

ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

**OS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DA
EDUCAÇÃO BÁSICA: DELINEAMENTOS DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO
ENSINO DE FÍSICA**

**CASCAVEL - PR
2022**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

OS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DA
EDUCAÇÃO BÁSICA: DELINEAMENTOS DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO
ENSINO DE FÍSICA

ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

CASCVEL - PR
2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM
ÁREA E CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

**OS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DA
EDUCAÇÃO BÁSICA: DELINEAMENTOS DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO
ENSINO DE FÍSICA**

ANDRÉ BONFANTE BÓRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – *Campus* de Cascavel, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Dra. Dulce Maria Strieder

**CASCADEL - PR
2022**

Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
**Ficha catalográfica elaborada por Formulário de
Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.**

Bório, André

Os materiais de baixo custo em práticas experimentais da educação básica: delineamentos da produção acadêmica no Ensino de Física / André Bonfante Bório; orientador(a), Dulce Maria Strieder, 2022. 137f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, 2022.

1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3. Materiais de baixo custo.

André Bonfante Bório

Os materiais de baixo custo em práticas experimentais da educação básica:
delineamentos da produção acadêmica no Ensino de Física

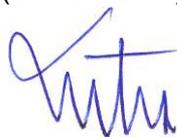
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática, área de concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação em Ciências, APROVADO pela seguinte banca examinadora:



Orientadora – Dulce Maria Strieder
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Reginaldo Aparecido Zara
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Foz do Iguaçu
(UNIOESTE)



Sandro Rogério Vargas Ustra
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Cascavel, 07 de junho de 2022.

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Luis Antônio Bório e Fátima Aparecida Bonfante Bório e meu irmão Andrey Bonfante Bório, que, de certa forma, me proporcionaram condições necessárias para que eu alcançasse meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais Luis Antônio Bório e Fátima Aparecida Bonfante Bório e meu irmão Andrey Bonfante Bório que sempre me incentivaram e, muitas vezes, proporcionaram oportunidades para que eu alcançasse meus objetivos, além do esforço e ajuda durante o processo como ser humano e também durante meus estudos.

A minha orientadora professora Doutora Dulce Maria Strieder, que me acompanhou durante essa trajetória e não mediu esforços para me ajudar, pela paciência, pelo companheirismo e por me proporcionar os melhores encaminhamentos durante a pesquisa e leituras.

A todos os professores e colegas durante o programa de Pós-Graduação que fizeram parte do desenvolvimento da pesquisa, e também da minha formação pessoal e profissional.

E, por fim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até a conclusão deste trabalho, professores, amigos, colegas, equipe pedagógica, diretores, etc.

Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um, se resume ao tamanho do seu saber.

Albert Einstein

BÓRIO, André. **OS MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: DELINEAMENTOS DA PRODUÇÃO ACADÊMICA NO ENSINO DE FÍSICA.** 2022. 137f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Sociedade, Estado e Educação, Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2022.

RESUMO

As práticas experimentais começaram a ser inseridas no contexto escolar brasileiro há mais de um século, com uma forte relação com projetos internacionais e práticas realizadas nas universidades. Seu objetivo era melhorar a aprendizagem dos conhecimentos científicos, porque se considerava, no contexto da dicotomia teoria-prática, que os alunos se aproximavam dos conteúdos teóricos, porém havia o grande obstáculo relativo a como usar o que foi aprendido ou identificar como a física auxilia na compreensão do cotidiano. Apesar do longo percurso, as práticas experimentais pouco integram o dia a dia escolar atual, em parte, sob a justificativa da ausência de recursos financeiros para aquisição de materiais e estruturação dos laboratórios didáticos. Neste viés, há algumas décadas a literatura acadêmica aponta a alternativa do uso de práticas experimentais com materiais de baixo custo (MBC). Dessa forma, com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre o tema das práticas experimentais com a alternativa de uso de MBC no ensino de Ciências/Física e guiados por desconfortos gerados pelo discurso de que as atividades práticas com MBC são uma alternativa valiosa para o ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que se observa que são efetivamente pouco utilizadas, buscamos encontrar encaminhamentos para a questão: o que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física? A pesquisa tem, em consonância com o problema proposto, o objetivo de investigar os sentidos produzidos (conceituações, caracterizações, iniciativas, dificuldades, limites e contribuições ao ensino e aprendizagem) sobre as atividades práticas caracterizadas por seus autores como sendo de baixo custo, expressos nos artigos publicados nos anais do XXII, XXIII e XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e disponibilizados no meio *on-line* em seus respectivos *sites*. A construção dos dados nos levou a um *corpus* de 35 artigos, os quais foram lidos em sua íntegra, então foram analisados a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), na perspectiva de se obter novas compreensões com relação ao problema e objetivos de pesquisa. Com a análise do *corpus*, explorando interpretações em forma de metatextos, chegou-se à construção de nove categorias finais, sendo elas: democratização do acesso às práticas experimentais; diversificação do espaço escolar destinado à prática experimental; necessidade de financiamento da educação; superação de aulas tradicionais; motivação do aluno; risco na construção da visão de ciência pelo aluno; superficialidade da abordagem dos tipos de materiais e limites de uso; limitações da reflexão crítica sobre as definições; relevância da formação docente inicial e continuada. Assim, as compreensões identificaram elementos que indicam a importância da presença dos MBC nas práticas experimentais e lacunas a serem superadas nas produções sobre o tema, sugerindo encaminhamentos para novas investigações no sentido de potencializar sua inserção em sala de aula, por ora ainda insuficiente para o cenário educacional em Ciências/Física do país.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação; Materiais de baixo custo.

BÓRIO, André. **LOW COST MATERIALS IN EXPERIMENTAL PRACTICES IN BASIC EDUCATION: DESIGNS OF ACADEMIC PRODUCTION IN PHYSICS TEACHING**. 2022. 137f. Dissertation (Master in Education). Graduate Program in Education. Area of concentration: Society, State and Education, Research Line: Teaching Science and Mathematics, State University of Western Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2022.

ABSTRACT

Experimental practices began to be inserted in the Brazilian school context more than a century ago, with a strong relationship with international projects and practices carried out in universities. Its objective was to improve the learning of scientific knowledge, since it was considered, in the context of the theory-practice dichotomy, that students approach theoretical content, but there was a great obstacle related to how to use what was learned or identify how physics helps to understand everyday life. Despite the long journey, the experimental practices barely make up the current school day, in part, under the justification of the lack of economic resources for the acquisition of materials and the structuring of didactic laboratories. In this tendency, for some decades the academic literature has pointed to the alternative of using experimental practices with low-cost materials (LCM). Thus, with the aim of deepening the understanding of the subject of experimental practices with the alternative of using the LCM in the teaching of Sciences/Physics and guided by the discomfort generated by the discourse that the practical activities with the LCM are a valuable alternative for teaching and learning, while observing that they are effectively little used, we seek to find directions to the question: what do academic productions show us about the insertion of LCM in teaching and learning in Sciences/Physics? The research has, in accordance with the proposed problem, the objective of investigating the meanings produced (conceptualizations, characterizations, initiatives, difficulties, limits and contributions to teaching and learning) on practical activities characterized by their authors as low cost, expressed in the articles published in the proceedings of the XXII, XXIII and XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) and available online on their respective websites. The construction of the data led us to a corpus of 35 articles, which were read in full, then analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA), in order to obtain new understandings about the problem and the objectives of the research. With the analysis of the corpus, exploring interpretations in the form of metatexts, nine final categories were constructed, namely: democratization of access to experimental practices; diversification of the school space for experimental practice; need for education financing; overcoming traditional classes; student motivation; risk in the construction of the student's vision of science; superficiality of the approach to the types of materials and limits of use; limitations of critical reflection on definitions; relevance of initial and continuing teacher training. In that way, the understandings identified elements that point to the importance of the presence of the LCM in the experimental practices and gaps to be overcome in the productions on the subject, suggesting directions for future research in order to enhance its insertion in the classroom, for now still insufficient for the educational scenario in Sciences/Physics in our country.

Keywords: Teaching Physics; Experimentation; Low cost materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo da Análise Textual Discursiva.....	71
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Quantidade de artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física com o termo “baixo custo” no título.....	75
Gráfico 02 – Quantidade de artigos do EPEF com o termo “baixo custo” no título.....	76
Gráfico 03 – Quantidade de artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física com o termo “baixo custo” no título.....	77
Gráfico 04 – Quantidade de artigos do SNEF com o termo “baixo custo” no título.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Dados dos artigos do SNEF que compõe o corpus da pesquisa.....	80
Quadro 02 – Construindo as categorias pela conceituação de MBC.....	86
Quadro 03 – Construindo as categorias pela caracterização de MBC.....	88
Quadro 04 – Construindo as categorias pelas iniciativas de implementação associadas ao MBC.....	91
Quadro 05 – Construindo as categorias pelas dificuldades e limites da prática experimental.....	94
Quadro 06 – Construindo as categorias pelas contribuições dos MBC ao ensino e aprendizagem.....	97
Quadro 07: Categorias finais.....	99
Quadro 08: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Caderno Brasileiro de Ensino de Física.....	120
Quadro 09: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.....	122
Quadro 10: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos na Revista Brasileira de Ensino de Física.....	123
Quadro 11: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Simpósio Nacional de Ensino de Física.....	127

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC** Análise de Conteúdo
- AD** Análise de Discurso
- ATD** Análise Textual Discursiva
- BNCC** Base Nacional Comum Curricular
- BSCS** *Biological Science Curriculum Study*
- CAPES** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CBA** *Chemical Bond Approach*
- CBEF** Caderno Brasileiro de Ensino de Física
- CTS** Ciência, Tecnologia, Sociedade
- CTSA** Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
- DCN** Diretrizes Curriculares Nacionais
- ENPEC** Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
- EPEF** Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
- FAI** Física Auto-Instrutivo
- FIES** Fundo de Financiamento Estudantil
- FUNBEC** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências
- GETEF** Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física
- IBECC** Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
- IES** Instituições de Ensino Superior
- INEP** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- LDB** Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- MBC** Material de Baixo Custo
- MEC** Ministério da Educação
- PARFOR** Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
- PEF** Projeto de Ensino de Física
- PHET** *Phet Interactive Simulation*
- PIBID** Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
- PREMEN** Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
- PSSC** *Physical Science Study Committee*
- RBEF** Revista Brasileira de Ensino de Física
- SISU** Sistema de Seleção Unificada
- SMSG** *Science Mathematics Study Group*

SBF Sociedade Brasileira de Física

SNEF Simpósio Nacional de Ensino de Física

SPEC Subprograma Educação para a Ciência

TIC Tecnologias da Informação e Comunicação

USP Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE GRÁFICOS.....	XII
LISTA DE QUADROS.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XIV
INTRODUÇÃO.....	17
1 - AS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA: DA ORIGEM AOS OBJETIVOS ATUAIS.....	24
1.1 - Contexto histórico das práticas experimentais na escola.....	24
1.2 - Importância das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física.....	34
1.3 - Reflexões sobre os objetivos das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física.....	42
2 - DIFICULDADES E ALTERNATIVAS PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM CIÊNCIAS/FÍSICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	47
2.1 - Dificuldades de implementação das práticas experimentais na educação básica.....	53
2.2 - A alternativa da utilização de materiais de baixo custo.....	59
3 - METODOLOGIA DA PESQUISA.....	64
3.1 - Análise textual discursiva: elementos norteadores do olhar sobre os dados.....	65
4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	74
4.1 - A construção do corpus para análise.....	74
4.2 - Das unidades de significado às categorias finais.....	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	108
APÊNDICE.....	120

INTRODUÇÃO

As práticas experimentais¹ foram introduzidas nas escolas há mais de um século, relacionadas com sua presença nas universidades. O objetivo perseguido era melhorar o ensino dos conteúdos científicos, na medida em que se considerava que os alunos aprendiam os conteúdos ensinados na teoria, mas, dentre outras, principalmente apreender os conceitos pela observação (mesmo que de forma ingênua), dessa forma as práticas experimentais eram consideradas uma alternativa para tal aprendizagem. Como ressaltam Izquierdo, Sanmartí e Espinet (1999), o ponto chave para o problema no Ensino de Ciências não está no conteúdo científico, mas sim em como os alunos irão trazer tais conhecimentos para situações de seu cotidiano utilizando-se da Física para entender os fenômenos.

O ensino de Física utilizando práticas experimentais teve incentivos iniciais de equipamentos vindos de outros países, projetos que se desencadearam no final da década de 1950, ao término da Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria.

Projetos nacionais também foram surgindo, como cita Wuo (2003), o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF), pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências (FUNBEC); Física Auto-Instrutivo (FAI), pelo Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física (GETEF) e, por fim, o Projeto de Ensino de Física (PEF), pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP). Segundo Krasilchik (2012),

A inclusão, no currículo, do que havia de mais moderno na Ciência, para melhorar a qualidade do ensino ministrado a estudantes que ingressariam nas Universidades, tornara-se urgente, pois possibilitaria a formação de profissionais capazes de contribuir para o desenvolvimento industrial científico e tecnológico. (KRASILCHIK, 2012, p. 19).

Assim como descrito acima pela autora Krasilchik (2012), essa inclusão não se mostrou acessível e eficaz, dessa forma enfrentaram-se várias barreiras, e o ensino

¹ Dentre os inúmeros termos adotados na literatura da Educação em Ciências, como atividades práticas, atividades experimentais, atividades de laboratório, práticas de laboratório, experimentação, entre outros, tratados por muitos referenciais como sinônimos e por outros com especificidades de significado, optamos por adotar o termo “práticas experimentais” considerando as tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social. A ação do aluno deve ocorrer por meio da experiência física, seja desenvolvendo a tarefa manualmente, seja observando o professor em uma demonstração, desde que, na tarefa, se apresente o objeto materialmente. (MASSABINI; ANDRADE, 2011).

continuou com poucas alterações. Alguns aspectos influenciaram de maneira decisiva para que a proposta não tivesse sucesso, como: a defasagem na formação dos professores, o não conhecimento das práticas experimentais e consequente insegurança com relação a estas práticas, aulas desenvolvidas de forma tradicional, as quais almejavam memorização dos conceitos e procedimentos, não reposição de materiais danificados, escassos equipamentos de laboratório e o dos espaços de laboratório em si, poucas aulas que envolviam as disciplinas científicas, consideradas não obrigatórias no ensino secundário, e a pouca influência dessa área nos exames de admissão da época.

Trazendo as questões anteriormente citadas para o contexto escolar atual, quando colocados em ação esses possíveis pensamentos sobre a realidade acerca dos elementos que envolvem a execução da prática experimental, alguns obstáculos, segundo Bergold e Ruiz (2005), se mantêm ou podem surgir na sua elaboração, por exemplo: a falta de carga horária suficiente para o professor preparar uma aula experimental, a formação do professor com discrepâncias em relação ao ensino por práticas experimentais, a escola não possuir um técnico de laboratório, o que implica responsabilidade do professor pela total organização do ambiente para a realização da prática, gerando um problema relacionado à duração da aula e da prática experimental em si, ou até materiais disponíveis no colégio que o professor não sabe manusear. Preparação esta que pode ser fornecida por meio do contexto das universidades e principalmente mediante projetos de extensão e cursos de formação continuada.

Nesse quesito da formação continuada de professores, focando as práticas experimentais, estas ficam a desejar, pois formações nessa área, em nosso Estado, são escassas. Quando a formação continuada é oferecida, essa na qual é uma das opções possíveis, pois se poderia pensar numa formação partindo das vivências dos próprios professores, em geral, professores de diversas áreas fazem parte, tornando difícil a centralização da formação em conteúdo específicos associados às metodologias direcionadas para a experimentação em Física e, dessa forma, pouco instrumentalizando o planejamento efetivo de inovações em sala de aula.

Cabe aqui ressaltar também que há a possibilidade de o professor integrar os momentos de formação apenas para cumprir os requisitos legais de carga horária, assim, adquirindo o tão esperado certificado ao final da formação, mas pouco se motivando para o incremento de ações em sala de aula. Dessa forma, este utiliza a

formação para progressão de carreira do magistério, mas não para efetivamente levar a prática experimental para o contexto escolar.

Para complementar e justificar essa ideia, é citada a

[...] baixa remuneração dos professores que, por isso mesmo, são obrigados a se desdobrar em mais de um emprego ou escola, dando número exagerado de aulas por dia. E que por isso não têm tempo para se dedicar a um aperfeiçoamento, a uma atualização mesmo domiciliar e bibliográfica ou, o que é mais sério, sem tempo para preparar as próprias aulas. (JÚNIOR, 1980, p. 66).

Dessa forma, o ensino experimental de Ciências/Física, como relatado por Diogo e Gobara (2008), desde seu início, enfrenta uma grande dificuldade por não receber a atenção necessária por parte do Estado, ser altamente influenciado por condições econômicas, reformas educacionais, sociais e políticas, não conseguindo ser considerado como “algo” autônomo e autodeterminado.

Dessa maneira, há poucas discussões e elaborações de projetos efetivos de enfrentamento da realidade, que poderiam advir ou ser amparadas financeiramente por políticas do Estado.

A amplitude das problemáticas que envolvem o ensino experimental no âmbito da Física já é evidenciada em vasta literatura. Segundo Camargo, Blaszkó e Ujiié,

O ensino de Ciências está diretamente relacionado com a formação docente e discente plena, pois, alinha-se ao processo de construção e expansão do conhecimento, de descobrir, de investigar e de criar oportunidades que possam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem garantindo uma educação de qualidade. (CAMARGO; BLASZKO; UJIIÉ, 2015, p. 1).

A utilização de práticas experimentais em sala de aula pelo professor, ou então desenvolvidas pelos alunos, tem caráter fundamental no processo de ensino e aprendizagem.

A prática experimental, sendo trabalhada com os alunos, desenvolve habilidades, interações e relações mais próximas dos alunos com o professor, por meio de questionamentos e discussões, e entre os próprios discentes. A prática experimental também favorece abordagens conceituais diferentes, constrói e desenvolve a ligação entre o mundo abstrato, dos conceitos, com reflexões sobre fenômenos naturais ou tecnologias e desenvolve relações com o cotidiano, o que não seria possível na ausência da prática experimental.

Assim como evidenciado por Cunha *et al.* (2012), as práticas experimentais,

quando conduzidas pelo professor orientador e mediador do desenvolvimento intelectual e social dos seus alunos, faz com que o ensino e a aprendizagem ocorram de forma organizada, respeitosa, participativa e com contribuições dos alunos para a resolução dos problemas.

O desenvolvimento das práticas experimentais em sala de aula, por outro lado, deve ser implementado de forma não pontual, mas amparada em uma perspectiva ampla relacionada aos objetivos e fins do processo educacional. Neste âmbito, a literatura do ensino de Ciências/Física apresenta maturidade, apontando para diversas perspectivas viáveis, a exemplo do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA).

Segundo Auler e Bazzo (2001), este enfoque traz inúmeros benefícios para a construção do conhecimento, por exemplo, relacionar a ciência e seu desenvolvimento com questões ligadas à tecnologia presente em seu cotidiano, discutir temas que tratam de questões sociais que podem trazer apontamentos relevantes, não esquecendo de mencionar as atividades e momentos de discussões em relação às questões que envolvem a ética na Ciência, bem como a relação do desenvolvimento científico com questões que tratam da preservação e manutenção do meio ambiente.

Quando falamos de práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física, por vezes, há a expectativa amparada em situações idealizadas, em que se considera que esta é uma atividade fácil de ser realizada quando se possuem todos os materiais necessários, que procedimentos altamente eficazes devem ser desenvolvidos, que haverá alunos sobre os quais se poderá ter total confiança em manusear os equipamentos, que o contexto escolar envolve somente o professor, os alunos e os técnicos (quando estes estão presentes), e que entre estes haverá contribuição de forma colaborativa, interativa para que a prática ocorra da melhor maneira possível, e também que a realidade educacional nacional, desde as escolas do ensino básico até as universidades, havendo condições básicas e necessárias para sua execução ou formação para tal. Caso contrário, esta expectativa não se concretizará, além do mais, a implementação das práticas experimentais necessita considerar a realidade permeada por problemáticas.

Este panorama nos mostra o quão delicada e complicada pode se tornar uma aula experimental sem subsídios e auxílios necessários essenciais para os professores e os alunos. Assim, a prática pode se tornar difícil, mas, poucas vezes,

totalmente inviável e impraticável, entretanto, exigindo grande empenho do professor. Evidenciando essa visão, Silva (2017) destaca:

Os desafios para a realização de atividades experimentais não estão muito distantes dos mesmos desafios encontrados para a realização das tradicionais aulas expositivas em sala. Porém a realização de atividades experimentais exige mais dedicação e preparação por parte do professor [...]. (SILVA, 2017, p. 10).

Mesmo com todas essas adversidades, as práticas experimentais necessitam estar presentes em sala de aula. Santos (2014) ressalta que é por meio das práticas experimentais que os alunos conseguem visualizar de maneira mais significativa os conteúdos e suas abordagens de formas diferentes, estimulando-os e desenvolvendo habilidades que somente com a teoria não são capazes de desenvolver. Estas, se desenvolvidas com metodologia apropriada, promovem a maior interação entre os alunos, bem como destes com o professor, fazendo com que os discentes se tornem mais críticos, reflexivos e possam desenvolver uma atividade enriquecedora em sala de aula, levando esses novos conhecimentos portão à fora do ambiente escolar.

Refletindo acerca da realidade educacional, entendemos que uma boa educação em Ciências/Física se faz com professores bem formados e remunerados, com incentivos de carreira, com arquitetura escolar adequada, laboratórios bem equipados, com estrutura própria, entre outros aspectos que acompanham, a fim de contribuir para uma alfabetização científica.

Porém, o que vivenciamos nas escolas pouco se enquadra nessas questões, reforçando a necessidade de buscar e adotar formas alternativas. É neste âmbito que trazemos para discussão, na presente pesquisa, os materiais de baixo custo (MBC) para a inserção das práticas experimentais em sala de aula, sendo estes, em geral, visto de maneira favorável pelos professores. Cientes disso, ao mesmo tempo que esses materiais podem oportunizar a construção do conhecimento, contribuindo, assim, para o ensino e aprendizagem de Ciências/Física, estamos nos familiarizando e disseminando uma alternativa que apresenta limitações e que se faz oportuna por consequência de uma educação empobrecida.

Não é mais viável aguardar por outra realidade, sem agir em busca de outras alternativas. Também contribui para essa questão que há muitos anos a educação vem sofrendo com cortes orçamentários e iniciativas que prendem à execução de uma aula meramente tradicional.

