocidade constante, a velocidade instantânea deste corpo será igual à velocidade média, pois não haverá variação na velocidade em nenhum momento do percurso. A equação horária do espaço (fórmula do sorvete) pode ser demonstrada a partir da fórmula de velocidade média.

$$v = v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ (Equação 1)}$$

Isolando Δs , temos:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

Sabemos que:

$$\Delta s = s - s_0$$

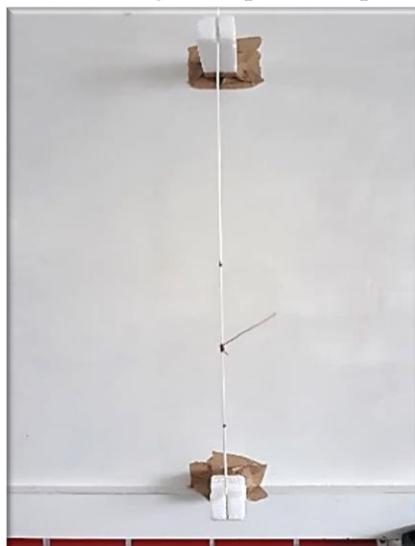
Então:

$$s = s_0 + v \cdot \Delta t \text{ (Equação 2)}$$

Montagem e Procedimento

Com o fio será feito o “pica-pau”, no qual será observado o movimento constante. Dê 5 voltas com o fio na haste de fibra com um pequeno espaçamento, em seguida junte o fio. Fixe a haste no suporte (feito com o isopor), de modo que ela fique na vertical. Com a régua faça nela alguns traços em intervalos de espaços iguais (10cm). Na haste coloque o pica-pau, de modo que, quando for solto na extremidade superior, ele desça lentamente e oscilando, num movimento aproximadamente retilíneo e uniforme. Um esquema da montagem do conjunto está na figura 3.

Figura 3 – Montagem da prática experimental.



Utilizando um cronômetro, marque o tempo gasto pelo pica-pau para percorrer os intervalos pré-determinados (o celular pode ser utilizado). O instante inicial $t = 0$ é quando solta o pica-pau no topo da haste, quando o mesmo passar pela posição $x_0 = 0$. Anote os valores das posições (x) pelas quais o pica-pau vai passando e os instantes correspondentes (t). Faça 3 medidas para cada intervalo de posição, como mostra a Tabela 2, anote esses dados. Com esses dados construa um gráfico da velocidade em função do tempo ($v \times t$).

Tabela 2 – Posição (x) e tempo (t).

$\Delta x(\text{cm})$	t(s)	Média de t(s)	Velocidade média (cm/s)
0 - 10	M ₁ =		
	M ₂ =		
	M ₃ =		
10 - 20	M ₁ =		
	M ₂ =		
	M ₃ =		
0 - 20	M ₁ =		
	M ₂ =		
	M ₃ =		

Determine a velocidade média para cada intervalo de espaço e anote o valor das velocidades. Verifique o valor das velocidades para cada intervalo. A velocidade média (v) é dada por:

$$v = \frac{x}{t}$$

Valor da velocidade média do pica-pau, em cm/s: _____

5.2.2 Roteiro de Prática 2: Velocidade média

Esta prática experimental foi retirada do livro: A física através de experimentos - Vol. I – Mecânica. (PERUZZO, 2013, p.10).

VELOCIDADE MÉDIA

Objetivo

Estudar experimentalmente o conceito de velocidade média.

Materiais Utilizados

1 giz, 1 trena, 1 cronômetro, 1 carrinho elétrico (movido à pilha).

Montagem e Procedimento

Com o giz faça duas marcas no chão, de modo a delimitar uma distância entre elas. Com a trena meça essa distância. Ligue o carrinho elétrico e, com o cronômetro, marque o tempo que o mesmo demora para percorrer essa distância. Repita algumas vezes o mesmo procedimento e determine a velocidade média do carrinho no percurso.

Análise e Explicação

A velocidade média (v_m) é determinada pela razão entre o espaço percorrido (Δx) por um móvel e o tempo (Δt) necessário para percorrê-lo:

$$vm = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

onde $\Delta x = x - x_0$ e $\Delta t = t - t_0$. x e x_0 são, respectivamente, as posições final e inicial, e t e t_0 os tempos final e inicial. Quando o movimento ocorre no sentido da trajetória a velocidade média é positiva, pois nesse caso a variação do espaço (Δx) também é positiva. Nesse caso o movimento é progressivo. Se o movimento ocorre no sentido oposto ao da trajetória a velocidade média (vm) é negativa, pois a variação do espaço também é negativa. Nesse caso o movimento é retrógrado.