Na constituição de alternativas viáveis, é necessário um melhor embasamento acerca do MBC, para que não ocorram equívocos em sua caracterização. Portanto, essas práticas experimentais propostas a partir do uso de MBC merecem uma reflexão mais detalhada, para que se tenha maior compreensão dos contextos de uso, das dificuldades, dos benefícios e prejuízos à aprendizagem dos conhecimentos científicos relatados nas produções acadêmicas, bem como dos referenciais que fundamentam e sustentam tal perfil de ação.

Dessa maneira, com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre o tema das práticas experimentais com a alternativa de uso de MBC no ensino de Ciências/Física e movidos por desconfortos gerados pelo discurso de que as atividades práticas com MBC são realmente uma alternativa valiosa para o ensino e aprendizagem, mas também a observação de que são efetivamente pouco adotadas, propomos encontrar encaminhamentos para a questão: o que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física?

A pesquisa teve, em consonância com o problema proposto acima, o objetivo de investigar os sentidos produzidos (conceituações, caracterizações, iniciativas, dificuldades, limites e contribuições ao ensino e aprendizagem) sobre as atividades práticas que se identificam como sendo de baixo custo, expressos nos artigos das edições XXII, XXIII e XXIV do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF).

Além disso, foram delineados, para compreensão aprofundada do problema de pesquisa, aspectos do contexto histórico das práticas experimentais em nosso país, discorrendo sobre o entendimento da importância, dificuldades, formação inicial e continuada, funções e finalidades das práticas experimentais no ensino de Ciências/Física nos diferentes momentos do processo escolar e a alternativa para as práticas experimentais utilizando MBC.

A metodologia utilizada para a construção e desenvolvimento da pesquisa foi a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2016). O processo de delineamento da pesquisa gerou os metatextos na construção de novos conhecimentos e compreensões que surgiram ao longo de todo o processo sistemático que compõem a ATD.

No capítulo de Metodologia, foi descrito de forma criteriosa o encaminhamento da pesquisa, explicando o porquê e como se constrói essa metodologia, que está sendo bastante recorrente nas pesquisas em Educação em Ciências. Segundo os autores Moraes e Galiazzi (2016), essa metodologia está, mesmo que de forma

implícita, em todas as pesquisas qualitativas e certamente nas que se desenvolvem na área de Educação em Ciências. Ampliando essa visão, os autores Medeiros e Amorim (2017, p. 9-10) complementam essa ideia indicando que “Não existe leitura única e objetiva, texto lido viabiliza um sem-fim de significações”.

Além do capítulo de metodologia da pesquisa, alocado como o terceiro e tendo um subitem denominado “Análise Textual discursiva: elementos norteadores do olhar sobre os dados”, o presente texto também é composto por outros dois capítulos relativos à fundamentação teórica. Destes, o primeiro enuncia: “As práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física: da origem aos objetivos atuais”; e os subitens: “Contexto histórico das práticas experimentais na escola”; “Importância das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física”; “Reflexões sobre os objetivos das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física”. O segundo capítulo trata dos seguintes assuntos: “Dificuldades e alternativas para a realização de atividades experimentais em Ciências/Física e a formação de professores”; com seções denominadas de: “Dificuldades de implementação das práticas experimentais na educação básica”; “A alternativa da utilização de materiais de baixo custo”. E o quarto capítulo: “Apresentação e análise dos dados”; com os seguintes subitens: “A construção do *corpus* para análise”; “Das unidades de significado às categorias finais”, relatando aspectos do campo de investigação (artigos completos das edições XXII, XXIII e XXIV do Simpósio Nacional de Ensino de Física)” e do conjunto de textos selecionados para análise, que assim formam o *corpus* da pesquisa. As considerações finais trazem um olhar sistematizante para a pesquisa realizada e encaminham um novo tema/problema para a sequência das investigações.

Vale ressaltar que os novos conhecimentos que surgiram durante a concretização da pesquisa não contemplam exhaustivamente todos os possíveis conhecimentos, ou seja, outro pesquisador poderá construir e expor diferentes enunciações fazendo pesquisa similar, utilizando da mesma metodologia, pois cada pesquisador é único e com a sua escrita e compreensões, de forma coerente com a pesquisa qualitativa e ATD, está também abarcando suas visões de mundo construídas ao longo de sua trajetória.

1 - AS PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA: DA ORIGEM AOS OBJETIVOS ATUAIS

1.1 - Contexto histórico das práticas experimentais na escola

Desde o início do ensino público secundário em nosso país no ano de 1838, os materiais didáticos já eram imprescindíveis para o ensino nos colégios, tais materiais, como livros didáticos, compêndios, cadernos de trabalhos e apostilas, impunham o modo de execução e desenvolvimento dos assuntos por parte do professor em sala de aula (LORENZ; BARRA, 1986). Estes materiais estimulavam um ensino teórico centrado em conteúdo, em sua maioria, descontextualizados da realidade local.

Os chamados livros didáticos da época eram importados e normalmente traduzidos para o cenário brasileiro, segundo Lorenz e Barra (1986):

Tais livros tinham, portanto, finalidade essencialmente ilustrativas, contribuindo para um ensino pouco experimental, enfatizando a transmissão e aquisição de conteúdos e não o desenvolvimento de habilidades científicas. Além disso, apresentavam exemplos e focalizavam assuntos diretamente relacionados aos interesses das escolas européias em detrimento do que era importante aos alunos brasileiros. (LORENZ; BARRA, 1986, p. 3).

O ensino nessa época, direcionado à classe eletista, era voltado para as disciplinas do campo das humanidades, fortemente exigidas no sistema de admissão das universidades (JUNIOR; MATTOS, 2007). Naquele período, o conhecimento científico e tecnológico era pouco difundido e as classes menos favorecidas pouco tinham acesso à educação formal, ficando responsável pela mão de obra do país.

A disciplina de Matemática, no ano de 1841, que integrava o curso secundário integral, possuía 19 aulas semanais, sendo assim, outras disciplinas como Física e Ciências Naturais não eram cobradas nos exames de admissão da época (PILETTI, 1987). Somente com as disposições dos Estatutos, no ano de 1884, é que foram acrescentadas aos exames de admissão noções de Ciências Naturais e Física (JUNIOR; MATTOS, 2007).

Ao final do século XIX, diversos fatores impulsionaram a inclusão definitiva das Ciências Naturais no ensino secundarista nacional, pois, com a abolição da escravidão, muitos imigrantes e a alta demanda da industrialização fizeram com que

ocorresse uma mudança social. Mas ainda assim, o objetivo do incremento de ciências no currículo foi com a intenção de suprir necessidades profissionais, com requisitos específicos para o mercado de trabalho (OLIVEIRA, 2004).

O ensino de Física ficou sendo utilizado nos colégios militares da época, nos quais os cursos de engenharia o incluíam, e, para tal, o profissional o estudava, principalmente para fins de desenvolvimento de táticas militares e sofisticação do armamento militar (JUNIOR; MATTOS, 2007).

A função da Física, mencionada anteriormente, esteve presente até a Reforma Francisco Campos no ano de 1931. Segundo Machado (2002), a partir deste ano o ensino de Física tornou-se obrigatório no ensino secundário em nosso país, fazendo, dessa forma, parte do currículo básico para ingresso nas universidades.

A fragilidade da educação científica brasileira estimulou, no ano de 1946, via Decreto Federal nº 9.355, a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), com objetivo de aperfeiçoar o entendimento das ciências para os alunos que adentrariam ao ensino superior, dessa forma, auxiliando no desenvolvimento nacional.

No começo do século XX, período que antecede o grande movimento para o ensino experimental, após a 2ª Guerra Mundial, o cenário brasileiro contava com algumas iniciativas nacionais e internacionais relacionadas aos livros didáticos, mas vale ressaltar que estes, em grande parte, eram apenas traduções (JUNIOR; MATTOS, 2008).

Tais livros adotados no ensino brasileiro da época se caracterizavam pelos moldes europeus, sendo utilizados durante o século XIX e tiveram seu declínio total na década de 1930. Wesendonk e Terrazzan (2020) descrevem:

No início do século XX, livros de outras nacionalidades surgem no contexto educacional brasileiro, por exemplo, livros didáticos norte-americanos, os quais possuem características diferentes dos livros europeus, como a apresentação privilegiada do conteúdo algebrizado. No mesmo período, livros didáticos de autores brasileiros começam a ser publicados. (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020, p. 41).

Com a publicação de alguns livros didáticos nacionais, por volta da década de 1930, a utilização dos livros didáticos internacionais começaram a decair, sendo os produzidos no nosso próprio país dotados de um perfil voltado para a descrição algébrica e com resumos descritivos dos experimentos (WESENDONK; TERRAZZAN,

2020).

A percepção da dissonância do Ensino de Ciências em relação ao desenvolvimento científico ficou mais intensa a partir da década de 1950 com o lançamento do *Sputnik* pela extinta União Soviética, primeiro foguete a lançar um satélite artificial. A partir de tal evento, houve uma mobilização internacional na qual se iniciou a corrida espacial, além da implantação de projetos inovadores nas escolas, para que essa distância técnico-científica diminuísse, entretanto, pouco levaram-se em consideração as especificidades de cada nação. Os Estados Unidos, em contra resposta ao *Sputnik*, lançou também seu primeiro satélite artificial chamado *Explorer 1* em 1958.

Segundo Lorenz e Barra (1986), neste período, iniciou-se um movimento para a mudança do Ensino de Ciências nacionalmente associado ao movimento norte-americano.

[...] cujo objetivo era a elaboração de materiais didáticos que incorporassem não só os mais modernos conceitos sobre ciências e o seu ensino, mas que incluíssem conteúdos selecionados e organizados de modo a se tornarem relevantes para a maioria das escolas brasileiras. (LORENS; BARRA, 1986, p. 3).

Até a metade do século XX, o Ensino de Ciências, conforme evidenciado por Krasilchick (1987), visou também a mudança nas metodologias da aula pelo professor, tornando-se mais participativas, fazendo com que os alunos pudessem se expressar com maior frequência, no sentido de auxiliar no entendimento dos conceitos científicos.

Segundo Alves (2006, p. 27), “o material produzido seguia uma linha metodológica do Ensino de Ciências clara e objetiva, que visava o planejamento e a execução de experimentos com a utilização de materiais simples e de fácil acesso aos alunos”.

Entretanto, no início da década de 1950, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) teve um grande papel no contexto educacional, pois era responsável por iniciativas e até mesmo pela produção de materiais que auxiliavam professores e alunos mantendo orientações para o ensino experimental. O IBECC foi responsável segundo Fracalanza (2006) por negociar *kits*, em geral vinculados aos *kits* norte-americanos, que objetivavam sugestões de práticas experimentais que seriam capazes de serem realizadas pelos alunos fora do contexto escolar.

Contudo, em um contexto global, o início das práticas experimentais voltadas para o Ensino de Ciências ocorreu principalmente nas universidades, com maior desenvolvimento a partir da metade do século passado. Esse início decorreu com grande evidência ao final da 2ª Guerra Mundial e o começo da Guerra Fria em que o mundo ficou dividido entre duas potências globais, os Estados Unidos e a antiga União Soviética, hoje representada pela Rússia.

Nessa perspectiva, iniciou-se a reconstrução no Ensino de Ciências da época, passando a contar com a inclusão de práticas experimentais: “Os alunos participavam em atividades que lhes possibilitavam, assim, “praticar” ou fazer ciências pelo chamado método científico” (LORENZ; BARRA, 1986, p. 5). Ademais, houve um grande empenho da comunidade científica em promover atividades que buscavam incentivar os alunos a se tornarem futuros cientistas, sendo elaborados *kits* de práticas experimentais para as disciplinas de Ciências tais como a Física, Biologia, Química e Matemática. Essas iniciativas, segundo Moreira (2000), tinham como objetivo a renovação curricular na disciplina de Ciências em específico.

Tratando-se de projetos internacionais e iniciativas privadas que realizaram investimentos em *kits* experimentais para o nosso país, é válido ressaltar a Fundação *Rockefeller*, a qual, segundo Barra e Lorenz (1986), realizou doações de recursos financeiros, de matérias-primas e equipamentos para o IBCEC, este que, por alguns anos, detinha valorosa importância entre as instituições nacionais.

Projetos internacionais de renome também estiveram presentes em nosso país atuando nas escolas e universidades do século passado, com o intuito de promover a Ciência, formar cientistas e gerar uma grande mudança no que se compreendia por Ensino de Ciências até então. A exemplos de materiais que foram importados com incentivos do governo, que obtinham prestígio e eram reconhecidos por suas siglas e cores, podemos citar, na área de Física, segundo Konder (1998), o *Physical Science Study Committee* (PSSC); na Química, o *Chemical Bond Approach* (CBA); na Biologia, o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) e; na Matemática, o *Science Mathematics Study Group* (MSG).

Em 1952, o IBCEC lançou seus primeiros *kits* na área da Química e, como auxílio, os seus adeptos recebiam de forma impressa as instruções do material. Segundo Lorenz e Barra (1986), o governo do estado de São Paulo adquiriu os *kits* e iniciou sua distribuição para as escolas estaduais.

O final da década de 1950 foi marcado pelo lançamento do primeiro satélite

artificial, fato que iniciou outro grande marco no desenvolvimento da Ciência e no Ensino de Ciências nas escolas e universidades. Tal êxito da engenharia e principalmente da Ciência foi um desfecho sem precedentes, situando a União Soviética como a maior quando tratamos de desenvolvimento na corrida espacial.

Esse marco histórico contribuiu para os acontecimentos posteriores no ensino, caracterizados principalmente pela inclusão do método científico e valorização dos conteúdos de Ciência, levando ao modelo da redescoberta. Este modelo, segundo Tavares *et al.* (1989), condiz no encaminhamento do aluno por meio da observação, reflexão e a resolução do problema designado ao final da demonstração feita pelo professor. Esta forma de ensino ainda se caracteriza com raízes no ensino tradicional, mas tenta desvincular-se das aulas meramente expositivas.

A Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), criada em 1967, foi responsável por cursos aos professores universitários e para os primários. O alinhamento do IBECC e o FUNBEC desempenhou uma abordagem nos assuntos que, segundo Lorenz e Barra (1986, p. 8), “[...] visava o planejamento e a execução de experimentos com a utilização de materiais simples e de fácil acesso aos alunos”.

Para reforçar esta ideia, os autores supracitados fazem menção às iniciativas dos projetos nacionais e internacionais para “[...] tornar experimental o ensino. Isso porque todos os materiais produzidos foram planejados para desenvolver nos alunos o espírito crítico e o raciocínio, pela vivência do método científico” (LORENZ; BARRA, 1986, p. 8).

O diferencial dos *kits* produzidos nacionalmente pelo IBECC e o FUNBEC era a viabilidade de substituição/manutenção dos equipamentos, diferentemente dos *kits* internacionais que sofriam com a quebra ou defeito e, conseqüentemente, a não reposição, impossibilitando a sua permanência no cenário nacional.

No início da década de 1960, a Lei nº 4.024, das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), ampliou a visão e inclusão das Ciências no chamado 1º ano do curso ginásial. No ensino secundário, que até então era opcional, também houve aumento dessas disciplinas, ainda com foco metodológico na reprodução do método científico.

O ano de 1963 também foi marcante para o Ensino de Ciências, pois foram criados os Centros de Ciências em algumas capitais brasileiras, a saber: Recife, Rio de Janeiro, São Paulo, Salvador, Belo Horizonte e Porto Alegre (KONDER, 1998). Os

vínculos desses centros de Ciências variavam, já que alguns estavam atrelados às Universidades e outros às secretarias de governo. Com o passar do tempo, alguns destes foram incorporados pelas Universidades, tornando-se o berço para as pesquisas da pós-graduação, principalmente, no Ensino de Ciências. Outros deixaram de existir, devido a questões de ausência de financiamento.

Segundo Konder (1998), a década de 1970 iniciou com ideias focadas em evidenciar as falhas na formação científica dos estudantes por meio das mudanças constantes dos enfoques do ensino e o afastamento dos projetos de ensino anteriores das salas de aula. O autor também enfatiza a valorização dos elos entre a sociedade e a ciência:

[...] Os alunos passam a estudar conteúdos científicos relevantes para sua vida, no sentido de identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos. Surgem projetos que incluem temáticas como poluição, lixo, fontes de energia, economia de recursos naturais, crescimento populacional, demandando tratamento interdisciplinar. (KONDER, 1998, p. 8).

Na década de 1970, o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) surgiu almejando mudanças na metodologia do professor em sala de aula, focando na experimentação. Dessa forma, essas iniciativas não buscavam somente a transformação no ambiente tradicional da sala de aula, mas também um envolvimento do ensino com os aspectos tecnológico e científico.

No ano de 1972, foi lançado o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências, coordenado pelo PREMEN, que buscava, segundo Lorenz e Barra (1986): 1) dar a possibilidade aos professores e aos alunos de desenvolverem atividades didáticas de acordo com a realidade nacional; 2) dar vida e apoio as iniciativas para a melhoria do Ensino de Ciências; 3) dar cursos de aperfeiçoamento para os professores; 4) formar novos professores através das chamadas licenciaturas curtas e 5) dar cursos para professores em tempo de férias e durante o serviço abordando o Ensino de Ciências.

Contudo, o sucesso dessas iniciativas entrou em decadência no decorrer dos anos subsequentes devido à diminuição dos financiamentos desse projeto, implicando diretamente a sua permanência. Além disso, para se tornar uma medida de grande efeito e duração, almejava-se um aspecto pouco alcançado: que os professores deveriam ser capazes de adaptar suas aulas ao dia a dia vivenciado a partir das formações, para que realmente o contexto escolar continuasse a mudar e estivesse

em constante inovação.

É preciso perceber que as iniciativas nacionais foram de grande valor e importância para o contexto escolar, mas a carência dos recursos materiais e de formação docente contribuíram para o insucesso dessas iniciativas, refletindo na manutenção de um ensino de Ciências tradicional. Resultado também da ineficiência principalmente dos órgãos públicos, que em quase sua totalidade são os financiadores e o suporte para a permanência de práticas experimentais, projetos e formações continuadas para professores das escolas, institutos e universidades.

Nesse intento, evidenciam-se as dificuldades e, também, a importância e contribuição do Ensino de Ciências para a sociedade, composta por diversos contextos.

O autor Schnetzler (1998) relata os vários obstáculos que a produção científica passa para chegar efetivamente na sala de aula, por exemplo, a contribuição das pesquisas que sugerem melhorias no processo de ensino e aprendizagem, ainda não estão presentes no cotidiano do professor. Embora nas últimas décadas as pesquisas em Ensino de Ciências tiveram um notável avanço e crescimento ligados aos cursos de pós-graduação, o contexto escolar ainda carece de mudanças significativas, especialmente ligadas a iniciativas do Estado quanto às condições de trabalho do professor, que normalmente são os principais responsáveis pela educação científica das crianças e dos jovens.

A década de 1980 foi marcada, segundo Borges e Lima (2007), por toda reelaboração de projetos com incoerência entre os diversos modelos para o Ensino de Ciências.

Ainda na década de 1980, iniciou-se o Subprograma Educação para a Ciência (SPEC) com vínculo à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Assim, com as pesquisas desenvolvidas, o ensino experimental foi o grande alvo das críticas da época. O SPEC foi extinto no ano de 2000, porém suas contribuições ajudaram na formação de docentes e pesquisadores, auxiliando no avanço das pesquisas no Ensino de Ciências.

Os diferentes projetos que surgiram no desenvolvimento histórico do Ensino de Ciências, com empenho da comunidade científica, por exemplo, CBA, PSSC, BSCS e SMSG, buscavam também mudar o ensino tradicional nas escolas e principalmente nas aulas experimentais que, quando ocorriam, eram desenvolvidas na forma de “livros receitas”, mudando o objetivo novo que se propunha com a relação mútua

focada na construção do raciocínio (BATISTA; SILVA, 2018).

Na década de 1990, a onda de inovação no Ensino de Ciências buscava a alfabetização científica, almejando que os alunos entendessem o mundo através da ciência e da tecnologia englobando os aspectos políticos, econômicos e sociais.

No final da década de 1990, o Ministério da Educação (MEC) ofereceu a ideia de reorganização do contexto escolar, com a criação da LDB 9.394/96. Porém, ainda segundo Borges e Lima (2007), os professores em sua maioria não se adaptaram ou apoiaram a Lei, pois tratava os diversos contextos escolares nacionais como homogêneos, ou seja, não levava em conta as diferenças sociais presentes no ambiente escolar e em suas realidades.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN, 2013) mencionam que, dentre os diversos desafios para o Ensino Médio, a utilização das práticas experimentais, acompanhada da contextualização dos conhecimentos, se concretiza quando ambas caminham juntas.

Além disso, as práticas experimentais são compreendidas como aquelas que possuem observação, manipulação ou demonstração, fazendo uso de materiais, como pipetas, buretas, béqueres, reagentes, incluindo materiais alternativos, não ficando restrito a um ambiente totalmente apropriado, como um laboratório tradicional.

Para Krasilchick (2000), as iniciativas para o Ensino de Ciências, entre as décadas de 1950 a 1970, compreendiam visões de uma ciência neutra, dessa maneira, ela não tinha interferência política, social ou econômica. Porém, na década de 1990 essa ideia se mostrou ultrapassada, sendo a ciência entendida como não neutra pela comunidade científica e pela própria sociedade, enfrentando influências de diferentes origens.

Nesse contexto, Konder (1998) ressalta que:

Reconhece-se hoje que a ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Portanto a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas e possui fortes implicações para a sociedade. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T. (KONDER, 1998, p. 9).

Neste panorama de novas compreensões sobre a ciência, ganha atenção na pesquisa em Ensino de Ciências o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS),

com acréscimo posterior do 'Ambiente' (CTSA). Segundo Pinto e Vermelho (2017), essa proposta do ensino CTSA surgiu após a necessidade de discutir os avanços da Ciência frente a degradações ambientais, sua função na sociedade, além de debater a natureza do conhecimento científico. Conforme estes mesmos autores, o ensino CTSA tem por objetivo “[...] favorecer a educação científica e tecnológica dos alunos, auxiliando-os a construir conhecimentos, habilidades e valores essenciais para que possam tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia [...]”. (PINTO; VERMELHO, 2017).

Em 2017, o MEC lançou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e neste documento apresenta novas finalidades do Ensino Médio:

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. (BRASIL, 2017, p. 463).

Essa nova proposta almeja o ensino investigativo para que o aluno seja capaz de buscar, interrogar, refletir, trocar informações e explicar suas considerações acerca do conhecimento de determinado assunto. Dessa forma, o professor desempenha o papel de orientador dos alunos na construção do conhecimento, construindo a ponte para que se apropriem dos conteúdos, das linguagens e de habilidades valorizadas no fazer científico.

Para Brito, Brito e Sales (2018, p. 55) “O ensino por investigação é uma abordagem didática que estimula o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação”. Assim, a experimentação, pautada na ação do aluno, pode ser utilizada, estimulando a formulação de hipóteses, planejamento e execução de ações para a resolução de problemas, elaboração de explicações causais amplamente discutidas entre alunos e com o professor. Dessa forma, o Ensino de Ciências deve ser contextualizado com a própria História da Ciência, abarcando seu desenvolvimento e a sua contemporaneidade.

Segundo Mathews (1994), o professor, quando inclui a história, a filosofia e a sociologia da Ciência no ensino, pode vir a abordar questões importantes para reflexões éticas, políticas e sociais, podendo tornar as aulas de Ciências mais atrativas

ou então para se voltar para questões que não fogem da realidade dos alunos, adentrando em pensamentos, críticas e posicionamentos.

Marandino, Selles e Ferreira (2009) mencionam que as iniciativas do ensino experimental no século XXI estão no aguardo de medidas advindas do Estado e, assim, muitas vezes, ficam engessadas e não possuem uma nobre repercussão e prestígio no ambiente escolar.

Por outro lado, no campo da pesquisa, o Ensino de Ciências, segundo Batista e Silva (2018), tem como objetivo a formação de alunos capazes de serem solucionadores de problemas e também criativos. Destaca-se, assim, o importante papel das atividades experimentais, inseridas no contexto do ensino por investigação.

Uma revisão ampla do panorama histórico tratado acima nos faz destacar que a segunda metade do século passado se mostrou como um momento ímpar de desenvolvimento e prestígio da Ciência, alavancando o discurso da valorização do Ensino de Ciências.

Quando nos referimos ao momento passado do Ensino de Ciências em nosso país, não há como não fazer uma relação ao Ensino de Ciências a nível internacional, pois o cenário nacional foi fortemente influenciado por medidas e iniciativas advindas do exterior, principalmente dos Estados Unidos e Europa.

Hoje, pela globalização e facilidade de comunicação, também estamos vinculados ao cenário internacional, e ainda se adquirem muitos equipamentos do exterior para compor os laboratórios, *kits* de práticas experimentais e equipamentos para centros de pesquisas dentro de institutos e principalmente universidades. Entretanto, o novo cenário mundial coloca fronteiras menos rígidas do que anteriormente e a adaptação de *kits* para as especificidades locais já está implícito, sendo os mesmos adotados como forma de enriquecimento dos projetos nacionais ou em diálogo explícito com pesquisas internacionais.

Em nosso país, uma das relevantes medidas voltadas para o desenvolvimento do Ensino de Ciências no passado, como já descrito, foi a aquisição dos *kits* de práticas experimentais por parte do governo para serem implementados nas escolas e universidades. Iniciativas de grande monta para a área na época, já que esses *kits* implicavam também a formação para os professores que poderiam utilizá-los. É interessante ressaltar ainda que a compra desses *kits* e todo o esforço para a implementação no cenário nacional não foram capazes de suprir as necessidades dos alunos e construir uma cultura científica sólida. Este aspecto é ressaltado em

documento do Fórum de Reflexão Universitária (2002, p. 17):

Reverter esta situação não é tarefa fácil já que criar uma cultura científica exige inúmeros investimentos em educação e cultura, o que é agravado pelas carências advindas da dificuldade que essas sociedades têm em criar riquezas sem o insumo principal para isso, que é o conhecimento.

A revisão histórica mostra a diversidade de iniciativas e os esforços para que o Ensino de Ciências se disseminasse e se inovasse, incluindo a questão persistente sobre a implementação, manutenção e formação adequada para a elaboração e execução das práticas experimentais. Essa discussão, como podemos perceber, persiste há décadas.

A abordagem elaborada até aqui nos mostra também que as práticas experimentais são imprescindíveis no desenvolvimento do Ensino de Ciência/Física, coparticipantes na formação de indivíduos mais críticos, reflexivos, capazes de discutir assuntos relacionado à Ciência e se posicionarem em discussões que influenciam a sociedade como um todo, a exemplo das questões sobre a pandemia causada pelo Coronavírus (COVID-19) atualmente. A relevância destas práticas, será o tema de discussão no próximo item.

1.2 - Importância das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física

Os projetos e iniciativas realizados pelo Estado no século XX, com o intuito de promover a educação científica e a Ciência por meio do método científico, proposta pelas instituições e projetos nas escolas e universidades, objetivaram o aumento e interesse da sociedade pela Ciência, além de despertar a curiosidade nas crianças.

Na visão de Trópia (2011, p. 133): “Assim, desenvolver nas crianças o interesse pela Ciência e pela execução do método científico levaria a uma nova geração de cientistas que impulsionariam o desenvolvimento científico, econômico e social”. Todos esses benefícios visavam, portanto, ao aumento da tecnologia e da riqueza nacional. Em meio a estas proposições, as práticas experimentais passaram a ser valorizadas nas escolas nacionais. Vale ressaltar que, atualmente, no campo teórico do ensino de Ciências/Física, a ideia de que estas servem essencialmente para aprender ‘o método científico’ e assim formar novos cientistas está superada, sendo

valorizadas outras contribuições, como será abordado posteriormente.

Até a atualidade, especialmente no campo da pesquisa, as práticas experimentais e o Ensino de Ciências/Física estão estreitamente associados, pois, por meio dos experimentos, pode haver a melhoria da aprendizagem, consolidação e letramento da cultura científica, ambos fundamentais para o convívio social.

Dessa forma, há a necessidade em discorrer sobre o assunto destacando a importância das práticas experimentais, da atuação do professor, ressaltando e buscando a maior autonomia dos alunos, pela construção do conhecimento. Segundo Cunha *et al.* (2012), o professor deve ter ciência de que ele é o responsável pelo desenvolvimento acadêmico do aluno, bem como a cooperação, execução e escolha das atividades, expertise em momentos de replicar o mesmo fenômeno e obviamente buscando um ambiente sem desigualdades e com respeito entre todos.

Autores como Walberg, Fraser e Welch (1986) já traziam a ideia de que o ambiente da sala de aula deve ser harmonioso, pois está relacionado ao desenvolvimento e aos resultados dos alunos, dessa forma, o ambiente será capaz de proporcionar reflexões e embates nos quais os professores poderão auxiliar seus alunos, em um processo de mediação.

Segundo Alonso-Tapia e Pardo (2006), a motivação dos alunos, com a intervenção do professor, é um dos pontos mais difíceis a ser alcançado na aula, entretanto é o ponto-chave para desenvolver a autonomia na prática experimental. Dessa maneira, o professor poderá propor a prática experimental como um desafio, levando-os a uma aprendizagem com significado.

A contextualização é outro aspecto relevante. Segundo Lopes (2004), o trabalho a ser desenvolvido pelos alunos pode ocorrer estabelecendo relação da prática experimental com o cotidiano de forma consciente. A ausência da contextualização gera atividades em forma de receita para os alunos, que podem ser executadas de forma mecânica e sem reflexão.

Tafner (2012) relata que o professor deve apresentar em sala de aula situações nas quais o aluno se identifique e possa presenciar, sendo uma das condições essenciais da contextualização. Assim, as práticas experimentais são uma oportunidade para o professor abordar questões da realidade, que ajudem os alunos a compreenderem os fenômenos cotidianos.

Corroborando com essa visão, uma pesquisa realizada por Cunha *et al.* (2012), com alunos entre 14 e 16 anos, durante as aulas de Física e Química do 11º ano de

escolaridade em uma escola pública do norte de Portugal (1º ano do Ensino Médio aqui no Brasil), demonstra que o professor, ao explicar todos os procedimentos e auxiliar na prática experimental, faz com que a autonomia dos discentes se torne pequena ou praticamente nula, pois os alunos não assumem responsabilidades. Por outro lado, quando o professor permite uma maior autonomia e direciona responsabilidade a eles, os indicadores de produtividade aumentam. Isso demonstra que a postura estimuladora de criticidade durante o desenvolvimento da prática experimental passa a ser considerada pelos alunos como um desafio.

Em resumo, as características da mediação do professor mais relevantes para promover o envolvimento dos alunos na aula de modo produtivo foram essencialmente, dar autoridade aos alunos e manter a tarefa como desafio. A formulação da tarefa pode facilitar a mediação do professor e para isso deve obedecer a dois requisitos fundamentais: clareza (desafio, objetivos e produtos); permitir autonomia (desenhando convenientemente a tarefa e diminuir o número de tarefas subsidiárias). (CUNHA *et al.*, 2012, p. 654).

Especificando a experimentação na disciplina de Física em todos os níveis, Feix, Saraiva e Kipper (2012) ressaltam que é por meio dessa prática elaborada pelo professor que as aulas se diferem das comumente teóricas e tradicionais. A prática experimental possibilita desenvolver o raciocínio para perceber o que acontece ao nosso redor, aliás, é a partir dela que também pode se evidenciar a curiosidade, gerar aumento das tomadas de decisão e paciência, passando pela cooperação entre os alunos. As práticas experimentais auxiliam, assim, a formação de indivíduos capazes de refletir, compreender e atuar sobre os fenômenos, fatos estes indicadores da aprendizagem.

Com a prática experimental, é possível abordar o conteúdo sobrepondo as fronteiras impostas pelos livros didáticos, avançando para outros aspectos não especificados nos livros, motivando para que o aluno possa se sentir mais aguçado a estudar e buscar novas informações, por conseguinte, transformando-as em conhecimento.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) também podem estar presentes no contexto escolar, atendendo, assim, os desejos dos alunos em trabalhar com as TICs durante as aulas, além de se portarem “como elemento motivador nas aulas sobre Ciências Naturais, de um modo geral, mas em particular no ensino de Física” (SOUZA, 2020). As TICs estão presentes como forma de proporcionar uma maior reflexão, crítica e inserção da tecnologia em sala de aula nas inúmeras práticas

sociais (BRASIL, 2017).

Dessa forma, a utilização de *softwares* livres para a realização de práticas experimentais no ensino de Física está se tornando cada vez mais acessível, a exemplo o *software Tracker* criado por *Doug Brown*, que vem possibilitando a análise de vídeos que demonstram movimento, sendo possível o estudo de gráficos e tabelas que auxiliam o professor e os alunos a analisar, de forma interativa, o que está ocorrendo (ORTIZ; KRAUSE, 2016).

Não poderíamos deixar de citar um dos maiores e mais utilizados simuladores de Física, que contempla outras áreas, como a Biologia, a Química e a Matemática, que é o simulador *Phet Interactive Simulation* (Phet), da Universidade de Colorado. Segundo Pinheiro *et al.* (2015, p. 2047), “O objetivo desse projeto é auxiliar os professores com o material de apoio em aulas teóricas, bem como ajudar os alunos a compreenderem os conceitos teóricos abstratos de forma interativa e divertida”.

Mais recentemente, também, o uso de *applets* no ensino de Física vem se tornando comum. Segundo Lucero *et al.* (2014), os *applets* são programas que podem ser acessados e manipulados diretamente na *web*, sem necessitar de aplicativos instalados para o fazerem funcionar, proporcionando maior visualização e manipulação de variáveis nos experimentos realizados pelos alunos.

O uso das TICs em associação à experimentação tem potencial de contribuir para a aprendizagem pela contextualização e também pelo caminho da motivação. Segundo Silva (2017),

Desse modo, observa-se que a experimentação também aparece como uma ferramenta capaz de despertar no aluno o interesse pelo ensino de física. O que torna as aulas mais próximas da realidade do aluno, fugindo de todo o formalismo matemático que se destaca nas aulas clássicas. (SILVA, 2017, p. 64).

A defesa pela inserção da experimentação, por simulação ou aquela característica de laboratório didático, na abordagem dos conteúdos, não pode desconsiderar a longa lista de temas estipulados pelos currículos e a baixa carga horária disponível. Os autores Kawamura e Hosoume (2003) desenvolvem uma discussão muito interessante com relação ao Ensino de Física durante o período do Ensino Médio, que perpassa por questões como: Onde ficam os Conteúdos Básicos (estudo da óptica, eletromagnetismo, mecânica, estes incluindo as práticas experimentais)? Podemos abrir mão de alguns deles? As autoras tratam essas

indagações como pertinentes para a reflexão do professor, pois, durante o tempo de permanência do aluno no Ensino Médio, o professor não é capaz de trabalhar satisfatoriamente todos os conteúdos expostos no livro didático, então cabe ao docente desenvolver suas aulas “[...] privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real” (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 25).

Os conteúdos, bem como a sua sequência, devem inicialmente se associar aos objetivos da preparação desde a educação infantil, tendo inter-relações e estarem constantemente ligados ao cotidiano dos alunos, fazendo com que o professor possa desenvolver atividades nas quais eles consigam compreender o mundo à sua volta, por exemplo, abordar a temática da Física atrelada à Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e também à Sociedade.

Esta é uma das alternativas disponíveis, podendo outras disciplinas abordarem essa temática, dessa forma, aproximarem-se de temas comuns, findando-se uma melhor apropriação dos conteúdos.

Segundo Alves e Stachak (2005), as práticas experimentais na disciplina de Física, quando bem planejadas pelo professor e acompanhadas de uma didática que visa à ação do aluno no seu próprio desenvolvimento, influencia estes a pesquisarem e a buscarem soluções contribuindo para o processo de aprendizagem.

Estes mesmo autores realizaram uma pesquisa com alunos do 3º ano do Ensino Médio, do período noturno, em que, durante os dois bimestres iniciais, foram desenvolvidas práticas experimentais relacionadas ao cotidiano dos alunos, porém estes ficaram apenas de expectadores. Já nos dois últimos bimestres, foi proposto a estes alunos que eles realizassem as práticas experimentais daquele período, bem como a discussão em sala de aula. Foi constatado pelos autores que os próprios alunos começaram a frequentar mais a disciplina, iniciavam as discussões a respeito da prática e também perceberam que aqueles conhecimentos e as fórmulas estavam presentes no seu dia a dia.

Os autores Leiria e Mataruco (2015) argumentam que, mesmo se o professor utilizar materiais experimentais renomados, almejando se aproximar cada vez mais do ‘método científico’ desenvolvido para a construção do conhecimento, ainda seu ensino não será eficaz, porque:

As leis e teorias não são descobertas apenas com a utilização do método

científico. A observação não é neutra. A ciência sofre influencia de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, religiosos e culturais. A ciência é uma, entre muitas outras, tentativa de explicar os fenômenos naturais. (LAIRIA; MATARUCO, 2015, p. 32215).

Por outro viés, Araújo e Abib (2003) evidenciam a importância das práticas experimentais no Ensino de Física como uma ferramenta para os professores e alunos, sendo indispensáveis para diminuir as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem em Física.

Gaspar e Monteiro (2005) salientam a ideia de que a prática experimental é importante mesmo sendo apenas de demonstração e executada em sala de aula. Para eles, mesmo esta ação limitada é considerável, pois os alunos podem se desenvolver cognitivamente realizando trabalhos em grupos, com experiências vivenciadas no dia a dia e também quando estes compartilham seus conhecimentos com outras pessoas.

Para Ausubel (1980), autor da Teoria da Aprendizagem Significativa, o professor em sala de aula, quando desenvolve as práticas experimentais, deve levar em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, para, a partir de uma aferição, poder tomar e traçar os objetivos com as práticas experimentais propostas, desenvolvendo o conhecimento científico, fazendo relações com os acontecimentos históricos, sociais e culturais sem a necessidade de focar em fórmulas e esquemas que não possuem significado algum naquele momento.

Ademais, Serafim (2001) menciona que as práticas experimentais proporcionam aos alunos presenciar fenômenos que estão presentes no cotidiano, mediante teorias científicas. Gaspar (2009) comenta que as práticas experimentais são melhores que as aulas expositivas, porém, no contexto escolar, estas devem caminhar juntas.

Na questão metodológica para o desenvolvimento das práticas experimentais, existem diversos tipos de laboratórios, por exemplo, de descoberta, demonstrações, trabalho de campo, investigação ou de projetos, e o professor poderá escolher qual a melhor forma de trabalhar de acordo com seus objetivos iniciais e aonde pretende chegar com aquele tipo de atividade. Dessa forma, o professor tem certo grau de autonomia para desenvolver a proposta de práticas experimentais na qual sua turma, pelas características específicas, mais se enquadra.

O autor Novak (1981), em sua Teoria de Educação embasada à Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1980), relata que a aprendizagem,

quando é significativa para o aluno, leva a um crescimento, eleva sua curiosidade e questionamentos em busca do seu próprio conhecimento.

Contribuindo para essa ideia segundo Catelan e Rinaldi (2018), as Ciências Naturais possuem características que tornam indispensável a experimentação fazendo com que os alunos se tornem mais reflexivos, aumentem a capacidade de questionar e de ser o principal responsável por seu desenvolvimento intelectual.

Sendo assim, o papel do professor tenderá a ser o de mediador, percebendo o ambiente e quais condições para o melhor envolvimento e encaminhamento que deve propor para que seus alunos possam ser capazes de solucionar problemas, discutir questões sobre as Ciências e pensar acerca do desenvolvimento científico:

Portanto, é oportuno desenvolver uma ação pedagógica para a realização de atividades que contemplem as necessidades da escola, que contribua para a reflexão do professor sobre a sua prática, propiciando a ele a compreensão que ao desenvolver atividades experimentais, poderá facilitar a aprendizagem, além de promover a interdisciplinaridade no ambiente escolar. A realização de atividades experimentais representa uma abordagem interessante desde que o aprendiz realize a experimentação na perspectiva da construção de conceitos, bem como, possa estabelecer a dinâmica e a relação entre teoria e prática. (CATELAN; RINALDI, 2018, p. 310).

Galiazzi *et al.* (2001, p. 250) trazem a noção de que “As atividades experimentais, embora aconteçam pouco nas salas de aulas, são apontadas como a solução que precisa ser implementada para a tão esperada melhoria no Ensino de Ciências”. O professor, quando utiliza as práticas experimentais em sua atividade docente, permite que os seus alunos se tornem os responsáveis por seu desenvolvimento, percebendo e relacionando os conhecimentos com o seu cotidiano, assim, notam a importância daqueles conhecimentos escolares.

Com a execução da prática experimental, segundo Carvalho *et al.* (1998),

[...] o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes, expositivas, passando a exercer grande influência sobre ela: argumentando, pensando, agindo, interferindo, questionando, fazendo parte da construção de seu conhecimento. (CARVALHO, 1998, p. 47).

Contudo, para que ocorra a construção do conhecimento, é evidente que as escolas e os professores devem dar as condições básicas de autonomia, estrutura e oportunidades para que isso realmente aconteça. Devido às condições precárias da estrutura escolar, uma das alternativas é o uso de materiais de baixo custo (MBC).

Entretanto, é preciso levar em consideração que estes materiais alternativos e a própria prática experimental não são as únicas formas e que por si só não permitirão alcançar o nível desejado tanto no Ensino de Ciências/Física quanto na cultura científica nacional.

Dessa maneira, é necessário que se desenvolvam práticas experimentais de forma associada a outras atividades que envolvam o Ensino de Ciência/Física e principalmente despertem a curiosidade dos alunos pela Ciência, podendo ser realizadas parcerias com outros professores, visitas a museus, elaboração de eventos, feiras de ciências na própria escola ou até na região, afim de concretizar a estruturação do conhecimento.

Rosito (2008) diz que é por meio das práticas experimentais que alunos e professores têm maior interação e proximidade, dessa forma, pode ocorrer melhor compreensão dos conceitos, além do mais, esta prática é essencial para o Ensino de Ciências. O autor Melo (2010, p. 17) sugere: “Ainda que as aulas práticas não possam ser apontadas como única solução para a tão esperada melhoria do Ensino de Ciências, constituem-se numa ferramenta importante neste processo”. Dessa forma, as práticas experimentais não são, isoladamente, a salvação para o Ensino de Ciências/Física e o desenvolvimento da tão esperada cultura científica, porém elas contribuem para não ficarmos estagnados nesse contexto.

A educação vem, ainda que muito vagorosamente, voltando a ocupar seu espaço, pois educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos jovens, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que acreditamos e discuti-los. (KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p. 23).

As dificuldades de desenvolvimento das práticas experimentais em sala de aula, ou em ambientes próprios, necessitam ser analisadas considerando o uso de materiais sofisticados ou não, com professores preparados ou não, em geral sem tempo suficiente para pesquisar/planejar e desenvolver atividades que diversifiquem o ensino comumente tradicional da sala de aula, em um contexto de desvalorização da carreira profissional e alunos com ou sem motivação, afinal, muitas vezes, é este o cenário em que o ensino de Ciências/Física ocorre.

Apesar das problemáticas, este ensino deve acontecer, pois segundo Krasilchik (1988, p. 57), “A influência da ciência e tecnologia estão claramente presentes no dia-a-dia de cada cidadão, dele exigindo, de modo premente, a análise das implicações

sociais do desenvolvimento científico e tecnológico”. Assim, este ensino deve se desenvolver mostrando os conceitos presentes no cotidiano do aluno, trazendo e desmitificando muitas ideias errôneas acerca do desenvolvimento científico e, é claro, abordando os conteúdos da própria Ciência.

Mesmo com todo o potencial que as práticas experimentais possuem e a intenção positiva do professor, ele deve estar atento à metodologia de desenvolvimento destas, em que o método de exposição, da repetição, dos roteiros fechados, pode não ser adequado para o aprendizado do aluno. As Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (2008) evidenciam que o Ensino de Ciências não pode ser pautado na transmissão de conteúdo, mas sim que o aluno possa e consiga desenvolver os conhecimentos relacionando a teoria com a prática a partir de diferentes modelos de atividades.

Segundo Cruz (2008, p. 8), “O ensino de Ciências a partir de sua característica investigativa quer formar cidadãos capazes de olhar o mundo e refletir sobre o que está acontecendo ao seu redor, construir conhecimentos que estejam mais próximos do científico”. Dessa forma, acredita-se que a valorização das práticas experimentais como uma das possibilidades de atuação nas escolas, mas associadas a outras ações, auxilia no sentido de que os indivíduos que compõem a sociedade serão mais críticos e capazes de construir a tão esperada cultura científica.