5.2.3 Roteiro de Prática 3: Queda livre

Esta prática experimental foi retirada do livro: A física através de experimentos - Vol. I – Mecânica. (PERUZZO, 2013, p.21).

QUEDA LIVRE

Objetivo

Verificar que a velocidade de queda dos corpos independe de suas massas.

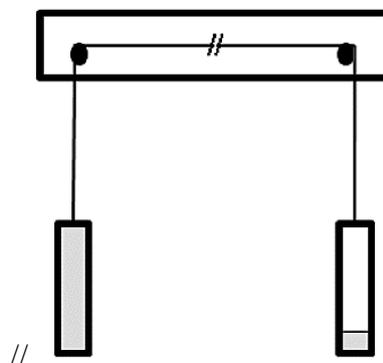
Materiais Utilizados

2 garrafas PET (iguais), água, 1 pedaço de madeira, 2 pregos, 1 pedaço de barbante, 1 tesoura.

Montagem e Procedimento

Encha bem uma das garrafas com água e a outra coloque somente um pouco. Prenda as duas garrafas com um barbante, de modo que fiquem interligadas e suspenda o conjunto passando o barbante por dois pregos fixados num pedaço de madeira, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Garrafas interligadas.



Coloque o conjunto numa determinada altura, de modo que as garrafas fiquem numa mesma posição em relação ao solo e corte o barbante. Você verificará que as duas garrafas caem juntas, apesar de uma ter massa maior que a outra.

Análise e Explicação

Esta experiência é uma das mais simples, porém, uma das mais importantes da mecânica, tendo sido realizada e repensada diversas vezes por grandes cientistas, como Galileu Galilei. Conta-se que Galileu, em torno do ano 1600, subiu na torre de Pisa, na Itália, e soltou objetos de massas diferentes, constatando que eles chegavam juntos ao solo. Isso provava que a velocidade de queda dos corpos independia de suas massas. No entanto, isso parecia contradizer a crença de que os corpos caem mais rapidamente quanto mais pesados eles forem. No nosso cotidiano ainda temos a impressão de que objetos mais pesados caem mais rapidamente que os mais leves. Soltando uma pedra e uma pena de uma mesma altura, verificamos que a pedra chega ao chão mais rápido que a pena. Contudo, o que retarda a queda da pena é a resistência do ar. Se for no vácuo não haveria resistência do ar e os dois cairiam juntos. Neste experimento colocamos a pena e a pedra dentro da garrafa para eliminar o efeito direto do ar externo sobre a queda dos objetos. Dessa forma, constatamos que a queda dos corpos realmente independe de suas propriedades, neste caso, mais precisamente de suas massas.

5.3 Aplicação do Experimento de Baixo Custo em Sala de Aula

Foi escolhido um dos experimentos de baixo custo (Prática 1 – Movimento retilíneo uniforme) para ser aplicado na mesma turma de primeiro ano no qual foi efetuado o questionário. Foi elaborado um plano de aula (Apêndice 1), a aula teórica e prática foi realizada no dia seguinte da aplicação do questionário, dia 03/05/2019, objetivando elucidar os conhecimentos prévios sobre a disciplina de física, mais precisamente o conteúdo de mecânica (MRU), um dos primeiros conceitos estudados pelos alunos no primeiro ano do ensino médio, seguindo a grade curricular desta componente. Os alunos assistiram a uma aula expositiva, a fim de instruir inicialmente com algumas noções básicas sobre o assunto abordado. Em seguida, passamos para a realização do experimento de modo que os alunos pudessem visualizar de forma mais concreta os conceitos estudados. Nesta etapa, a turma foi dividida em equipes de 5 ou 6 alunos, cada grupo recebeu um roteiro de prática (seção 5.2.1). Em seguida ocorreu a realização da prática pelos alunos. O objetivo do experimento consistia na verificação da velocidade constante em qualquer intervalo de posição. Para a realização desse experimento contamos com materiais de fácil acesso e baixo custo. Utilizamos um suporte feito com dois pedaços de isopor colados em posição vertical no quadro e colados com fita adesiva, o isopor possui um corte no centro para que seja colocada a vareta, pela qual percorreria um fio em formato espiral, que é conhecido como experimento do “pica-pau”, pois percorre por toda a vareta com uma certa velocidade constante, conforme mostrado na Figura 3 da seção 5.2.1. Os alunos fizeram três medidas de tempo com o auxílio de um

cronômetro (Figura 7), para cada intervalo de posição, como mostra a Tabela 2 da seção 5.2.1. Foi feito o cálculo do tempo médio, depois da velocidade, por fim os alunos fizeram o cálculo médio das velocidades.