1.3 - Reflexões sobre os objetivos das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física

Esta seção visa abordar sobre os objetivos da experimentação no contexto escolar evidenciando suas contribuições para o cotidiano do aluno, mesmo diante dos desafios enfrentados no cenário educacional. A função dos experimentos vinculados à teoria se ratifica como os autores Séré, Coelho e Nunes (2003, p. 38), os quais mencionam que “O princípio das ciências físicas está na articulação dos conceitos, leis e teorias”. Assim, não há grande contribuição no processo de ensino e aprendizagem quando o professor realiza aulas meramente teóricas ou somente experimentais sem estabelecer relações entre ambas.

Ademais, a experimentação é caracterizada como um processo da Ciência para

além da sala de aula, segundo a autora Krasilchik (1988, p. 60) é possível “Educar para a cidadania, sem restringir a escola ao papel de preparação do indivíduo maleável e manipulável, essa é a grande tarefa com que se defrontam hoje os professores de Ciências”.

Sendo assim, durante a execução de uma prática experimental, esta não só evidencia as contribuições para o crescimento intelectual dos alunos, mas também se configura como um “[...] veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que os dados extraídos dos experimentos constituíam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa” (GIORDAN, 1999, p. 4).

Assim, a experimentação vai além dos conceitos teóricos abordados e é capaz de objetivar questões, pelas quais os alunos se sintam entusiasmados em compreender o tema em estudo, contribuindo para seu crescimento no cotidiano e em sociedade.

Segundo Madruga e Klug (2015), em uma pesquisa realizada com 27 professores de Ciências durante formação na pós-graduação em Educação em Ciências, foi constatada que, na visão destes, a função da experimentação é a capacidade de relacionar a teoria com a prática, enfatizando que os alunos veem na prática os conceitos estudados nas teorias. Essa visão é considerada deturpada e limitada sobre a função da experimentação, que se estrutura na dicotomia entre teoria e prática. A experimentação vai além de apenas evidenciar o que é descrito na teoria, ela auxilia o indivíduo a compreender o seu cotidiano e reconstrói visões de mundo.

Nesse contexto, a função da experimentação ultrapassa a ideia de somente relacionar teoria e prática, ou então comprovar fenômenos, configurando-se como estratégia que ajuda o aluno a perceber que ele é o responsável pelo seu desenvolvimento, compreender a importância da observação, do questionamento, da formulação de hipóteses e sua testagem, provocando reflexões e interpretações não apenas dos conteúdos, mas dos processos de produção da ciência.

Outra visão comum que os professores têm com relação à função da experimentação, segundo Faria e Carneiro (2020), é de que determinado conceito só pode ser considerado científico quando este é comprovado de forma experimental. Esse olhar tradicional da Ciência pode comprometer o entendimento do aluno sobre a Ciência e até mesmo o do professor.

Silva e Machado (2008) relatam que as práticas experimentais exaltam o contexto de problematizações, dúvidas, respostas não prontas e também

potencializam as discussões entre os alunos e professores, fortalecendo ainda mais a interação entre os envolvidos no contexto escolar.

No ideário de Axt (1991), a função da experimentação é confrontar principalmente as ideias prévias dos alunos com os indícios dos fenômenos durante a atividade, além de contribuir para a compreensão dos alunos perante os processos da Ciência.

Na visão dos autores Gil-Pérez *et al.* (1999), a experimentação é a responsável pela reformulação de se ensinar e aprender ciências, mesmo que em nossa realidade ela ainda pouco esteja presente.

Hodson (1988) já diferenciava a função da experimentação na ciência, a qual deve desenvolver-se como subsídio para a teoria, da experimentação para o ensino de Ciências, sendo aí vista para a elaboração de diversas atribuições no contexto escolar:

Eles são usados pelos professores como parte de seu programa planejado para ensinar ciências, ensinar sobre a ciência, e ensinar como fazer ciência. Estas funções pedagógicas podem, em certas ocasiões, resultar em problemas muito significativos. (HODSON, 1998, p. 8-9).

Dessa forma, por exemplo, quando uma prática experimental não chega a certas conclusões e fenômenos esperados, entende-se que o equívoco é relevante e presente no fazer Ciência, levando os alunos a compreenderem tal aspecto.

Hodson (1988, p. 14) também traz a ideia de que o objetivo da prática experimental “[...] é dar ilustração e representação concretas a abstrações prévias”. Com isso, os fenômenos e conceitos podem se tornar concretos, passíveis de entendimento e aproximação do cotidiano do aluno.

Os objetivos destacados para as práticas experimentais e sua forma de organização em sala de aula dependem dos fundamentos teóricos subjacentes à prática do professor. No tocante aos tipos de práticas experimentais, Rosa e Rosa (2010) os mencionam em seu trabalho intitulado ‘Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física’, e diversos outros autores os ajudam para esclarecer as características de cada um.

Iniciando pelo modelo *demonstrativo*, também motivado pela falta de materiais durante as aulas, este deixa creditado ao professor somente o manusear e o executar. Pinho Alves (2000) nos traz a importância desse tipo de prática experimental atrelado

à motivação do aluno em participar da prática e, ao mesmo tempo, tornar menos abstratos os conceitos.

Outro modelo é o *empirista-indutivista* que, segundo Rosa e Rosa (2010), se fundamenta no processo rigoroso e, seguindo as regras do método científico, se desenvolve como uma “seqüência que inicia na coleta dos dados, passando a observação rigorosa, à experimentação, à análise dos dados, com a posterior formulação das leis e teorias” (ROSA; ROSA, 2010, p. 4). Este método para os dias atuais entra em contradição com o que entendemos por Ciência, considerando que a Ciência não possui um único método a ser realizado nem mesmo é considerada como verdade absoluta e imutável.

Partindo agora para o *dedutivista-racionalista*, neste, para Rosa e Rosa (2010), as observações e os procedimentos são os pontos-chave, entretanto, no ensino, estas, isoladamente, não são eficazes para construir o conhecimento científico, pois há a presença intensa do conhecimento prévio dos alunos. Outro fator é que a Ciência como construção humana leva a compreender a realidade na qual estamos inseridos, e esta realidade está em permanente mudança.

Para finalizar, destacamos o modelo que se fundamenta na visão *construtivista*, que valoriza o conhecimento prévio, sendo possível de desenvolver na forma de levantamento de hipóteses, teste e resolução de problemas. Assim, Rosito (2003) diz que a ação do aluno e a reflexão são uma combinação de grande importância e fazem parte deste modelo.

Carvalho (1998), com fundamentos de origem no modelo construtivista, traz à tona a função da experimentação, realizada com o auxílio do professor durante as aulas, como encaminhamento para novas compreensões a partir dos conhecimentos anteriores e hipóteses, para “ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo” (CARVALHO, 1998, p. 20).

Os aspectos positivos da inserção das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física e a possibilidade de elaboração de diferentes metodologias parecem não ser suficientes para que estas estejam efetivamente presentes nas escolas brasileiras. As dificuldades na implementação das práticas experimentais são advindas de diferentes locais, como exemplo temos a infraestrutura deficitária da escola, o modelo de gestão e também limitações de formação do professor, que são adotadas para justificar sua ausência da cultura escolar.

Considera-se que o papel do professor, durante as práticas experimentais, é fundamental, pois é ele que norteará todo o processo, é com suas orientações e indagações que os alunos podem se desenvolver, pois deixar por conta dos alunos ou entregar roteiros de procedimentos experimentais sem intervenções pouco ou nada contribuirá para o desenvolvimento do aluno. Os dois temas supracitados, a saber, as dificuldades na implementação e o papel do professor, serão discutidos nas seções posteriores deste trabalho.

2 - DIFICULDADES E ALTERNATIVAS PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM CIÊNCIAS/FÍSICA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A temática da formação inicial de professores é bastante ampla e a discussão de quais elementos devem estar inseridos é complexa e permanente, necessitando entrelaçar-se com a dinâmica das mudanças sociais.

A formação inicial não é suficiente para abordar todos os pontos necessários para o futuro professor, tanto aqueles que compõem o conteúdo das disciplinas, quanto aquelas aprendizagens necessárias para inclusão fundamentada desse novo profissional em sala de aula. Assim, as formações continuadas darão o subsídio específico para auxiliar na reflexão sobre a prática e atualizar o professor frente aos desafios e novas metodologias para o contexto escolar atual.

No ano de 2009, o Ministério da Educação (MEC) sancionou novo decreto direcionado à Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, vinculando ações de formação continuada para professores juntamente com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para o subsídio aos programas.

No mesmo ano supracitado, o MEC criou o Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR), para então capacitar os professores que estavam atuando em nível superior nas escolas públicas que ainda não tinham formação adequada, reivindicada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN).

Entretanto, Krasilchik (1988) já evidenciava elementos faltantes nos programas oficiais de formação docente, indicando que a formação de professores de Ciências deveria abarcar a construção de materiais pedagógicos e a reflexão de possíveis acontecimentos em sala de aula, dessa maneira, deixando a formação do professor mais completa.

Com o intuito de aumentar a quantidade de profissionais na área de Física, carência identificada pelos autores Ruiz *et al.* (2007), no ano de 2006 no relatório “Escassez de professores do Ensino Médio: Propostas estruturais e emergenciais”, medidas foram tomadas. Nesse sentido, os autores Lambrecht e Zara (2017) realizaram uma pesquisa nos dados oficiais do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), entre os anos de 2008 e 2015, e

evidenciaram que ocorreu um aumento da oferta de cursos na rede pública e diminuição na rede particular das Instituições de Ensino Superior (IES) nacionais, saltando de 94 cursos, em 2008, para 230 no ano de 2015 nas IES públicas, e, na rede particular, 45 cursos, em 2008, para 24 no ano de 2015. Outro dado importante que os autores acima identificaram foi o aumento de 26% dos concluintes do ano de 2008 para 2015.

Corroborando o Censo Escolar de 2013, INEP (2015) traz que no período entre os anos de 2001 a 2013 o país teve um total de 101.311 (cento e um mil, trezentos e onze) ingressantes nas licenciaturas em Física, tanto no ensino público quanto no privado, desse total, apenas 23.363 (vinte e três mil, trezentos e sessenta e três) concluíram o curso.

Reforçando as conclusões da pesquisa dos autores Lambrecht e Zara (2017), o que ocorreu no período analisado foi um aumento na oferta geral dos cursos e conseqüentemente o número de matrículas, mas a quantidade de egressos ainda permanece uma preocupação. Os problemas identificados foram associados ao alto índice de evasão, a baixa remuneração, além das condições de trabalho do futuro profissional, concluindo que

[...] mesmo que o país consiga ofertar a quantidade de vagas necessárias para suprir a carência, o Brasil continuará sem professores na quantidade e qualidade necessária se as condições que levam os licenciados a evadirem as salas de aula da Educação Básica não forem alvo de ações contundentes. (LAMBRECHT; ZARA, 2017, p. 166).

Os índices elevados de evasão nos cursos de licenciatura em Física trazem conseqüências preocupantes para a Educação Básica. O baixo número de professores formados em Física acaba dando aval para que outros profissionais da área da educação ministrem as aulas desta disciplina nas escolas de Ensino Médio. Segundo Malacarne (2007), é comum encontrar profissionais de áreas, como Biologia, Química e principalmente Matemática, ministrando a disciplina de Física, mesmo sem terem tido a oportunidade de presenciar momentos formativos essenciais. Assim, pela carência de formação, as práticas experimentais têm esse novo elemento dificultador adicional para se tornarem integrantes do contexto escolar.

Gobara e Garcia (2007) trazem a abordagem de que o problema da formação do professor não surgiu neste século, mas se faz presente desde o início da educação no Brasil, pois as escolas ainda enfrentam os mesmos problemas de décadas atrás,

como a falta de estrutura, ausência de materiais de laboratório, ação didática com a teoria desvinculada da prática, professor com “visão de cinema” acerca do laboratório, o qual este tem que possuir todos os *kits* experimentais, laboratório organizado, técnico à disposição, etc.

Uma constatação de grande relevância feita pelos autores Santos e Curi (2012) durante a pesquisa nos sítios de instituições brasileiras que ofertam o curso de Licenciatura em Física, tanto na rede pública e particular, é que:

As aulas de laboratório, imprescindíveis para o entendimento dos conceitos físicos, não estão incluídas nas ementas ou nos projetos pedagógicos das instituições privadas, o que nos leva a entender que os futuros professores aprendem conteúdos desvinculados de suas práticas. (SANTOS; CURI, 2012, p. 847).

Essa constatação corrobora para a defasagem profissional do professor e também a qualidade da formação de base, que deve estar atrelada e comprometida com a estruturação de conhecimentos sobre o trabalho com práticas experimentais.

A formação inicial de docentes nas IES, por mais que tenha avançado em medidas para que oportunizem o aumento e a procura por esses cursos, por exemplo, Sistema de Seleção Unificada (SISU), Fundo de Financiamento Estudantil (FIES), ainda não foram capazes de superar a demanda de mercado na qual se insere a docência em Física. O alto grau de desistência durante os cursos é agravado pela opção de muitos formados adentrarem na pós-graduações, mantendo distanciamento das salas de aula ao não adentrar no mercado de trabalho (HOFFMANN, 2017).

No que tange aos elementos que necessitam compor a formação de professores, estes ultrapassam as fronteiras da obtenção de conhecimentos teóricos, metodológicos e técnicos,

[...] nem uma formação docente concebida como simples soma entre preparação científica e cursos gerais de educação, nem alguns estudos totalmente específicos, constituem soluções corretas para proporcionar aos professores os conhecimentos exigidos para uma atividade docente eficaz. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 72).

Assim, compreende-se que a ação profissional dos professores em sala de aula supera os momentos de manutenção da ordem em sala de aula e transmissão de conteúdo, focando também na formação do cidadão presente na sociedade, oportunizando experiências que o ajudarão para tal. A formação docente precisa

englobar tais aspectos a fim de que o professor se sinta seguro em sua implementação.

Para Coelho, Nunes e Wiehe (2008), a formação do professor passa por duas perspectivas: atitudes e conhecimentos relativos à profissão, o que está relacionado ao saber ensinar e ao compreender o que ele próprio ensina; e competências ligadas ao conhecimento acerca da disciplina que desenvolve.

Um das formas de superar as barreiras da formação inicial, segundo Trivelato (2011), seria por meio do desenvolvimento de cursos de formação continuada que podem auxiliar na superação de carências formativas e no rompimento do ensino tradicional, presente ainda nos dias atuais no Ensino de Ciências/Física. Estes cursos também mitigam a ausência da relação dos conteúdos teóricos com o dia a dia dos alunos.

A exemplo da desvalorização da educação nacional, a formação continuada não tem integrado projetos amplos e duradouros, conforme citam Pino, Ostermann e Moreira (2005):

São imprescindíveis maiores investimentos na formação de professores especializados, na formação continuada, no plano de carreira docente para os professores do ensino fundamental, na implantação e reestruturação dos laboratórios, fatos que são deixados em segundo plano pela política governamental. (PINO; OSTERMANN; MOREIRA, 2005, p. 6).

Serra (2012) evidencia a ideia de formação inicial e continuada dos professores voltada ao debate e ao desenvolvimento de novas metodologias, sendo estas reflexivas, com a perspectiva de sensibilizar o aluno em sala de aula para o interesse no conhecimento e no aprendizado.

A formação continuada, assim como a formação inicial, necessita estabelecer diálogo entre os conteúdos e os diferentes contextos escolares.

Assim, temos de promover interações discursivas com os futuros professores auxiliando-o a relacionar dados, evidências e variáveis encontrados em suas situações de estágios realizados nas escolas da comunidade para o planejamento e a defesa de um ensino que leve os alunos a aprenderem e gostarem de Ciências e de Física. (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 52).

A formação inicial e continuada pode abordar as teorias da aprendizagem contextualizadas com as vivências e compreensões pedagógicas do ambiente escolar, fazendo com que a cultura dos professores se volte para a problematização

da sua aula.

No mesmo sentido da menção supracitada, Santos (2009) diz que “[...] os modelos de formação de professores estão mais voltados para a dimensão pedagógica do professor do que sobre sua cultura profissional” (p. 12). Portanto, para que haja melhor aproveitamento durante as aulas, faz-se necessário que o professor também busque por orientações e conhecimentos que ultrapassem as discussões meramente conceituais e superficiais, almejando um ensino significativo, qualificado e interventor no cotidiano do aluno. Considerando que o contexto escolar também é o *locus* de dificuldades para a implementação das práticas experimentais.

Entretanto, como ressaltam Freitas e Villani (2012), em geral, os professores não almejam, na formação continuada, um reforço no embasamento teórico dos conteúdos a serem ministrados, e sim soluções e alternativas imediatas para os problemas reais e atuais da sala de aula.

Os autores Gatti e Barreto (2009) asseguram que para se continuar no potencial atribuído às formações continuadas é necessário que as políticas públicas mantenham financiamentos. Esses autores ainda evidenciam que, mesmo o cenário sendo caótico, “Observa-se que a formação continuada tem recebido atenção de destaque. Os indicadores revelam o elevado número de docentes que participam de atividades ou cursos com esse objetivo” (GATTI; BARRETO, 2009, p. 199).

Dessa forma, Silva e Bastos (2012, p. 159) enfatizam que:

Nessa direção, é possível pensar que um dos fatores propulsores desse movimento em prol da formação continuada encontra-se na constatação de que a formação inicial dos professores é apenas uma fase inicial no processo de desenvolvimento profissional da carreira docente e que esta enfrenta problemas diversos que vão desde o grau de empenho de cada profissional no enfrentamento das dificuldades individuais até as características e limitações das diferentes Instituições de Ensino Superior (IESs).

Nessa perspectiva, Gatti, Barreto e André (2011) afirmam que as formações continuadas no cenário escolar se direcionam também a suprir defasagens da etapa de formação inicial, decorridas de falhas da própria Instituição de Ensino, sendo indispensável a reflexão sobre as políticas que envolvem tais cursos e suas Instituições.

Corroborando a visão dos autores acima, Cruz e Costa (2017) enfatizam a formação continuada como “[...] um mecanismo permanente de capacitação, atualização e aperfeiçoamento necessário à atividade profissional, para melhorar a

prática docente no intuito de assegurar uma educação de qualidade e a transformação social” (CRUZ; COSTA, 2017, p. 54), portanto, contribuindo para o aperfeiçoamento, atualização da didática do professor e o capacitando para as novas mudanças do contexto escolar.

Dessa forma, a formação continuada tem possibilidade de contrapor a continuidade de práticas tradicionais em sala de aula, além de trazer novas ferramentas e metodologias para a atualização do professor. Garcia (2009, p. 17) diz que o aperfeiçoamento profissional do professor “[...] é um processo em longo prazo, que integra diferentes tipos de oportunidades e de experiências, planejadas sistematicamente, de forma a promover o crescimento e desenvolvimento profissional dos professores”.

Selles (2002) também discute a relevância de uma formação docente adequada, destacando que:

É impossível tentar avançar na direção de uma plenitude na profissão sem que o professor esteja de posse deste instrumental básico para seu exercício diário. Reconhecer que o desenvolvimento profissional docente é um processo continuado, recorrente e inacabado, requer ações de efeito imediato e outras de longo prazo. (SELLES, 2002, p. 179).

Para Trivelato (2003):

Tanto os alunos quanto os professores aprendem quando reconstruem ou reestruturam seus conhecimentos anteriores e que esse processo só se efetua quando é desencadeado por uma pergunta genuína ou por um problema de investigação. (TRIVELATO, 2003, p. 63-64).

Gil Perez (2006) traz a noção da formação continuada dos professores embasada na ação, sobre a ação, na reflexão de criticar a sua própria ação docente no contexto escolar, sendo a formação continuada um espaço aberto para o repensar da ação docente e a busca da aprendizagem de novas práticas para a sala de aula.

No âmbito da legislação, o MEC, no ano de 2018, desenvolveu a “Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica”, na qual descreve os princípios relevantes.

VIII - a formação continuada que deve ser entendida como componente essencial para a profissionalização docente, devendo integrar-se ao cotidiano da instituição educativa e considerar os diferentes saberes e a experiência docente, bem como o projeto pedagógico da instituição de Educação Básica na qual atua o docente; [...]. (MEC, 2019, p. 46-49).

Assim, a formação continuada deve ser entendida como um processo contínuo, diferentemente de um curso pontual, tendo encontros periódicos e organizados por profissionais inseridos no contexto escolar e conhecedores das barreiras as quais os professores enfrentam cotidianamente.

Em suma, os cursos de formação inicial de professores carecem de adequações, para que o futuro professor consiga adentrar ao mercado de trabalho sabendo desenvolver com segurança elementos didáticos importantes como a prática experimental e a variedade de possibilidades oferecidas por esta. Este é um dos caminhos para que o docente consiga desenvolver com seus alunos o entendimento das questões que envolvem a Ciência e também seja capaz de discutir o cotidiano compreendido a partir da Ciência.

2.1 - Dificuldades de implementação das práticas experimentais na educação básica

Neste item do capítulo 2, vamos referenciar as diversas dificuldades dos professores no contexto escolar, quando se comprometem a desenvolver as práticas experimentais com os seus alunos, seja em sala de aula ou fora dela. Estas problemáticas se vinculam a algumas barreiras que estão presentes no ato de realizá-la, a exemplo, temos a carente formação dos professores focada nas práticas experimentais. Como já abordadas, estas dificuldades poderiam ser minimizadas substancialmente a partir do fortalecimento de programas de formação continuada.

Nessa perspectiva, compreendemos que o cenário escolar possui algumas dificuldades que impedem de início a execução destas, porém precisamos, enquanto profissionais do Ensino de Ciências/Física, trabalhar para superar as barreiras, lutando, inclusive, pela ampliação do financiamento, para que possamos almejar a um ensino qualificado, repleto de atividades potencializadoras.

Segundo Alves e Stachak (2005),

Atualmente, o ensino é visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o qual gera um desinteresse total pelo trabalho escolar. Os alunos preocupam-se apenas com a nota e com a promoção, os assuntos estudados são logo esquecidos e aumentam os problemas de disciplina. Isso agrava também aos professores refletindo-se diretamente no aumento da

problemática que se enfrenta no ensino médio. Alunos cada vez mais desinteressados estão bloqueados, o raciocínio lógico não foi desenvolvido de uma maneira satisfatória, e aí o problema se agrava. (ALVES; STACHAK, 2005, p. 2).

É válido pensar que, durante o desenvolvimento da prática experimental, o professor pode, muitas vezes, fazer interferências, questionamentos para os alunos, levando-os a compreender a importância daquela atividade prática para a construção do seu conhecimento. De acordo com Bizzo (2002),

[...] o experimento, por si só não é suficiente para modificar a forma de pensar dos alunos, o que exige acompanhamento constante do professor, que deve pesquisar quais são as explicações apresentadas pelos alunos para os resultados encontrados e propor se necessário, uma nova situação de desafio. (BIZZO, 2002, p. 75).

Durante a prática experimental, se os alunos ainda não sabem quais encaminhamentos tomar, cabe ao professor coordenar aquela atividade proposta, enfatizando, caso seja o objetivo da aula, que a atividade é um modelo que busca aproximar, em alguns aspectos, a realidade científica com a sala de aula e o cotidiano vivido. A prática experimental sendo abordada dessa forma é um modelo que pode vir a ser útil para trabalhar questões da Ciência, mas com a atenção de que a realidade escolar não é a realidade do ambiente onde se desenvolve a Ciência.

Segundo Bueno e Kovaliczn (s. d.), quando realizaram práticas experimentais com turmas da 7^o série do Ensino Fundamental, no Colégio Estadual Antônio e Marcos Cavanis, no município de Castro – Paraná, as atividades foram realizadas em parcerias entre professor e aluno.

Na pesquisa dos autores acima referenciados, com o excessivo número de alunos em sala de aula (mínimo de 34 alunos), uma alternativa foi levar metade dos alunos ao térreo da escola onde se localiza o laboratório e outra metade dos alunos ficaram em sala de aula, o que acarretou problemas de indisciplina e que a orientação teve que se fazer presente. Além disso, durante a prática experimental, os alunos, já divididos em grupos, tiveram dificuldades de relacionar o conteúdo teórico com o que estavam presenciando na prática. Também, antes de realizarem a prática experimental, foi necessário a apresentação dos materiais por parte do professor, os quais eram ainda desconhecidos pelos alunos. Assim, relatam Bueno e Kovaliczn (s. d.)

[...] É necessário repensar essa articulação com carga horária atual para a disciplina de Ciências, a possível carência na formação dos professores para atuar em laboratório, o excesso de conteúdos a ser ministrado, e a necessidade do professor conciliar aulas teóricas e atividades experimentais, sem que isso se reflita em sobrecarga de trabalho. (BUENO; KOVALICZN, s. d., p. 20).

Em uma pesquisa realizada com questionário e entrevista com 7 (sete) professores de uma Escola Estadual do Mato Grosso, ministrantes das disciplinas de Ciências, Matemática, Física, Biologia e Química, os autores Catelan e Rinaldi (2018) evidenciam que

É fato que na maioria das escolas brasileiras não é de período integral, salvo exceções, e que os professores não são valorizados quanto a sua remuneração, isso acaba forçando os professores a terem mais de um emprego para complementar a renda, acarretando no impedimento deste professor a dedicar-se cada vez menos aos seus educandos, comprometendo os resultados do processo de ensino e aprendizagem. (CATELAN; RINALDI, 2018, p. 317).

O Ensino de Ciências/Física adquire significados a partir do momento em que os conhecimentos são percebidos no cotidiano do aluno, assim são internalizados e, dessa forma, os alunos conseguem “enxergar” as fórmulas e a Ciência presente ao seu redor. Porém, como dizem Silva e Duarte (2018, p. 3), “Não é uma tarefa fácil, principalmente quando não se tem um acervo de materiais disponíveis que contribuam no ensino/aprendizagem”.

Além de todos os fatores citados acima, temos um outro agravante que, segundo Barbosa (2009), também gera o não desenvolvimento das práticas experimentais no contexto escolar, que é o custo de *kits* experimentais, manutenção dos laboratórios com equipamentos de segurança e materiais que sejam suficientes, bem como os de reposição e conserto destes quando são danificados. Todos estes aspectos, adicionados à problemática da formação docente, coadunam para a frágil presença das práticas experimentais da educação escolar.

Portanto, [...] “é preciso que exista investimento na formação e qualificação de professores, que haja condições e disponibilidade para que o docente possa integrar as práticas experimentais aos conteúdos abordados em sala de aula” (SANTOS; JÚNIOR, 2019, p. 84), o que auxilia na formação de professores aptos para o manuseio e utilização dos materiais disponíveis e também dá condições de buscar alternativas quando estes não estão disponíveis, fatos que podem colaborar no

avanço do campo da experimentação escolar.

Por mais que o professor desenvolva práticas experimentais em sala de aula, deve-se atentar ao modo pelo qual ela é apresentada aos alunos. Andrade e Massabini (2011) ressaltam que, quando a aula se desenvolve com o professor executando e não aprofundando o conteúdo trabalhado em sala de aula, a aprendizagem não ocorre, despertando a não criatividade dos alunos e, assim, caracterizando a aula como tradicional. Krasilchick (2004) relata que esta atitude faz da aula experimental uma simples atividade sem muitas indagações, sem criatividade e sem exposição de ideias explicativas do fenômeno pelos próprios alunos.

Nosso contexto escolar e cenário nacional ainda tende a evoluir em todas as questões, para que possamos nos orgulhar quando o assunto se trata de práticas experimentais e efetivação de uma cultura científica sólida.

No país, especialmente na escola pública, o ensino de ciências físicas e naturais ainda é fortemente influenciado pela ausência do laboratório de ciências, pela formação docente descontextualizada, pela indisponibilidade de recursos tecnológicos e pela desvalorização da carreira docente. (COSTA; BARROS, 2015, p. 1081).

É relevante ressaltar que nem todos os professores de ciências são formados ou fizeram especialização em Ciências, pouco tendo presenciado aulas experimentais, o que pode contribuir para a não elaboração das práticas experimentais em sala de aula, por questões diversas, em que o contexto de Ciência do país acaba se empobrecendo ainda mais.

Sias e Teixeira (2006) conduzem algumas críticas a não elaboração e ao tempo que é gasto nas práticas experimentais

Algumas críticas feitas às atividades práticas no ensino de Ciências se referem ao fato de que a maior parte do tempo é consumida na montagem e coleta de dados, restando pouco tempo para a análise, discussão dos resultados e ao próprio entendimento da atividade realizada. (SIAS; TEIXEIRA, 2006, p. 361).

Cabe ao professor que irá utilizar as práticas experimentais a coordenação e a contextualização, encaminhando os alunos durante o processo de compreensão do que estão realizando, englobando questões e dificuldades que aparecem de forma inesperada durante a aula, situações ricas que fazem um “cronograma” rígido do professor ineficaz.

O autor Serafim (2001 *apud* Reginaldo, Shied e Güllich, 2012) traz a ideia de que os alunos põem si só têm dificuldades de relacionar a teoria com a realidade à sua volta, por carência de explicações ou por não conseguir associar os conceitos com os fenômenos. Assim, os autores destacam mais uma vez a função essencial do professor, à medida que entende-se que a teoria é construída com a abstração da realidade e, se o aluno não compreende o conhecimento científico no seu dia a dia, ele não se apropria dos conceitos da Ciência, bem como não conseguirá identificar, explicar e atuar sobre fenômenos ao seu redor.

Na pesquisa realizada pelos autores supracitados, quando estes aplicaram um questionário para professores de escolas do ensino básico do município de Giruá – Rio Grande do Sul, ocorreu o relato de um dos professores sobre as dificuldades que possuía para realizar uma prática experimental, sendo elas: falta de materiais, de laboratório e o grande número de alunos por turma, porém um outro colega salientou: “Na escola infelizmente não tem materiais, laboratório, mas não deixo de realizar atividades práticas, busco realizar atividades relacionadas às vivências dos educandos, com materiais acessíveis e de baixo custo” (REGINALDO; SHEID; GÜLLICH, 2012). Estes mesmo autores conseguiram identificar na fala do professor que este compreendia a necessidade e a importância das práticas experimentais, e mesmo lidando com algumas dificuldades ele não deixava de desenvolver atividades.

É de se esperar que o ensino teórico também apresente as suas dificuldades, dessa forma, segundo Alison e Leite (2016):

O ensino puramente teórico, cercado de fórmulas e soluções matemáticas da Física, propiciam dificuldades de entendimento pelos estudantes, seja pelo pré-conceito de matéria difícil, seja pelas dificuldades de ensino apresentadas pelos professores. (ALISON; LEITE, 2016, p. 3).

Uma das alternativas para melhor aproveitamento do processo de ensino e aprendizagem poderia ser a elaboração de práticas experimentais, mas como abordado anteriormente, estas também estão envoltas em elementos dificultadores, então entendemos que todo o contexto escolar carece de mudanças.

O autor Silva (2017) traz para discussão que, quando o contexto escolar não possui as condições básicas para a realização de práticas experimentais, não há condições de o professor desenvolver estas atividades em sala de aula no total improvisado, pois deve levar em consideração o tipo de materiais que serão utilizados

(inflamáveis, pontiagudos, corrosivos, etc.) para que, caso ocorra algum acidente, tenha os cuidados básicos iniciais realizados. Caso realizada a prática, é dever de todos aqueles envolvidos naquela unidade de ensino cuidar e cumprir com as manutenções necessárias, objetivando condições de funcionamento, segurança e organização.

Ainda, os autores Pereira e Fusinato (2015) demonstram que os professores de Ciências devem possuir uma ação e pensamento mais reflexivo antes e durante a realização da prática experimental, mesmo que sejam com “materiais e reagentes de baixo custo e de fácil aquisição” (PEREIRA; FUSINATO, 2015, p. 140). Ressaltam ainda que esses materiais podem, ao mesmo tempo, tanto contribuir quanto evidenciar questões sobre a Ciência, como podem também estar passando uma visão errônea do contexto científico.

Para Salvadego, Laború e Barros (2009), uma questão de grande relevância para a não utilização das práticas experimentais pelos professores pode ser a dificuldade do próprio professor com esta atividade, indo desde a defasagem na sua própria formação, passando pelos materiais que as escolas/colégios não possuem, até ao entendimento que estas “são perda de tempo” (LABURÚ; BARROS, 2009, p. 10) segundo relatos de um professor que foi entrevistado pelos autores do trabalho. Além do que, nessa análise feita pelos autores a partir das entrevistas, é possível ainda perceber que estes mesmos entram em contradição, quando, por exemplo, mencionam a importância das práticas experimentais, mas se “prendem ao discurso da falta” (LABURÚ; BARROS, 2009, p. 10) para a sua não realização.

Nesse sentido, é possível mencionar um círculo vicioso que se forma no ambiente escolar com relação às práticas experimentais, em que o discurso da falta justifica a não adoção das práticas experimentais e esta não adoção justifica a não busca pelo professor por formação adequada sobre o tema. A formação deficiente, por sua vez, leva o professor a se amparar no discurso da falta, por fim, tem-se a instauração de uma cultura escolar e identidade profissional distante da realização de práticas experimentais.

O exposto nesta seção, referente às diversas dificuldades que os professores passam para a elaboração de uma prática experimental, seja ela em laboratório ou em sala de aula, nos motiva a abordar, na próxima seção, uma alternativa promissora, direcionada à utilização de materiais de baixo custo. Esta alternativa vem sendo proposta há algumas décadas na literatura e, dessa forma, sendo utilizada no ensino

de Ciências/Física nos contextos escolares educacionais do país.

2.2 - A alternativa da utilização de materiais de baixo custo

A utilização de MBC nas práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física vem sendo proposta por diversos autores, por exemplo, Azevedo (2017), Catunda (1998), Galindo e Gomes (2015) entre outros, em diversos encontros, entre os quais vale citar o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e nos principais meios de disseminação de pesquisa nessa área, como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), tornando-se uma opção para promover a inserção das práticas experimentais no contexto escolar nacional e, assim, desencadear melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

Os MBC nas práticas experimentais estão sendo utilizados em alguns processos de ensino e aprendizagem nas escolas e até mesmo nas universidades. Assim, é relevante promover reflexões sobre esses tipos de atividades. Com essa proposta, os professores podem ter acesso mais facilitado aos materiais e construir ações, aulas diferenciadas, debates, rodas de conversas com seus alunos, objetivando que estes se apropriem dos conteúdos abordados por meio dessas práticas experimentais desenvolvidas. Segundo Silva e Duarte (2018) as práticas experimentais se tornam uma atividade difícil de executar nas condições atuais, principalmente quando não se possui os materiais adequados para tal objetivo.

Por outro lado, a prática experimental é importante para a formação do processo de ensino e aprendizagem, gerando a construção de novos conhecimentos para os alunos e professores. Por meio da intervenção da prática experimental, é possível que o professor faça a relação do conteúdo estudado com o cotidiano dos seus alunos, podendo ser uma iniciativa para o fortalecimento de uma cultura científica em nosso país.

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das

linguagens. (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 39).

Ainda, segundo os autores Feix, Saraiva e Kipper (2012), a prática experimental é capaz de fazer o aluno perceber o conteúdo de forma mais clara, momento em que ele será capaz de realizar suas próprias visões e compreensões dos acontecimentos no seu dia a dia. Dessa maneira, os alunos podem superar suas próprias barreiras, indo em busca de novos conhecimentos, já que só as aulas tradicionais são pouco viáveis. Aliás, as práticas experimentais desenvolvem nos alunos o senso crítico, tornando-os capazes de entenderem e perceberem a Ciência ao seu redor e, assim, intervirem e discutirem acerca do contexto científico na sociedade contemporânea.

É com atividades experimentais que os alunos podem construir uma nova visão acerca da Ciência, já que aspectos e pressupostos equivocados estão presentes em grande parte no contexto escolar e na sociedade. A verificação dessas ideias vai desde o compartilhamento de que a ciência é neutra, é desenvolvida por gênios, é imutável e que poucos têm acesso a ela e a desenvolvem.

[...] a concepção de ciência como cultura releva elementos que vão além dos apresentados no ambiente escolar tradicional. Conhecimento científico como cultura é, portanto uma construção humana, cujos interesses e ações são guiados por instâncias da sociedade, como economia, política, contextos histórico-sociais, elementos ambientais etc. Desta forma, o laboratório didático de física passa a ser um dos meios para relacionar os estudantes com o todo complexo que envolve a ciência. (ANDRADE; LOPES; CARVALHO, 2009, p. 2).

No que diz respeito à cultura científica em nosso país, estamos procurando formas para que ela se fortaleça, mas, como mencionado pelos autores acima, o conhecimento científico como cultura da e na sociedade perpassa pelo todo da formação do cidadão, fortemente ligados a instâncias diversas da sociedade.

Além das barreiras impostas pelas reformas educacionais pouco efetivamente implantadas e da carência de financiamento público para a educação, existem algumas outras que tornam a prática experimental rara e incipiente na Educação Básica, conforme discutido anteriormente. Bergold e Ruiz (2005) apontam como barreiras: falta de estrutura física para laboratório nas escolas, colégios e até mesmo dentro das universidades, falta de equipamentos, falta de capacitação específica dos docentes em práticas experimentais no ensino de ciências, número excessivo de alunos em uma única turma, falta de técnico de laboratório ou monitores.

Ampliando essa visão, Barbieri (1993) traz à frente que essa realidade ainda persiste nos cursos de formações de professores, porque estes possuem dificuldades na execução da prática experimental, pois não tiveram acesso durante sua formação inicial, implicando a realidade de suas aulas.

Assim, os MBC, definido por Wisniewski (1990) como simples, baratos e de fácil aquisição, podem ser uma alternativa no processo de ensino e aprendizagem, bem como auxiliar na inserção das práticas experimentais em sala de aula.

Por outro lado, é necessário apontar que esta alternativa não é imune de limitações e é proposta como alternativa emergencial, enquanto se mantém intenso esforço para alcançar condições mais dignas de desenvolvimento das ações de ensino.

Acima de tudo, o tema necessita de análise crítica ampla, investigando os limites e as possibilidades que essas características estão proporcionando. Ao mesmo tempo que esses materiais considerados de baixo custo estão promovendo a inclusão e desenvolvimento das práticas experimentais em sala de aula, segundo Axt e Moreira (1991), podemos estar nos acostumando com uma educação pobre e, muitas vezes, passando a ideia para os alunos de que a Ciência é desenvolvida com materiais recicláveis e que não necessita de um ambiente e equipamentos tecnológicos de última geração. Dessa forma, a visão da Ciência pode estar sendo internalizada de forma incorreta pelos alunos.

O discurso no contexto escolar do ensino de Ciências/Física, em geral, mostra que a proposta de alternativa utilizando os MBC para a realidade escolar pode ser um caminho para que as práticas experimentais sejam mais utilizadas, possibilitando uma aula que se difere das aulas tradicionais a qual estamos acostumados a presenciar.

Segundo Silva (2017), em uma prática experimental realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – *Campus* Alto Floresta, com alunos do 1º Ano do Curso Técnico em Administração integrado ao Ensino Médio, as aulas de Físicas foram contempladas com materiais de baixo custo, por exemplo, garrafa pet, água, óleo, copo de vidro, tampa de caneta e bexiga, pois: “[...] o alto custo de alguns experimentos dificulta a proximidade dos alunos com este tipo de prática, nesse sentido a utilização de materiais reciclados tornam as atividades possíveis com um custo acessível a todos” (SILVA, 2017, p. 64).

Vale ressaltar que, ainda que defendamos a importância desses materiais no contexto de educação sem investimentos, estes, por sua vez, não são a única

alternativa e também não resultarão por si só em resultados deslumbrantes, produzindo mudanças que sejam nitidamente percebidas. Segundo Axt e Moreira (1991):

[...] O mínimo exigido para um bom ensino de Ciências já não será considerado de baixo custo dentro dos parâmetros da nossa realidade escolar. Devemos assumir que uma educação custa caro e que não tiraremos nossa população do estado de miséria cultural propondo sistematicamente arranjos com canudinhos de refresco, clips, rolhas e outros materiais do gênero. (AXT; MOREIRA, 1991, p. 4).

Corroborando com essa ideia, os autores Santos, Piassi e Ferreira (2004) abordam que a experimentação não é somente a reprodução de fenômenos, buscando a comprovação da teoria ou de números exatos apresentados nos livros didáticos, mas que a prática experimental deve buscar se aproximar de um laboratório de pesquisa, no qual se busca construir o conhecimento.

Assim, os investimentos em Ciência e seu ensino como um todo são essenciais para um país, onde se almeja alcançar resultados que incluem indivíduos capazes de discutir temas sobre a Ciência e que dela façam um contexto que os rodeia, repleto de tecnologias, originadas do desenvolvimento da Ciência.

É importante ressaltar como as práticas experimentais estão sendo abordadas nos livros didáticos, bem como pensar na questão da presença ou sugestões dos MBC. Assim, Kupske, Hermel e Güllich (2014) revelam que é essencial o livro didático abordar práticas experimentais para auxiliar o professor durante as aulas, além de promover discussões e reflexões para relacionar os conhecimentos.

Os autores supracitados executaram uma pesquisa documental nos livros didáticos e concluíram que as práticas experimentais citadas nestes almejavam utilizar MBC, fazendo com que fossem simples e com potencial para serem exploradas pelos alunos, transpondo a aula pautada na mera exposição.

Em relação aos MBC nos livros didáticos, Queiroz *et al.* (2018, p. 458) também realizaram uma pesquisa e constataram que “[...] as propostas experimentais, em sua maioria, apresentam clareza nos procedimentos, materiais de fácil acesso e de baixo custo, com possibilidades reais de contextualização”. Com isso, pode-se notar que, além do livro didático ser fundamental no contexto escolar, este está se tornando também guia para as práticas experimentais nas quais utilizam-se de MBC, fazendo possível o seu desenvolvimento desse tipo de material.

Nos últimos anos, a educação brasileira tem passado por diversas mudanças e atualizações em seus principais documentos que regem o contexto escolar como um todo. A BNCC, aprovada em 2017, propõe que as atividades experimentais sejam tratadas em conjunto com o ensino por pesquisas (BRASIL, 2017). Dessa forma,

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (BRASIL, 2016, p. 321).

Portanto, o ensino utilizando as práticas experimentais passa pelos caminhos investigativos que esta abordagem pode proporcionar ao aluno em sala de aula, além de instigá-los a compreender o mundo que os cerca, interpretando as informações e construindo conhecimentos pautados no viés científico.

3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa é se caracteriza como bibliográfica. Para Flick (2009), este tipo de abordagem pressupõe que os dados coletados são predominantemente descritivos (entrevistas, questionários, análises de documentos, análises de temas específicos em eventos). Também delimitamos um olhar sobre a natureza dos fenômenos a partir das hipóteses indutivas, que o pesquisador irá fazer emergir por meio de suas compreensões, nesse caso utilizando os metatextos na estruturação dos possíveis e não únicos novos conhecimentos.

Dentro da pesquisa qualitativa, adotamos como procedimentos a pesquisa bibliográfica. Assim, imergimos inicialmente na pesquisa bibliográfica que, segundo Gil (2008, p. 69), “[...] é desenvolvida de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, buscando constituir referencial teórico para compreender e fundamentar o tema em discussão, a saber: as práticas experimentais com os MBC.

As reflexões iniciais, amparadas no movimento da fenomenologia e a pesquisa bibliográfica, nos permitiu construir a questão problema para a qual buscamos respostas: “O que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física?” Esta questão está atrelada ao nosso objetivo de investigar os sentidos produzidos (conceituações, caracterizações, iniciativas, dificuldades, limites e contribuições ao ensino e aprendizagem) sobre as práticas experimentais caracterizadas por seus autores como sendo de baixo custo.

A coleta de dados foi desenvolvida nas publicações e edições XXII, XXIII e XXIV do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). A pesquisa nestes eventos se originou mediante a busca nos títulos de todos os trabalhos de todas as edições definidas acima e que estão documentadas e disponibilizadas no meio *on-line/remoto* com o seguinte termo: baixo custo.

Em seguida, após o *corpus* identificado, a coleta dos trabalhos e a sua codificação foram realizadas, chegando a um total de 35 trabalhos. Estes foram analisados à luz da Análise Textual Discursiva (ATD), como propõem os autores Moraes e Galiuzzi (2016), realizando a leitura completa, reflexiva, crítica e exaustiva dos trabalhos encontrados e disponibilizados nesse contexto.

A ATD proposta por Moraes e Galiuzzi (2016), possui um viés que se localiza

entre os dois extremos da Análise de Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2011), e Análise de Discurso (AD), proposta por Orlandi (2009). A ATD dá importância ao processo de categorização, descrição e construção de metatextos.

Essa metodologia requer um grande esforço durante a descrição, bem como a interpretação do denominado *corpus*. É válido ressaltar que a metodologia pretende um estudo hermenêutico e fenomenológico, no processo de construção e reconstrução das compreensões dos textos analisados, gerando, dessa maneira, novos conhecimentos por meio da construção dos metatextos.