Ao final do experimento, os alunos puderam compreender de modo prático como era realizada a medição da velocidade média de acordo com os intervalos de tempo que iam sendo calculados ao longo dos testes. Foi notório o interesse dos alunos em investigar esse fenômeno físico, bem como o interesse em participar da atividade utilizando um cronômetro para marcar os tempos e calculadora para conferir a exatidão dos cálculos médios dos tempos. Alguns alunos puderam tirar suas dúvidas e muitos afirmaram compreender melhor o conteúdo a partir da visualização prática (figura 5) possibilitada pelo experimento. Percebemos que é de fundamental importância o contato do sujeito com o fenômeno que está sendo trabalhado em sala de aula, pois desse modo é possível estabelecer uma aproximação dos conteúdos como uma realidade mais concreta para os estudantes, melhorando assim, a compreensão e a facilitação do ensino/aprendizagem.

Figura 5 – Grupos de alunos realizando a atividade experimental.



6 CONCLUSÃO

Com base na experimentação, vimos que os experimentos de baixo custo podem funcionar como uma opção mais acessível para ser desenvolvido pelo professor em sala de aula, já que podem ser organizados com um valor baixo. Além disso, os experimentos auxiliam na compreensão dos alunos, tornando os conteúdos mais lúdicos, despertando assim o interesse e envolvimento dos estudantes.

Em relação ao Questionário aplicado podemos concluir que: Não existe ojeriza em relação à disciplina de Física, comparando Física, Química e Biologia, há uma leve escolha para matéria de Biologia sendo, para essa turma, a Química a matéria que os estudantes têm menor afinidade. Apesar da maioria dos estudantes reconhecerem a relevância da Física (68%), quase 50% dos estudantes afirmam ter dificuldade em interpretar a Física. Isso mostra que se as aulas pudessem ser mais aplicadas e mais próximas do cotidiano, poderia melhorar a compreensão desta disciplina. 83% dos estudantes gostariam de ter mais aulas práticas no laboratório.

Foram propostas quatro práticas de baixo custo mostrando que seria possível para qualquer professor incluir práticas em suas aulas, mesmo em sala de aula e adaptadas, que auxiliassem o aprendizado dos estudantes. A experimentação no ensino de física se torna indispensável no processo de aprendizagem, uma vez que, a teoria e prática são vertentes indissociáveis na educação, a experiência facilita a compreensão, e pode servir de forma lúdica para conceitos físicos.

Na aula prática realizada numa turma de primeiro ano, foi notório o entusiasmo dos alunos em participar das atividades, além disso, foi observado que os alunos compreenderam com maior facilidade o conteúdo abordado, visto que, a experimentação possibilitou a aproximação dos alunos com o fenômeno. A aula prática possibilitou aos estudantes participarem de modo ativo na construção da aprendizagem, já que estavam acostumados com o método tradicional com aulas unicamente expositivas. Durante o experimento, os alunos fizeram o cálculo do tempo médio e velocidade, a distância foi medida com o auxílio de uma régua. Por fim a construção do gráfico ($v \times t$).

Através dessa breve pesquisa, foi possível refletirmos sobre os processos educacionais a partir de uma experiência prática do cotidiano escolar, o que nos proporcionou vivenciar a realidade enfrentada pelos docentes. Observamos através dessa intervenção prática, a necessidade de se repensar as metodologias utilizadas em sala de aula, de modo que seja aplicado o que vem sendo discutido sobre o ensino de ciências ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (2007). **O Ensino de Ciências e a Educação Básica: Propostas para Superar a Crise**, 2007. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-19.pdf>> Acesso em: 20 de mar. 2019.

ALMEIDA JÚNIOR, J. A. **A evolução do ensino de física no Brasil**. *Revista de Ensino de Física*, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 45-58, 1979. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>> Acesso em: 15 de mar. de 2019.

_____. **A evolução do ensino de física no Brasil – 2a. parte**. *Revista de Ensino de Física*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>> Acesso em 15 de mar. de 2019.

ALVES, V.C; STACHAK M. **A importância de aulas experimentais no processo ensino/aprendizagem em física: “Eletricidade”**. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/sys/resumos/T0219-3.pdf>> Acesso em 13 de mar. de 2019.

ASSUNÇÃO, O, M. **Estudo sobre a utilização de metodologias alternativas como complemento as aulas de física no ensino médio**, 2010. Disponível em: <www.infis.ufu.br/infis.../maryzaura%20de%20oliveira%20assunção.pdf> Acesso em 20 de fev. de 2019.