3.1 – Análise textual discursiva: elementos norteadores do olhar sobre os dados

Neste item de capítulo, serão descritos os procedimentos e técnicas que Moraes e Galiuzzi (2016) sugerem para realizar a metodologia da ATD. É uma metodologia qualitativa de processo rigoroso, organizado, reflexivo, crítico, criativo e exigente do pesquisador.

Inicialmente, o pesquisador deve delimitar sua coleta de dados, com relação ao que irá pesquisar, onde pesquisar (*on-line*, presencial), como pesquisar (em eventos, documentos, realizar entrevistas), com que maneira (a partir de termos de busca). Determinada e caracterizada a sua coleta de dados, o pesquisador pode então iniciar os próximos passos da metodologia que poderá ser entendido como ciclos.

O ciclo 1, pode ser chamado de “desmontagem/desconstrução dos textos” a ser compreendido como o processo de unitarização, examinando e desconstruindo todos os trabalhos a serem analisados. Esse ciclo se desenvolve com as significâncias construídas a partir do denominado *corpus*, ideia que se aproxima de Bardin (2011) que se refere em sua metodologia da AC.

Dessa forma o pesquisador procura incluir os significados que surgirão a partir da sua compreensão. Destacamos que esses significados e compreensões são um dos possíveis entendimentos, pois, cada pesquisador é único e possui seus próprios pressupostos. Assim, como citam Moraes e Galiuzzi (2016, p. 41) “Nesse caso as unidades de análise são elaboradas com base nos conhecimentos tácitos do pesquisador, sempre em consonância com os objetivos da sua pesquisa”.

Neste primeiro ciclo, se faz a verificação dos textos, desconstruindo-os em

partes, para posteriormente reconstruí-los e, assim, construir os fenômenos que serão analisados. O *corpus* denominado na ATD é compreendido, identificado e passa por processos rígidos de escolha do próprio pesquisador. Portanto, o *corpus* nessa metodologia é entendido como produções textuais, sendo as produções linguísticas dos autores, caracterizando o fenômeno desenvolvido por eles mesmos.

Continuando com as ideias do ciclo 1, o chamado processo de unitarização é um dos caminhos na identificação dos novos significados do denominado *corpus* da pesquisa. Nesse processo, o pesquisador irá desconstruir os significados dos autores dos respectivos trabalhos e, com cautela, realiza leitura rigorosa, minuciosa, fazendo emergir as suas próprias compreensões, sendo capaz de produzir os significados originais dos materiais de análise tidos como pano de fundo.

Faz-se necessário, dessa forma, como ressaltam Moraes e Galiazzi (2016, p. 71), que “o pesquisador elabore um sistema de códigos para identificar seus textos originais, suas unidades de significado, assim como outros elementos que fazem parte da análise”. Lembrando que com essa nova unitarização do *corpus* o objetivo principal é escrever os metatextos com as novas ressignificações e até mesmo novos significados para o presente *corpus* analisado.

É válido chamar a atenção com relação ao processo da desconstrução dos textos, pois este não se configura de forma neutra e objetiva, primeiro porque o pesquisador irá interpretar os textos do *corpus* e fazer emergir as novas compreensões com as novas categorias que, por vezes, podem ser construídas *a posteriori* e, assim, emergirão as novas compreensões, já denominadas no conjunto *a priori*, fazendo com que os pressupostos do pesquisador não se identifiquem com o *corpus* que irá disponibilizar os novos conhecimentos. Portanto, a unitarização requer uma leitura e até releitura para uma compreensão mais aprofundada e fidedigna.

Assim, o processo de unitarização pode ser entendido como um processo hermenêutico que busca o envolvimento total do pesquisador, com suas interpretações, sendo algumas conscientes e outras não, desenvolvendo novas compreensões, porque as informações são compreendidas, portanto, é necessário que se exija do pesquisador um esforço constante de reflexão e interpretação.

A unitarização é classificada e configurada em termos quantitativo e qualitativo, sendo analisadas por meio dos pensamentos dedutivos e indutivos. Segundo Moraes e Galiazzi (2016, p. 87), “O dedutivo é aquele que vai das teorias às informações”, em que o pesquisador volta às teorias já desenvolvidas, buscando auxílio para

desenvolver os recortes corretos do *corpus*. O indutivo é o inverso deste primeiro, o pesquisador parte dos exemplos até chegar às teorias, ou seja, busca não adotar uma ideia *a priori*, mas sim uma relação ao método indutivo por intermédio do *corpus* para incitar uma categorização, que poderia ser realizada anteriormente, esta categorização é sinalizada, principalmente, pela criação de possíveis categorias.

Dessa forma, o processo dedutivo é mais seguro, porque recorre-se à teoria, e o indutivo traz insegurança ao longo de todo o processo, pois este não consegue assumir mais categorias, não avançando na compreensão para emergirem novos conhecimentos.

Portanto, o denominado ciclo 1, que é o processo de desconstrução, como é caracterizado, constitui-se no processo de uma nova construção, de novas compreensões, pois estes processos estão relacionados e o pesquisador desenvolve novos significados e relações entre os textos analisados. Assim, na unitarização ocorre a desordem dos textos, para que, posteriormente, sejam reorganizados, evidenciando, é claro, as características da pesquisa e do pesquisador.

O ciclo 2, denominado de “estabelecimento de relações”, se caracteriza pela construção das categorias, estas que possuem vínculos entrelaçados com os textos anteriormente analisados, classificando-os e resultando no sistema de categorias. Focando nessas compreensões que emergem a partir do entendimento de teorias e do conhecimento do pesquisador, a forma com a qual o texto está escrito pelo autor é também favorável para uma compreensão, pois esta possui vínculo com os conhecimentos e teorias do próprio autor, ressaltando, assim, as possíveis e diversas formas de compreensão dos textos analisados.

Neste ciclo, a categorização denomina-se resumidamente como um processo de confrontar às unidades já definidas no processo inicial da ATD, gerando e realizando a associação dos elementos em comum, estes, por sua vez, constituem, dessa maneira, as categorias. Além disso, as categorias requerem que sejam nomeadas e definidas a cada momento com maior precisão, a partir dessa ocasião ou caminho que estão sendo construídas, podendo percorrer idas e vindas até a finalização das categorias.

O pesquisador constrói essas categorias a partir da leitura árdua dos textos, em um processo de ida e vinda para a melhor caracterização de cada categoria, porém estas podem ser feitas ou realizadas *a priori*, segundo menciona Bardin (2011), já que possuem “recipientes” denominados, em que os textos serão relacionados e postos

em cada um destes. Pode acontecer, também, de serem caracterizadas a partir do que chamamos de processo indutivo, de um ponto de vista específico para o geral, assim, emergindo as categorias.

Já a categoria emergente pode surgir por intermédio do *corpus* que se desenvolve por métodos indutivos e intuitivos. As categorias precisam emergir da mesma proposta do pesquisador, para satisfazerem, se for o caso, o mesmo critério para a construção de cada categoria.

Na ATD, toma-se uma posição da atitude fenomenológica, para que se mostre os fenômenos em sua íntegra, sem que o pesquisador imponha as direções, assim, fortalecendo a pesquisa qualitativa.

No processo de categorização, ocorre que as categorias denominadas emergentes surgem de processos indutivos e mais subjetivos. Já as categorias denominadas de *a priori* são de natureza mais objetiva e dedutiva. A categorização pode ser compreendida como o ato de reduzir e simplificar, neste caso, os artigos do *corpus* em alguns conjuntos de elementos que possuem ligações, são categorias que se conectam umas com as outras, sendo capazes de serem como pontes entre os artigos e as novas compreensões.

Na ATD, preza-se pelas categorias que emergem durante o processo de leitura em que se está ordenando os textos e suas associações durante o processo de categorização, lembrando que essas sofrem influência das teorias e pressupostos que o pesquisador possui. O pesquisador pode perpassar por categorias mais ou menos abrangentes, as maiores com suas especificidades, sendo assim, menos precisas, e as menores, que possuem uma maior precisão e rigor no seu detalhamento.

A categorização *a priori* ou categorias fechadas pode perder dados significativos para a pesquisa, pois esta já está determinada ou pré-determinada com o apoio de pressupostos, teorias já utilizadas e construídas pelo pesquisador. O que entende-se que o pesquisador denominou seus “recipientes” nos quais os artigos devem se encaixar. A partir do exposto por Bardin (2011), os textos não devem ser somente alocados a cada recipiente, eles devem ser lidos e analisados e postos na categoria em que mais se caracteriza com aquele texto.

Por sua vez, as categorias emergentes surgem no processo de leitura dos materiais de análise, fazendo com que o pesquisador se mostre mais apreensivo com o surgimento destas categorias. O processo é recursivo e somente se mostra em sua totalidade ao final da categorização. Assim, a categorização é, portanto, o momento

de construção e organização das informações para posteriormente organizadas e descritas por meio dos metatextos. Essas categorizações fazem parte de toda a pesquisa, desse modo, os dados coletados se mostram recorrentes para o pesquisador, e é também no processo de reconstrução das novas compreensões que o pesquisador as desenvolve.

Todavia, neste processo, as categorias evidenciam-se ao se iniciar da menos para a mais abrangente, possuindo, no decorrer do momento, as incertezas das categorias. Cada uma destas com suas características do próprio pesquisador, que desenvolve as ideias compreendidas por ele durante o processo de reconstrução dos textos e construção das categorias.

No ciclo 3 “captação do novo emergente”, surge e se constrói uma renovação dos entendimentos dos textos analisados, cabendo as críticas, criatividade, reflexões e apoio aos textos. O texto que emana desse processo é a compreensão dos ciclos anteriores com os denominados metatextos. A construção destes apresentam características do pesquisador, bem como os argumentos e conclusões positivas e negativas, em que o investigador é responsável diretamente pelas compreensões e o surgimento dos novos conhecimentos.

Na perspectiva da ATD, as críticas deverão ser constantes e é dessa forma que se pode alcançar o mais alto entendimento e aprofundamento, tornando as construções dos metatextos com a ATD melhores qualificadas, compreensíveis e com alto rigor.

A construção e desenvolvimento destes metatextos caracterizam a ATD. Logo após a definição e término do processo de categorização, observam-se cautelosamente para mostrar, de uma forma mais clara e objetiva, as compreensões do pesquisador. O pesquisador, no ato de escrever os metatextos, deve abranger preocupações com os leitores de sua pesquisa.

A introdução, desenvolvimento e conclusões destes textos devem se articular de forma simples e não carecer de revisões recorrentes, dessa forma, as compreensões terão maior qualidade e a escrita e a leitura mais aprimoradas e refinadas. Assim, as informações contidas nos metatextos não podem ser encontradas no *corpus* do pesquisador, pois houve um processo árduo de desenvolver e construir aquelas novas compreensões e conhecimentos.

Entendendo o discurso desses metatextos sobre as interpretações do pesquisador frente às suas categorizações, é imprescindível que este se posicione

como o autor principal das suas compreensões. Desse modo, a ATD é o desenvolvimento de novos sentidos e compreensões, visto que estas são as faculdades de compreender e perceber algo, dando sentido aos possíveis entendimentos.

A escrita, neste caso, dos metatextos, bem como as características do pesquisador estarão presentes nesse momento, mesmo que traga inseguranças e não estejam totalmente prontas. A escrita, principalmente, exercitada na construção destes metatextos são importantes, pois denotam o grande objetivo da ATD, sendo necessário que o pesquisador comece a escrever para que, nos processos de releitura, possa aperfeiçoá-la. A organização, as críticas, as sugestões e as novas compreensões vão sendo organizadas durante o processo de leitura e melhor abordadas e compreendidas nas releituras.

Raramente o pesquisador consegue abordar de forma clara, objetiva e ordenada o que se pretende expor inicialmente. O pesquisador aprende durante o processo de escrita, bem como no aprofundamento das questões que podem ser pertinentes e necessitam de refinamentos e maiores reflexões. O ato de escrever e reescrever é, portanto, parte fundamental, pois é por meio delas que outras pessoas terão acesso ao que foi estudado, desenvolvido e construído para obterem o melhor entendimento das novas compreensões.

A produção escrita relacionada à ATD tem duas faces, a primeira é o aprender, que dispõe do modo que o pesquisador irá construir os novos conhecimentos em relação àquelas verdades. A segunda é a comunicação que, por intermédio da escrita, vai constituindo as compreensões e os possíveis entendimentos.

A construção dos metatextos, em que o pesquisador expõe e demonstra suas novas compreensões, pode se embasar em outros autores que darão subsídios necessários para as ideias iniciais ou para as novas ideias que vão surgindo. Depois de construídas, pela primeira vez, as categorias, a releitura e a reconstrução, as novas organizações são de fundamental importância, pois, cada vez que as categorias são relidas, tornam-se mais claras para o pesquisador e para os futuros leitores.

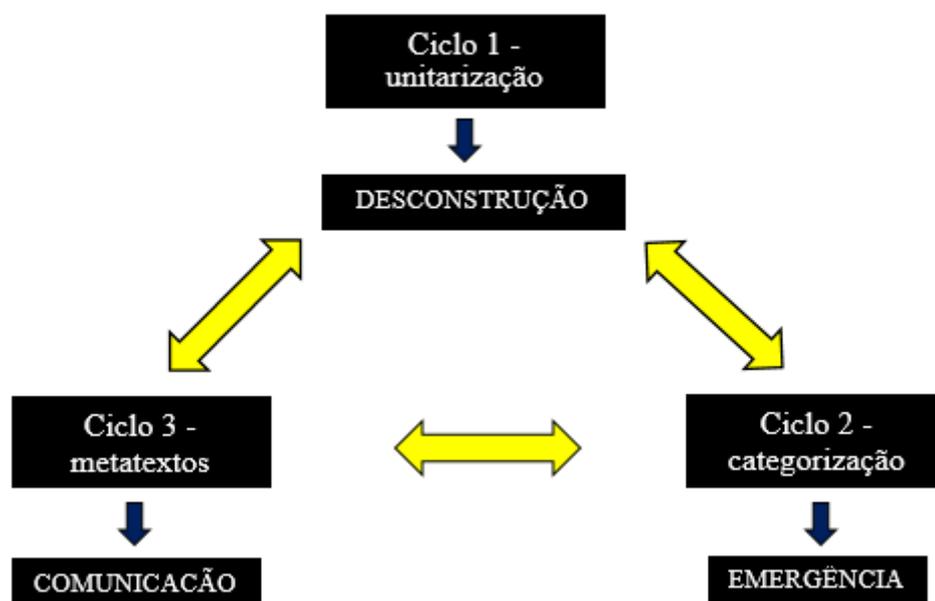
O autor deve ter em mente que, ao escrever pela primeira vez, será necessário a reescrita, sendo ele cada vez mais crítico e reflexivo nos novos conhecimentos que emergiram. Assim, essas características poderiam ser estendidas para o contexto escolar, onde o conhecimento explicitado passa por questionamentos e críticas daqueles que estão em processo de construção dos novos conhecimentos, bem como

da reconstrução dos fenômenos, muitas vezes, já presentes na vida dos alunos.

Por fim, temos o ciclo 4, que desenvolve os ciclos anteriores como “um processo auto-organizado”. Ele se caracteriza pela execução dos ciclos anteriores 1, 2 e 3 e, assim, são compreendidos e formam as compreensões da desconstrução, reconstrução, categorização e construção dos metatextos analisados.

Portanto, os resultados não podem ser previstos inicialmente, eles são criativos e primitivos. Salientamos que a utilização dessa metodologia se caracteriza também por ser um trabalho exaustivo, necessitando de empenho do pesquisador, para que se emerjam as compreensões e, assim, possam ser validadas. Abaixo, podemos compreender, de forma visual e adaptada da fonte original, todo o ciclo da ATD dos autores Moraes e Galiazzi (2016):

Figura 1: ciclo da Análise Textual Discursiva



Fonte: Adaptado de Moraes e Galiazzi (2016)

Na figura acima, o processo da metodologia demonstra como o ciclo da ATD se configura e se desenvolve. Iniciando com a desconstrução dos textos determinados para análise do ciclo 1 – processo de unitarização; seguido do ciclo 2 – reconstrução dos textos por meio das categorizações propostas pelo pesquisador, em que esteve aberto a novas ligações e surgimentos de *insights*, produzindo, desse modo, o desenvolvimento e a edificação do ciclo 3 – a construção dos metatextos que expõem as ideias do pesquisador no processo de leitura e releitura do *corpus*, para serem melhorados, passando pelas críticas e emergindo com as novas compreensões. O

processo cunhado como ciclo 4, auto-organizado, configura-se como todos os ciclos e desenvolvimentos das metodologias anteriores, pois é por meio de um processo rigoroso, organizado, crítico e reflexivo que o pesquisador será capaz de transformar alguns de seus pressupostos, bem como fazer emergir novas compreensões.

Dessa forma, a ATD pode ser entendida como um processo auto-organizado que efetiva a construção de novas compreensões, emergindo novos conhecimentos sobre determinados fenômenos, mediante determinado *corpus* de pesquisa. A ATD pode ser compreendida também como a reconstrução dos textos analisados e a construção de uma nova compreensão a partir dos metatextos com o uso da linguística e descritivo para esse novo entendimento.

A categorização na ATD é um dos processos mais importantes, pois é nela que se constrói a estrutura para as investigações futuras dos fenômenos investigados. É nesse ponto também que se estabelecem as conexões entre os trabalhos analisados, desenvolvendo-se de forma atenciosa para que os autores e leitores possam entender as relações dos trabalhos e as possíveis interpretações do pesquisador.

No momento que o pesquisador define suas categorias *a priori*, estas buscam fundamentos nos aspectos e pressupostos teóricos, portanto, as categorias já estarão definidas, mesmo antes das leituras do denominado *corpus*, sendo assim, uma medida não tão utilizada na ATD. Se por vez o pesquisador deixar as categorias emergirem, estas irão se mostrar durante o processo de leitura, ao final do *corpus* construído e das categorizações, assumindo, assim, uma postura fenomenológica a partir das diversas “vozes” dos trabalhos analisados.

Os metatextos devem seguir uma ordem lógica, bem estruturada, pois são responsáveis por expor os conhecimentos das novas compreensões. É importante ressaltar também que deve ser escrito de forma clara, objetiva. Portanto, as releituras e a reconstrução são elementos necessários para se chegar a um bom metatexto escrito. Assim, os refinamentos dos metatextos estarão melhor elaborados e as novas compreensões explícitas serão compreendidas.

Nesse viés, pelas inúmeras revisões das categorias, metatextos e refinamentos, o pesquisador não é capaz de explicitar e abordar a totalidade dos pressupostos estudados e analisados nos ciclos 1 e 2, logo, novas compreensões podem surgir e serem abordadas, por exemplo, quando outro pesquisador faz a mesma análise. Porém, a boa qualidade dos metatextos produzidos pelo pesquisador deve ser buscada.

A metodologia da ATD é um desafio, requer um pesquisador navegante sem um destino ao certo para alcançar, além disso, o pesquisador tem de ser criativo em todos os ciclos, aliás, saber caminhar com as inseguranças e momentos solitários pelas incertezas que os segue e construir seus próprios caminhos. Os processos da ATD se desenvolvem com angústias advindas do pesquisador, porque, durante todo o processo, os caminhos carecem de respostas e sobram perguntas, muitas delas somente respondidas ao final de todo o processo de desenvolvimento da metodologia. Até mesmo quando o autor está no processo de interpretação, análise e construção dos metatextos, nesse momento, características como da fenomenologia e hermenêutica estão fortemente presentes, causando, assim, incertezas.

O processo denominado de auto-organizado é a aprendizagem que os pesquisadores obtêm durante todo o exercício do desenvolvimento da metodologia da ATD. Pois, o surgimento da pesquisa e o objetivo de aprofundar ainda mais os assuntos serão delineados por meio das categorizações. Com isso, é possível que o pesquisador proporcione aos leitores maior compreensão dos metatextos abordados de um contexto superficial para um aprofundamento deste.

A ATD busca ir além do explícito nos textos da análise do *corpus*, configurando-se em uma análise crítica, reflexiva, de caráter interpretativo e a fim de novas construções dos conhecimentos.

O processo da ATD vai da semântica até a hermenêutica, englobando também a fenomenologia, causando mudanças, novas compreensões, novos conhecimentos, conflitos de ideias fazendo com que o pesquisador, ao final, não seja mais o mesmo, pois, durante este processo, viveu e conviveu com seu método que causa transformações e que vem sendo utilizado cada vez mais em pesquisas e principalmente nos estudos no campo das Ciências, até porque é uma metodologia voltado especificamente nos estudos de Educação em Ciências, está, por sua vez, que possui grande participação e influência no contexto cultural e social das nossas sociedades contemporâneas e nos indivíduos que a constroem.

Para finalizar, a saturação na ATD é entendida quando o pesquisador, durante as análises e, principalmente, nas compreensões, não produz novos entendimentos e modificações nos resultados já estabelecidos. Assim, o bom pesquisador desenvolve suas ideias tornando-se e citando ele mesmo como autor daquelas conclusões, sendo, assim, capaz de mostrar suas próprias características e opiniões e estar pronto para intervir naquele processo.

4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

No presente capítulo, faremos a abordagem dos passos de construção do *corpus* da pesquisa e a apresentação e análise dos dados construídos, estabelecendo os encaminhamentos da pesquisa estado da arte em aproximação à questão central desta investigação, explicitada como: O que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física?

4.1 - A construção do *corpus* para análise

Os passos iniciais realizados com a pesquisa bibliográfica, posteriormente afinada e reestruturada, foram efetivados nos anais dos eventos Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e também nos periódicos Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), todos estes disponíveis em seus respectivos *sites*.

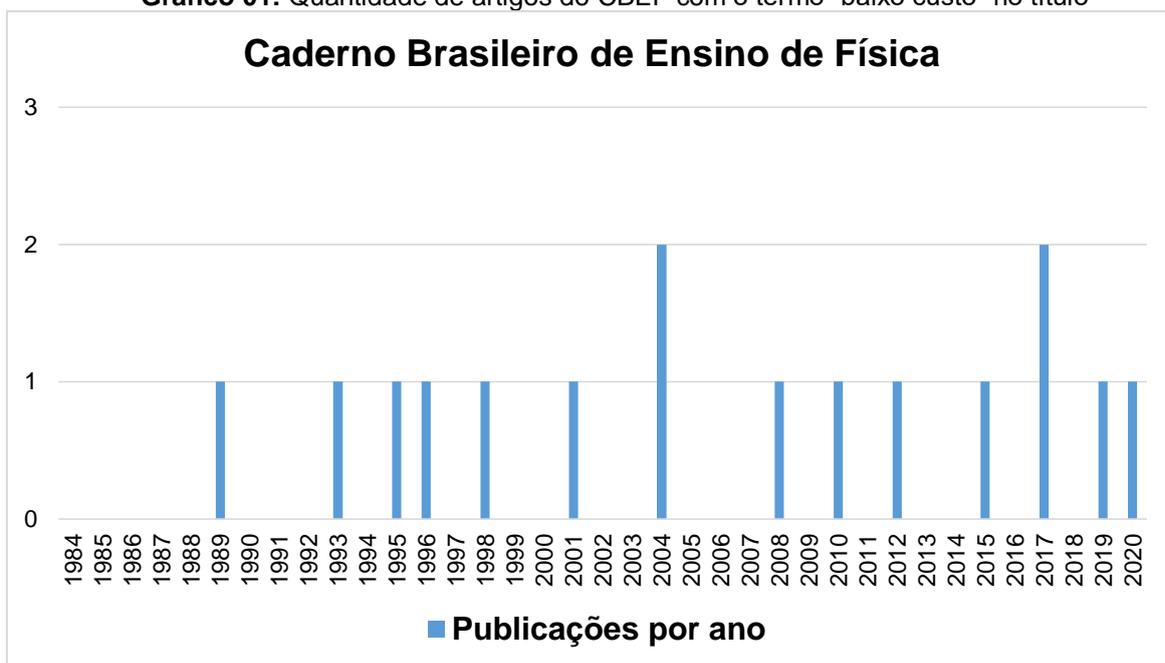
Para a pesquisa, os anais disponíveis *on-line* dos dois eventos e os números disponíveis dos dois periódicos foram acessados no intuito de buscar nos títulos dos artigos publicados os termos “*baixo custo*”, incluindo aqueles trabalhos na Língua Inglesa (*low cost*) e Espanhola (*bajo costo*). Dessa forma, foram encontrados um total de 153 artigos.

A seguir, apresentamos os dados em forma de gráficos mostrando o número de artigos publicados por ano, desde o início dos eventos e periódicos. Estes dados foram produzidos de forma individualizada.

O Caderno Brasileiro de Ensino de Física é um periódico que teve seu início no ano de 1984, sendo chamado inicialmente de Caderno Catarinense de Ensino de Física, devido ao seu vínculo inicial em propagar trabalhos dos professores de Física do Estado de Santa Catarina. Com seu vasto alcance e utilização por pesquisadores do campo do Ensino de Física de todo o país, com volumes quadrimestrais, no ano de 2001, foi renomeado e teve algumas alterações na sua base de normas para publicação de acordo com outros periódicos da área da Educação, tornando-se,

assim, Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Este periódico tem, a partir do ano de 2015, suas publicações disponíveis no formato *on-line*, e é avaliado pelo QUALIS da CAPES como A2 na área de Ensino, na classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 (Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2021). No momento da pesquisa, este se encontrava no volume 38, estando vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina.

Gráfico 01: Quantidade de artigos do CBEF com o termo “baixo custo” no título



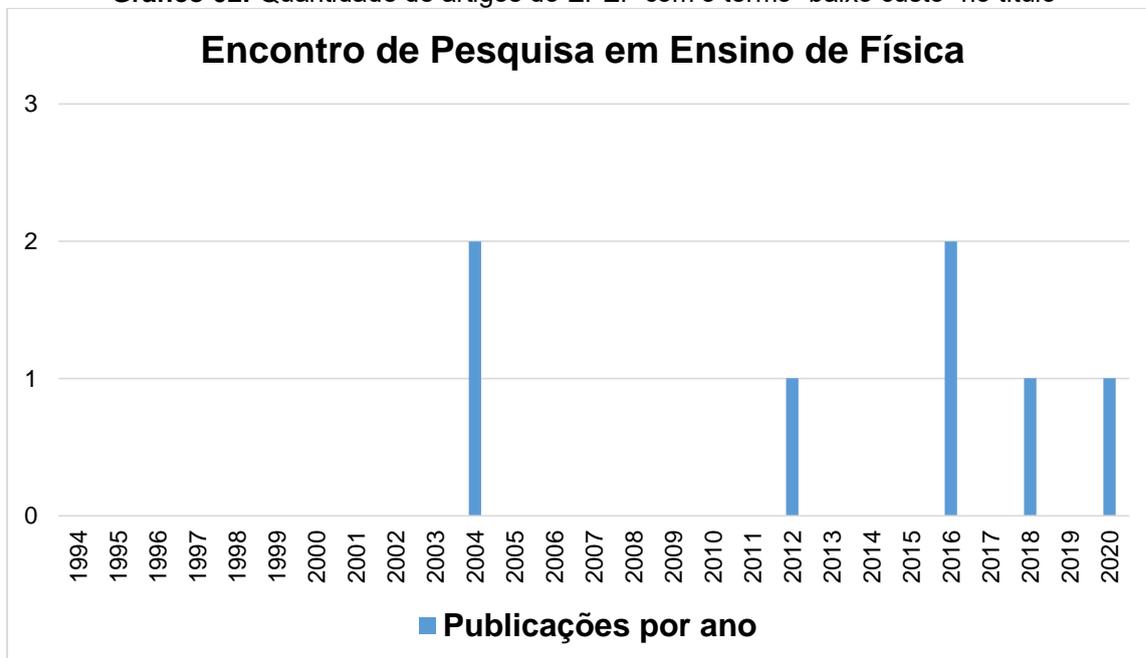
Fonte: Dados da pesquisa

Neste Gráfico 01, representando os dados do CBEF, podemos observar que encontramos 16 trabalhos (detalhados no quadro 08 do Apêndice A). Podemos perceber que é uma temática que não está tão presente nas discussões, mas que pode apresentar questões relevantes para o tema da prática experimental envolvendo os MBC.

O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física é um evento promovido e organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), com edições ocorrendo a cada dois anos (bienal). A primeira edição ocorreu no ano de 1986 e o evento segue acontecendo até os dias atuais, tendo alcançado, no momento da pesquisa, o XVIII encontro. O objetivo é trazer um ambiente de debates, discussões e reflexões para o Ensino de Física e também a disseminação de resultados de pesquisas nessa área (Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física, 2021). A maioria dos anais deste evento estão disponíveis *on-line* para acesso livre, apenas não foram

localizados os referentes as quatro primeiras edições dos anos 1986, 1988, 1990 e 1992.

Gráfico 02: Quantidade de artigos do EPEF com o termo “baixo custo” no título

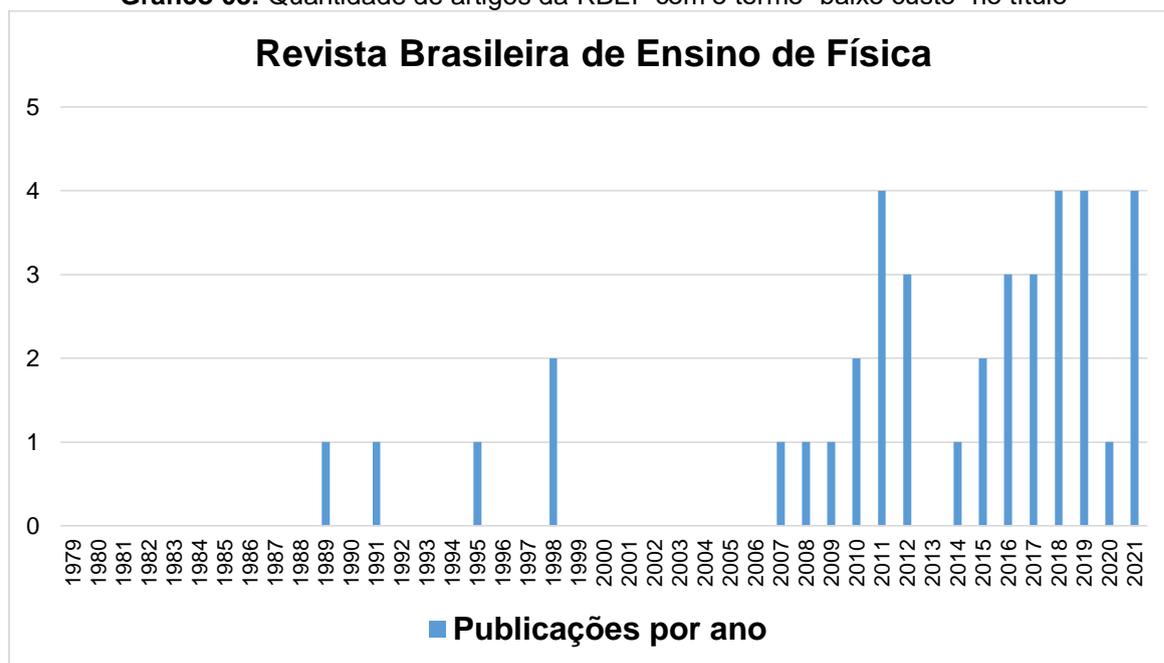


Fonte: Dados da pesquisa

No Gráfico 02, estão detalhados os textos publicados por edição do evento EPEF, em que encontramos uma totalidade ainda menor de artigos, sendo localizados apenas 7 trabalhos (detalhados no quadro 09 do Apêndice A), com destaque para os anos de 2004 e 2016, em que foram publicados dois trabalhos com esse enfoque, porém o que nos indica que a temática não se faz muito presente, além de sua ausência em diversas edições consecutivas.

Por sua vez, a Revista Brasileira de Ensino de Física é uma publicação da Sociedade Brasileira de Física com o objetivo do aperfeiçoamento do Ensino de Física em todos os níveis de escolarização no qual este está presente, não deixando de lado a difusão da Física e da Ciência, de forma ampla, contribuindo, dessa maneira, para a educação científica. O acesso é livre pelo *site* da SBF, tendo sua forma de publicação contínua com 4 fascículos por ano, ou seja, todos os trabalhos publicados podem ser acessados *on-line* (Sociedade Brasileira de Física, 2021). A revista é avaliada pelo QUALIS da CAPES como A1 na área de Ensino, na classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 e se encontrava, no momento da pesquisa, no volume 44.

Gráfico 03: Quantidade de artigos da RBEF com o termo “baixo custo” no título



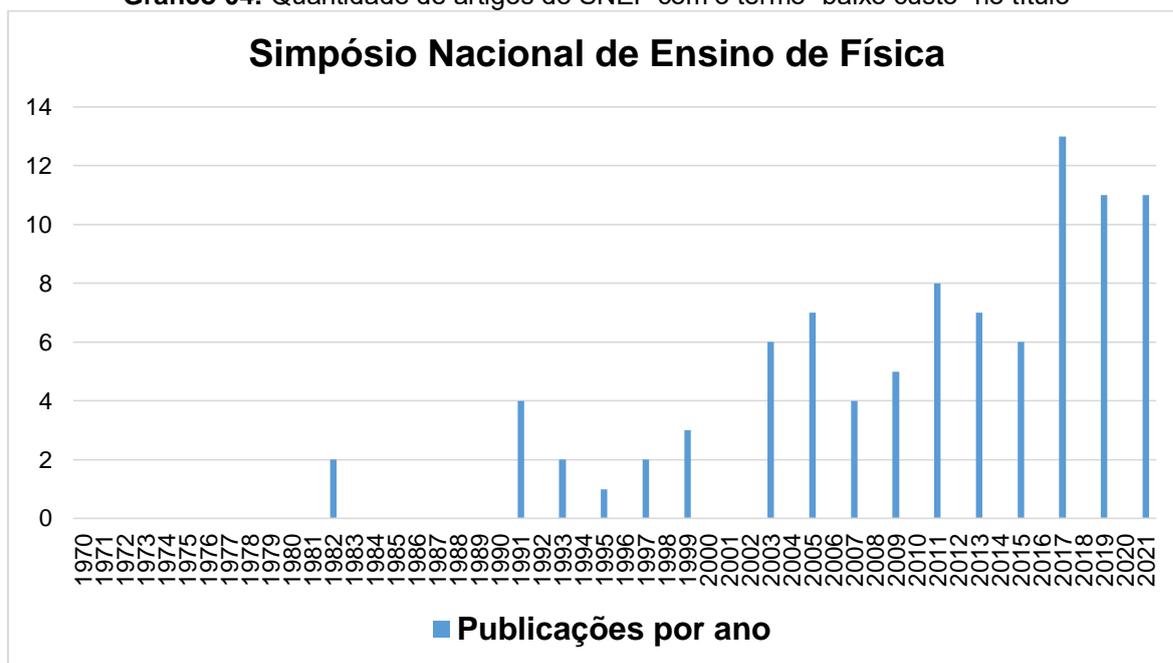
Fonte: Dados da pesquisa

O Gráfico 03 constitui os dados da RBEF, sendo possível perceber que a temática vem há algum tempo inserida com maior frequência, assim, foram encontrados 39 trabalhos (detalhados no quadro 10 do Apêndice A), dos quais 1 está no idioma espanhol e 4 em inglês. É passível de observação que, nos últimos anos, o termo “baixo custo” é recorrente nos títulos dos artigos publicados.

O Simpósio Nacional de Ensino de Física é promovido pela SBF e teve seu primeiro evento ocorrido no ano de 1970, continuando até os dias de hoje com periodicidade bienal, tendo alcançado, no momento da pesquisa, no ano de 2021, a XXIV edição. Este também tem o acesso livre aos anais de forma *on-line*. O objetivo central do Simpósio é a melhoria do Ensino de Física, pela discussão dos resultados de pesquisas parciais e totais, tanto de graduações quanto de pós-graduações (SBF, 2021).

A seguir, apresentamos o gráfico mostrando o número de artigos publicados a cada edição do SNEF.

Gráfico 04: Quantidade de artigos do SNEF com o termo “baixo custo” no título



Fonte: Dados da pesquisa

Nesse contexto, destacamos o Gráfico 04, que mostra os dados do SNEF, que é o meio de maior publicação de trabalhos e pesquisas com o termo “baixo custo” em seus títulos em comparação com a CBEF, EPEF e RBEF, sendo encontrados 91 trabalhos (detalhados no quadro 11 do Apêndice A). Na mais recente década, vale o destaque para o enfoque nessa discussão, estando presente em diversos trabalhos.

O caminho metodológico escolhido nesta pesquisa sugere uma perspectiva crítica do pesquisador em um constante reolhar para o conjunto da investigação, analisando reiteradamente e de forma associada o problema de pesquisa, os objetivos, fundamentos teóricos e dados. Nessa perspectiva, após o levantamento inicial das publicações em dois eventos e dois periódicos, uma nova reflexão foi estabelecida sobre a constituição do *corpus*.

Em primeiro lugar, reanalisamos os objetivos da pesquisa, relativos à compreensão dos motivos que levam ao pouco uso das práticas experimentais com MBC nas escolas, se estes são defendidos como alternativas de potencial para a aprendizagem. Identificamos que a intencionalidade que circunda o objetivo é de aproximação ao contexto e cotidiano escolar e, nessa perspectiva, passamos a entender que as produções acadêmicas que também se aproximam em reflexões e criticidade sobre as vivências efetivas neste contexto constituem materiais que podem colaborar mais intensamente com os encaminhamentos para o problema de pesquisa.

Assim, analisamos o perfil das revistas e eventos escolhidos inicialmente para construção dos dados e verificamos que o evento SNEF é o único que se associa intimamente com o cotidiano escolar, por considerar, em seu escopo, fortemente a publicação de reflexões e atividades oriundas de iniciativas do contexto escolar, a participação de docentes, não necessariamente integrantes de pesquisas mais amplas ou à pós-graduação, e também de professores em formação, como o caso de atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Dessa forma, excluimos do *corpus* as produções das revistas CBEF e RBEF, também excluimos aquelas oriundas do evento EPEF. Tal opção não tem como pretensão desvalorizar a importância das produções publicadas naqueles instrumentos de difusão da ciência, mas apenas assinalar seu afastamento dos objetivos da presente pesquisa em função de seu escopo de aproximação a outros contextos.

Em segundo lugar, consideramos as intensas alterações recentes ao cotidiano da sociedade advindas, principalmente, das tecnologias da comunicação, que ultrapassam os muros das escolas e adentram a este espaço especialmente por meio das visões de mundo reconstituídas dos seus integrantes. Assim, os motivadores para a pequena presença dos MBC em práticas experimentais no ensino de Física, há 20 ou 10 anos, podem ser diferentes dos motivadores de hoje. Dessa forma, delimitamos um recorte temporal reduzido, estabelecendo foco na análise das produções publicadas nas três edições mais recentes do SNEF (2017, 2019 e 2021). Novamente ressaltamos que, ao adotar este recorte temporal, não desmerecemos as produções anteriores e as informações que estas poderiam fornecer sobre o tema, mas optamos por aquelas que consideramos se aproximarem mais ao problema e objetivos da pesquisa.

As reflexões acima explicitadas nos levaram a um novo *corpus* para a pesquisa, com um total de 35 artigos. Com este material selecionado, passamos para a desmontagem, buscando, conforme anteriormente explicitado no texto, os sentidos produzidos sobre as práticas experimentais, que são caracterizadas por seus autores como sendo de baixo custo. Tais sentidos foram identificados pelas conceituações de MBC presentes nos textos, caracterização dos materiais explicitadas pelos autores, iniciativas de implementação de atividades com MBC, descritas junto a alunos nas escolas, dificuldades e limites identificados pelos autores para o trabalho com estes materiais e contribuições ao ensino e a aprendizagem, consideradas também pelos autores.

Vale destacar que, na análise, o entendimento e a definição de MBC, em nossa literatura, até então encontrada na década de 1990, tem consonância com a visão do autor, sendo materiais que podem ser encontrados de maneira fácil em nossas casas, comércio local, oportunizam uma montagem dentro da sala de aula, não possuindo grande sofisticação (com materiais de fácil reposição), além de ter um custo baixo para sua construção.

Assim, os passos da pesquisa, agora direcionados para o novo *corpus*, foram efetivados, como já apontado, nos anais do evento Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), nas respectivas edições XXII (2017), XXIII (2019) e XXIV (2021) disponíveis *on-line* nos *sites* oficiais. Para a pesquisa, os 35 artigos foram identificados como S1, S2, ..., S35. A seguir, apresentamos o quadro com os textos encontrados, detalhando-se código, título, autor(es), edição do evento, local e ano de publicação de cada artigo.

Quadro 01: Dados dos artigos do SNEF que compõe o *corpus* da pesquisa

Código	Título	Autor(es)	Edição/Ano
S1	A conservação de energia através de experimentos de baixo custo	NUNES, A. L.; ARAÚJO, L. A. de; SILVA, M. de L. M. da	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S2	Alfabetização científica e abordagem CTSA através de sistema fotovoltaico de baixo custo	MATOS, P.; COSTA, K.; COSTA, F.; LEAL, J.; RIBEIRO, E.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S3	Alternativas para necessidades existentes: materiais de baixo custo utilizados na construção de instrumentos para o laboratório de física	CAVALCANTE, A. S.; ROCHA, S. G. da; FERNANDES, D. C. G.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S4	Aplicação de experimentos de astronomia com materiais de baixo custo no 6º ano da E.M.E.F. São Pedro no município de São Miguel do Guamá-PA	PEREIRA, L. F.; JUNIOR, C. A. B. da S.; DAMASCENO, L. E. F.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S5	Construção de um dispositivo para estudo experimental do movimento unidimensional e aplicação do software livre vídeo-análise Tracker na coleta	NASCIMENTO, C. F. do; FIORI, J.; AVANCINI, E.; DIAS, G. da C.; FILHO, J. C. de S.;	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.

	e tratamento de dados: uma alternativa de baixo custo para o ensino de física	SOARES, V. O.; VISCOVINI, R. C.	
S6	Construção e validação de um coulomboscópio de baixo custo - CBC	Sem identificação.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S7	Ensino de ondas para estudantes com e sem deficiência visual da Educação de Jovens e Adultos - EJA - com materiais concretos e de baixo custo	GROSSI, M. do C. de A. J.; LIBARDI, H.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S8	Fractais em sala de aula: investigando dimensões fracionadas em padrões de speckle com materiais de baixo custo	LOPES, R.; SOUZA, P. V. S.; BALHAZAR, W. F.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S9	Kit de mecânica: um conjunto de atividades investigativas utilizando materiais de baixo custo para o ensino de mecânica	CORREIA, F. M.; FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S10	Oficinas de experimentos de baixo custo no ensino de física	ANDRADE, A. de; TEIXEIRA, R. R. P.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S11	Sistemas de aquisição automática de dados: não basta ser de baixo custo, tem que ser acessível ao professor	ALVES, E. G.; PAULO, N.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S12	Um estudo da luz: construindo com materiais de baixo custo uma anti-luneta polarizadora e o sistema solar	SOUZA, M. M. de; FREITAS, E. A. de; VALLE, J. L. M. do	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S13	Uma maquete simples e de baixo custo como suporte ao ensino de astronomia nos cursos de física	FILHO, J. B. L.; SILVA, M. L. da; PAIXÃO, H.; IBIAPINA, R. M.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
S14	Tecnologia cotidiana, materiais de baixo custo e o ensino de física	NEVES, D. R. M. das; FORATO, T. C. de M.; VIEIRA, R. M. de B.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S15	Desenvolvendo um material de baixo custo para o estudo de	NADAL, D.; SCHIPP, T.;	XXIII Simpósio Nacional de

	óptica geométrica	TESTA, M. J.; NASCIMENTO, T. B.; NETO, M. A. A.	Ensino de Física, Vitória, 2019.
S16	O ensino do plano inclinado utilizando materiais de baixo custo	ANDRÉ, C.; BOMFIM, E.; GODOI, G.; RODRIGUES, L.; NUNES, W.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S17	Medida de aceleração gravitacional local com arduino e material de baixo custo	SANTOS, P. V. dos; OLIVEIRA, A. S. de	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S18	Análise da percepção dos estudantes do ensino médio em relação a atividades experimentais de baixo custo	MATOS, A. C. de L.; PINTO, E. S.; JUNIOR, E. da C.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S19	Rifle de Gauss e o software Tracker: uma atividade de baixo custo para o ensino de física	MOURA, F. A. G. A.; CARVALHO, P. S. de O. F. de	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S20	Construindo um forno solar de baixo custo: uma oportunidade para ensinar termodinâmica	NOGUEIRA, A. L. F. de S.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S21	Proposta para o desenvolvimento de um multicronômetro de baixo custo utilizando um detector de interferência	SOUZA, L. M. de F.; NEGREIROS, S. G.; OLIVEIRA, G. F. B. de; COSTA, F. E. M.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S22	Construção de um trilho de ar de baixo custo para o ensino de física incluso e investigativo	MASLOVA, K.; MOTTA, V.; PEREZ, C.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S23	Experimentação de baixo custo para a apresentação do conceito de força de atrito	LOUREIRO, T. W.; ROCHA, L. R.; DIAS, M. A.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
S24	Desenvolvimento de sensor de salinidade a baixo custo aplicado no ensino de física para a turma do curso de engenharia de pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade acadêmica de Serra Talhada	JUNIOR, L. C. da S.; TORRES, L. G.; OLIVEIRA, M. H. B. G. e; SOUZA, R. da S.; SILVA, R. M. da	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.