BERNADI, L.T. **A relação teoria e prática na formação do educador do educador**, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268401365_A_RELACAO_TEORIA_E_PRATICA_NA_FORMACAO_NA_FORMACAO_DO_EDUCADOR> Acesso em: 20 de mar. de 2019.

CARNEIRO, L, N. **A prática docente nas escolas públicas considerando o uso de laboratório didático de física**, 2007. Disponível em: <www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_download/12->> Acesso em: 20 de fev. de 2019.

COSTA, G.L; BARROS. A. M. **O ensino da física no brasil: problemas e desafios**, 2015. Disponível em: < https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf > Acesso em 12 de março de 2019.

GERHARD, E. T; SILVEIRA. T. D. **Métodos de pesquisa** / [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil –UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HOFFMANN, J.L. **O panorama de uso da experimentação no ensino da física em municípios da região oeste do paraná: uma análise dos desafios e das possibilidades**, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dissertacoes_teses/dissertacao_jairo_luiz_hoffmann.pdf> Acesso em 22 de mar. de 2019.

HOLBROW, C.H. **Archaeology of a bookstack: some major introductory physics texts of the last 150 years**. *Physics Today*, 52(3):50-56, 1999.

KERLINGER, F.N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**, 1973. Disponível em: <<https://cadernoselivros.files.wordpress.com/2016/11/metodologia-cic3aancias-sociais-kerlinger.pdf>> Acesso em 12 de mar. de 2019.

LABURÚ, E. (2005). **SELEÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA FALA DE PROFESSORES**, 2005. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/515/312>> Acesso em 12 de fev. de 2019.

MOREIRA, M.A. **Ensino de física no brasil: retrospectiva e perspectivas**, Revista Brasileira de ensino de Física, São Paulo, v, 22, n.1, p.94 – 99, 2000.

NARDI, R. **Memórias da educação em ciências no brasil: a pesquisa em ensino de física**. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Departamento de Educação e Programa de Pós-Graduação para Ciências. Faculdade de Ciências –Universidade Paulista – UNEP. Campos de Bauru - São Paulo – Brasil, 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a4.htm#Nota%202> Acesso em: 04 mar. de 2019.

Parâmetros curriculares nacionais ensino médio, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>> Acesso em: 12 de mar. de 2019.

PCN+ - Ensino médio orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf> Acesso em: 12 de mar. de 2019.

PERUZZO, J. **A Física através de experimentos**, 2013. Vol.1. Disponível em: <<http://files.superleomatematica.webnode.com/200000032-0b4d70d420/A%20f%C3%ADsica%20atrav%C3%A9s%20de%20experimentos%20-%20Vol.%20I%20-%20Mec%C3%A2nica.pdf>> Acesso em: 20 de mar. de 2019.

PISA Worldwide Ranking – average score of math, science and Reading, 2016. Disponível em: <<http://factsmaps.com/pisa-worldwide-ranking-average-score-of-math-science-reading/>> Acesso em: 21 de mar. de 2019.

TEIXEIRA, F.M & LIMA, K.E.C. **A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências**, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf>> Acesso em: 21 de mar. de 2019.

VIOLIN, G. A. **Atividades experimentais no ensino de física de 1º e de 2º graus**, 1979. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a12.pdf>> Acesso em 15 de fevereiro de 2019.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**, 1991. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>> Acesso em: 20 de mar. de 2019.

APÊNDICE 1 – PLANO DE AULA EXPERIMENTAL

<p>I. Plano de Aula: Data: 03 de maio de 2019</p>
<p>II. Dados de Identificação: Escola: Escola de Educação Profissional Adolfo Ferreira de Sousa Disciplina: Física Orientador: Erison Gadêlha de Lima Série: 1º ano Período: 08h00 às 08h50 Duração: 50 minutos</p>
<p>III. Tema: Cinemática (MRU/Aula prática)</p>
<p>IV. Objetivos: Observar e analisar o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)</p>
<p>V. Conteúdo: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)</p>
<p>VI. Desenvolvimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação da turma; 2. Entregar o roteiro de prática; 3. Introduzir o conceito de MRU; 4. Seguir o roteiro de prática; 5. Resolução dos exercícios propostos.
<p>VII. Recursos didáticos (material utilizado): 1 régua; 1 vareta de fibra (haste, cerca de 40cm de comprimento); 1 fio (de aparelho telefônico, aproximadamente 12cm de comprimento); 1 suporte (Isopor); 1 cronômetro (Celular); 1 pincel atômico.</p>
<p>VIII. Avaliação: Participação dos alunos e resolução dos exercícios.</p>