	(UFRPE/UAST)		
S25	Problema da coroa do Rei Hieron II: soluções experimentos utilizando materiais de baixo custo	NETO, J. A. N.; CASTRO, R. C. de	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S26	Desenvolvimento de experimento de baixo custo baseado no interferômetro de Michelson-Morley para suporte ao ensino da ótica	MARQUES, M. D. R.; SOUZA, J. S.; CARNEIRO, M. A.; MORAIS, M. C.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S27	Desenvolvimento de dispositivo de controle IOT de baixo custo para sistema de condicionamento de ar com propósitos de eficiência energética em prédio público e ensino por projeto experimental	ANDRADE, V. S. de; CAMPOS, E. C.; ROQUE, R. F.; AMARAL, T. da S.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S28	Método de baixo custo para obtenção da densidade de líquidos em sala de aula	WALKER, L.; RUBINI, G.; PENELLO, G. M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S29	Materiais de baixo custo e práticas experimentais no ensino de física: um olhar para dissertações e teses	BÓRIO, A. B.; BENASSI, C. B. P.; STRIEDER, D. M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S30	Laboratório remoto de baixo custo para atividades investigativas em circuitos resistivos	OLIVEIRA, S.; LEITÃO, U. A.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S31	PIBID multidisciplinar de física e ciências naturais: a importância da contextualização através de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo e sucatas	BARROS, G. N.; OLIVEIRA, G. de S. A.; LEITE, E. F. P.; JUNIOR, L. G. de M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S32	O estudo da física moderna e contemporânea a partir de um espectrômetro de baixo custo	FRANCO, A.; MIOTTO, R.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S33	Sonda espacial microcontrolada de baixo custo: potencializando aprendizagem em cinemática no ensino de física	ALVES, T. S.; DIAS, B. L. do N.; ANJOS, V. de C. dos	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S34	Aplicação de um barômetro de baixo custo como meio de	COLOMBO, G. T.; SILVA, A. G. da;	XXIV Simpósio Nacional de

	ensino	GLEDEN, J. A. A. L.; NEVES, M. C. D.	Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
S35	Medida de viscosidade de óleos lubrificantes utilizando material de baixo custo e vídeo análise	CUNHA, S. D. da; FIGUEIREDO, K. S. L. de	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.

Fonte: Dados da pesquisa

Expostos os dados gerais do *corpus* da pesquisa, percebe-se que o XXII SNEF (2017), ocorrido na cidade do Rio de Janeiro, foi a edição com maior número de trabalhos encontrados (13) com a temática de MBC. Durante os SNEFs (2017, 2019 e 2021), o estado com mais representantes, com publicações dessa temática, foi o de Minas Gerais (9), seguido do Rio de Janeiro (8), dessa forma, a região do país que mais abordou as práticas experimentais com MBC foi a Sudeste, e a que menos desenvolveu trabalhos para esse simpósio foi a região Centro-Oeste, tendo apenas um trabalho publicado na edição XXIII (2019) pelo Estado do Goiás.

Assim, a metade dos Estados Brasileiros (Acre, Amapá, Amazonas, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Roraima, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe, Tocantins) não contribuíram para essa discussão por meio do evento neste recorte temporal, porém esta temática pode estar presente em eventos locais ou em outros meios de disseminação científica.

Os trabalhos sobre MBC inseridos no *corpus* são direcionados principalmente para o Ensino Médio, mas também foram identificados alguns que podem ser desenvolvidos no Ensino Fundamental e no Ensino Superior. Os objetivos são diversificados, por exemplo, proposta de material didático para construção e desenvolvimento em sala de aula, revisão teórica sobre a temática MBC, outros analisaram os resultados posteriores à aplicação da prática experimental com essa característica.

No que tange as áreas da Física associadas aos conteúdos curriculares abordados pelos artigos listados, destacam-se a mecânica, a ótica e a eletricidade, mas outros também são contemplados em um número menor, como astronomia.

Com relação à autoria, quase que em sua totalidade os trabalhos foram escritos por alunos e seus orientadores de universidades federais e institutos federais, alguns com propostas diretamente voltadas para o desenvolvimento em sala de aula por meio do PIBID. A Pontifícia Universidade Católica de Goiás foi a única instituição particular

presente no *corpus* da pesquisa, com um único trabalho na edição do ano de 2019.

A seguir, trazemos a análise dos artigos em formato de quadros e interpretações.

4.2 - Das unidades de significado às categorias finais

Os dados construídos e analisados à luz da ATD são apresentados em forma de quadros, numerados de 02 até 06. Estes quadros identificam as categorias iniciais e são seguidos dos metatextos que trazem a análise e as novas compreensões após a interpretação do *corpus* da pesquisa. A junção das compreensões explicitadas levam à apresentação das categorias que pretendem alcançar encaminhamentos para o problema de pesquisa.

Os quadros foram elaborados com três colunas, a primeira denominada de **Unidade de contexto**, que identifica o tema que se almejou encontrar no *corpus* da pesquisa, esse tema foi escolhido previamente (*a priori*) pelo pesquisador, pois possui relação com o problema e objetivo da pesquisa, ou seja, representa o que orientou o olhar sobre os dados, considerando que este olhar nunca é neutro. Alguns excertos dos artigos, na fala dos autores, estão descritos na segunda coluna identificada como **Unidades de significado** (na metodologia ATD, chamada também de unidades de sentido ou unidades de análise), estes trechos foram considerados na análise como associados à unidade de contexto. A última coluna, **Nome da unidade de significado**, representa as categorias iniciais que foram construídas a partir da compreensão das unidades de significado que compõem o *corpus*.

O primeiro nome de unidade de significado, ou categoria inicial, construída é denominada de **MBC se conceituam como: baixo custo e possuem fácil acesso**, dentro da unidade de contexto de Conceituação de MBC. O quadro 02 a seguir detalha os seus elementos.

Quadro 02 – Construindo as categorias pela conceituação de MBC

UNIDADE DE CONTEXTO	UNIDADES DE SIGNIFICADO	NOME DA UNIDADE DE SIGNIFICADO
<p>CONCEITUAÇÃO DE MBC</p>	<p>(S6, p. 8) O Columboscopio de baixo custo (CBC) pode ser usado ainda como recurso didático alternativo, na descoberta do sinal do corpo eletrizado e dos processos de eletrização sem, no entanto, desprezar os instrumentos profissionais, mas correspondendo a uma alternativa mais barata e acessível, [...].</p> <p>(S9, p. 1) [...] trazemos atividades experimentais para serem trabalhadas dentro da sala de aula com materiais de fácil acesso, principalmente pelos preços, se esquivando da necessidade de um espaço "exclusivo" para experimentos, como um laboratório e de equipamento sofisticados.</p> <p>(S12, p. 2) As atividades experimentais podem ser realizadas com material de fácil acesso e de baixo custo e dentro da sala de aula, sem a necessidade de implantação de um local específico com material sofisticado.</p> <p>(S14, p. 2) [...] podem ser categorizados, sob muitos aspectos, como materiais de baixo custo e fácil acesso.</p> <p>(S22, p. 1) [...] avaliar o desempenho dos alunos das escolas públicas ou escolas com poucos recursos, já que a construção dele foi feita com matérias de baixo custo e de fácil acesso.</p> <p>(S23, p. 1) Buscando a acessibilidade para os diversos públicos que estudam este conteúdo nas escolas, a experimentação é realizada com materiais baratos e comuns ao dia a dia dos alunos [...].</p>	<p>MBC se conceituam como: baixo custo e possuem fácil acesso.</p>

Fonte: dados da pesquisa

Os trechos dos artigos nos conduzem a identificação das principais características para a conceituação na visão do pesquisador: o fácil acesso e o baixo custo dos materiais envolvidos na prática experimental, como relatado por “As atividades experimentais podem ser realizadas com material de fácil acesso e de baixo custo e dentro da sala de aula, sem a necessidade de implantação de um local específico com material sofisticado” (S12, p. 2). Além disso, traz a prática experimental desenvolvida dentro da sala de aula sem a necessidade da estrutura do laboratório, que é uma das barreiras para a não utilização e desenvolvimento pelos professores (este elemento será aprofundado na sequência a partir de outros excertos).

Há também a relação desses MBC como sendo baratos e do uso cotidiano dos alunos, tornando-se, assim, materiais que os próprios alunos podem trazer para a sala de aula na elaboração da prática experimental, oportunizando uma maior quantidade de experimentos disponíveis, bem como o aluno participando ativamente do processo de construção e execução desta.

Essas duas conceituações dos MBC identificadas (baixo custo e fácil acesso) não são unívocas e nos remetem a indagações que, por vezes, trazem dificuldades de especificar elas mesmas: o que representa ser barato e de fácil acesso para os diferentes contextos educacionais brasileiros? Se pensarmos nos diversos contextos escolares do nosso país, quando o próprio professor define a prática experimental com a utilização de MBC, ele possivelmente está fazendo-o de acordo com a sua realidade e a de seus alunos, nesse contexto, pode ser que outro professor não consiga desenvolver a mesma prática ou então não concorda que ela é de fácil acesso e baixo custo, pois a realidade local tem suas particularidades e pode ser diferente.

Por outro lado, se a prática experimental está descrita no livro didático distribuído nacionalmente, e que diferentes realidades escolares irão utilizar (escolas do campo, urbanas e indígenas, etc.), esta conceituação se torna ainda mais complexa. Por exemplo, um arduíno poderá ser de fácil acesso em escolas de grandes centros urbanos, bem como o seu preço ser considerado baixo pela disponibilização no mercado próximo, mas nos outros contextos escolares isso pode não se aplicar, sendo necessário considerar deslocamentos e tempo de aquisição do material.

Dessa forma, as diversidades regionais e culturais fazem parte do contexto escolar incluindo o entendimento dos MBC, tornando-se um tema nada simples. A análise dos textos indicou que pouco se avança nestes acerca da reflexão sobre a conceituação de MBC e, em geral, os autores parecem supor que esta conceituação é amplamente conhecida e consensual. Ainda, pode-se afirmar que essa conceituação de MBC, como sendo de baixo custo e fácil acesso identificadas na pesquisa, tem relação com a definição utilizada há algumas décadas passadas, proposta por Wisniewski (1990), como sendo simples, barato e de fácil aquisição. Reforçando, assim, que a sua conceituação ainda continua para os dias atuais.

A segunda unidade de contexto é denominada como Caracterizações de MBC, a partir da qual a categoria inicial construída (nome da unidade de significado) foi: **As principais características de MBC: acessível, simples, reciclados ou didaticamente reconhecidos**. Esta tem interfaces com a categoria inicial anterior,

mostrando o vínculo entre a conceituação e caracterização dos MBC. Essa proximidade construída é encontrada nos trechos de diversos artigos.

Quadro 03 – Construindo as categorias pela caracterização de MBC

UNIDADE DE CONTEXTO	UNIDADES DE SIGNIFICADO	NOME DA UNIDADE DE SIGNIFICADO
CARACTERIZAÇÕES DE MBC	<p>(S3, p. 1) [...] esse artigo tem como objetivo promover a ideia da produção de laboratórios de Física com instrumentos construídos a partir de materiais de baixo custo ou ainda mesmo reciclados.</p> <p>(S5, p. 3) Vale enfatizar que o dispositivo foi construído com materiais de fácil aquisição e de baixo custo.</p> <p>(S6, p. 1) Este artigo propõe a construção e a validação de um instrumento eletrônico denominado Coulomboscópio de Baixo Custo (CBC), aliando a simplicidade e o baixo custo, o que o torna mais simples e barato do que aqueles que se encontram no mercado. A construção do CBC, com os componentes listados na figura 5, tem custo em torno de R\$14,90.</p> <p>(S8, p. 1) Trata-se de uma abordagem experimental, acessível e factível, facilmente ajustável à realidade de uma escola pública uma vez que se utiliza de materiais de baixo custo e softwares livres e exige pouco tempo para sua aplicação.</p> <p>(S9, p. 1) Este trabalho apresenta uma proposta didática iniciada no subprojeto PIBID/UFRJ-Física, para temas de Mecânica da Física do Ensino Médio, com experimentos de baixo custo e fácil acesso.</p> <p>(S13, p. 2) [...] propomos neste artigo um artefato simples e de baixo custo para a análise do movimento real e relativo dos planetas e, portanto, para dar maior clareza na exposição do assunto, e, conseqüentemente, maior grau de assimilação por parte dos alunos.</p> <p>(S17, p. 2) Neste trabalho, sugerimos um experimento simples e de baixo custo, utilizando a placa Arduino Uno, sensores e um tubo de pvc, para o estudo da aceleração da gravidade local.</p> <p>(S19, p. 1) O objetivo foi demonstrar como um experimento simples e de baixo custo, estudado através de vídeo-análise pode ser útil para explorar vários conceitos estudados na Física [...].</p> <p>(S20, p. 1) Na presente proposta descrevemos a construção de um forno solar com materiais recicláveis e de fácil acesso à população.</p> <p>(S26, p. 2) [...] a introdução desta experimentação</p>	<p>As principais características de MBC: acessível, simples, reciclados ou didaticamente reconhecidos.</p>

	<p>como metodologia de ensino [5] levou a resultados satisfatórios, demonstrando que é possível construir um equipamento experimental com materiais de fácil acesso e com alto nível de precisão.</p> <p>(S28, p. 4) Este método experimental de baixo custo revelou-se simples, preciso e acurado.</p> <p>(S30, p. 1) Como diferencial, a utilização do microcontrolador Arduino se apresenta como alternativa simples e de baixo custo, em comparação com os altos custos embutidos em uma experimentação remota tradicional.</p> <p>(S9, p. 7) [...] usaram a linguagem da Ciência, fizeram relação com o cotidiano e chegaram às soluções dos problemas, isto é os alunos fizeram Ciência e foi dentro da sala de aula.</p> <p>(S35, p. 3) O experimento proposto usa materiais de baixo custo e instrumentos de medida presentes na grande maioria dos laboratórios de ensino, [...].</p>	
--	--	--

Fonte: dados da pesquisa

Os trechos dos artigos identificados S3 (p. 1) e S20 (p. 1) caracterizam os MBC como materiais recicláveis porque podem ser facilmente encontrados no dia a dia dos alunos e também mantêm como atributo o baixo custo para aquisição de materiais que necessitem ser comprados.

A partir da análise, trazemos para discussão a diferenciação entre MBC recicláveis ou caseiros e MBC tradicionalmente utilizados e didaticamente reconhecidos no ensino de Ciências/Física, a exemplo de conectores de garra jacaré, *lasers*, ímãs, lâmpadas, multímetro simples, arduíno, trenas, entre diversos outros.

No que diz respeito aos MBC terem como característica materiais recicláveis, que também podem viabilizar práticas experimentais de valor para a aprendizagem, deve-se ter atenção adicional à sua utilização, pois a visualização pretendida do fenômeno pode necessitar considerar parâmetros complementares não passíveis de desconsiderar, a coleta de dados pode ser comprometida pelas limitações na medida em que a margem de erro se torna muito grande, além da atenção voltada para a segurança ao se construir estruturas instáveis. Estas características estão presentes em todos os modelos de material experimental, mas chamamos atenção aqui para os materiais recicláveis ou descartáveis, onde estes podem se intensificar.

Na análise dos textos do *corpus*, identificamos a ausência da discussão teórica a respeito das características do MBC utilizado, mostrando abordagem superficial acerca das limitações que tais características trazem ao ensino e à aprendizagem,

enaltecendo, em geral, os elementos promissores à aquisição do conhecimento. Resumidamente, salientamos que o uso adequado deste tipo de material exige ainda mais conhecimento teórico-prático do professor, elemento já destacado como insuficiente pelos referenciais teóricos da experimentação.

Nesse sentido, Carvalho e Sasseron (2018) abordam que a formação do futuro docente tem que passar pelo contato direto com os ambientes escolares da sua realidade, trazendo a proximidade como aliada para o alinhamento do planejamento e de novas ferramentas para a educação escolar.

Identificamos no *corpus* outras questões controversas, a exemplo do exposto pelos autores identificados como S9, que, em sua proposta de trabalho, expõe que os materiais se caracterizam como baixo custo e de fácil acesso, oportunizando assim aos alunos “[...] relação com o cotidiano e chegaram às soluções dos problemas, isto é, os alunos fizeram Ciência e foi dentro da sala de aula” (p. 7). Esta última afirmação, de que é possível fazer Ciência com MBC, pode reforçar nos alunos uma compreensão de Ciência um pouco deturpada, pois, como evidenciam os autores Axt e Moreira (1991), a Ciência não é feita de materiais recicláveis, é necessário, muitas vezes, tecnologia de ponta ou até mesmo sua construção para que haja continuidade em sua sua elaboração, além do que, “O mínimo exigido para um bom ensino de Ciências já não será considerado de baixo custo dentro dos parâmetros da nossa realidade escolar” (AXT; MOREIRA, 1991, p. 4).

Portanto, os MBC, tendo as características elencadas acima, podem, por um lado, auxiliar a suprir uma necessidade que é a falta de práticas experimentais em sala de aula, democratizando o acesso para aqueles que estudam em escolas em que o financiamento é mínimo, mas, ao mesmo tempo, podem estar disseminando uma ideia de Ciência que pouco condiz com a sua realidade. Conforme Axt e Moreira (1991), estamos nos acostumando com uma educação cada vez mais empobrecida. Se buscamos um ensino de qualidade, além da alternativa dos MBC com diferentes caracterizações, também desejamos ter em nossas realidades educacionais ferramentas e materiais estruturados em que os riscos são menores, os desvios são minimizados e a qualidade dos dados seja maior, elementos positivamente atuantes na aprendizagem.

A terceira categoria inicial (nome da unidade de significado) construída dentro da unidade de contexto Iniciativa de Implementação é: **Proposição da prática experimental com MBC desenvolvidas sem laboratório: cursos, oficinas,**

projetos, propostas didáticas... almejando superação de aulas tradicionais. Esta se caracteriza na localização de diversos trechos dos autores em que as práticas experimentais utilizando os MBC não necessitam de um ambiente específico, por exemplo, o laboratório.

Quadro 04 – Construindo as categorias pelas iniciativas de implementação associadas ao MBC

UNIDADE DE CONTEXTO	UNIDADES DE SIGNIFICADO	NOME DA UNIDADE DE SIGNIFICADO
INICIATIVA DE IMPLEMENTAÇÃO	<p>(S2, p. 1) Esta pesquisa tem caráter predominantemente qualitativo e ocorreu a partir da realização de minicurso em duas etapas: [...].</p> <p>(S3, p. 1) [...] um experimento construído a partir de materiais de baixo custo, podendo assim suprir a necessidade dos laboratórios de Física e facilitar no processo de ensino-aprendizagem.</p> <p>(S9, p. 1) Este trabalho apresenta uma proposta didática iniciada no subprojeto PIBID/UFRJFísica, para temas de Mecânica da Física do Ensino Médio, com experimentos de baixo custo e fácil acesso, que foram feitos para serem trabalhados dentro da sala de aula com os alunos divididos em grupo.</p> <p>(S10, p. 2) A oficina de experimentos de física com materiais de baixo custo é uma boa oportunidade para transpor aulas tradicionais, em busca da inovação do conhecimento.</p> <p>(S11 p. 2) [...] vários pesquisadores e professores passaram a produzir os chamados “experimentos de baixo custo”, que constituiriam uma alternativa à falta de equipamentos.</p> <p>(S16 p. 1) Elaborar atividades experimentais de baixo custo e demonstrar que não é necessário um laboratório fixo para se trabalhar com atividades experimentais.</p> <p>(S22, p. 1) Os experimentos podem ser realizados pelos próprios alunos, assim como a construção, instiga aos mesmos à busca pela investigação permitindo-os construir o próprio conhecimento.</p> <p>(S27, p. 2) A título de exemplo, o conhecimento da estudante enquanto futura engenheira, dentro das discussões sobre a proposta, permitiram perceber que o projeto de ensino poderia ser tratado também como um protótipo de produto de baixo custo, com apelo econômico, ambiental e de aplicação direta da tecnologia IoT.</p> <p>(S30, p. 1) Neste contexto, desenvolvemos um</p>	<p>Proposição da prática experimental com MBC desenvolvidas sem laboratório: cursos, oficinas, projetos, propostas didáticas... almejando superação de aulas tradicionais</p>

	Laboratório remoto para as atividades experimentais de Circuitos Elétricos. Denomina-se Rlab – Laboratório Remoto de Circuitos Elétricos.	
--	---	--

Fonte: dados da pesquisa

As propostas descritas pelos autores envolvem os próprios alunos, bem como a instituição de ensino na qual estudam, ampliados com projetos que advêm das universidades. Assim, as proposições abarcaram minicursos, oficinas, propostas didáticas, projetos de ensino, laboratório remoto, entre outras. Kawamura e Hosoume (2003) evidenciam a amplitude de projetos e assinalam sua importância, pois contribuem não só para a formação dos licenciandos, professores em formação, mas também promovem a interação entre escola e a universidade, interação que deve fazer parte para o desenvolvimento dos jovens, abordando valores entre as instituições e a solidificação da ética entre ambos, já que a educação não envolve somente questões voltadas para ensinar conteúdos.

Além dessas propostas abordarem alguns temas específicos, como pode ser observado no S9 e S30 no conteúdo de circuitos elétricos e mecânica, também são ampliados para projetos já consolidados e duradouros atuantes na formação de futuros profissionais da área da educação, como o PIBID (S9), auxiliando na formação profissional destes que escolheram seguir pela carreira docente.

Dentro das diversas proposições apresentadas, destaca-se a abordagem e que as aulas experimentais podem ser executadas dentro da sala de aula pelo professor e os experimentos construídos pelos próprios alunos, fazendo, assim, um maior contato dos alunos com a proposta da atividade e auxiliando no processo ensino e aprendizagem, como relata S3 (p. 1), “[...] um experimento construído a partir de materiais de baixo custo, podendo assim suprir a necessidade dos laboratórios de Física e facilitar no processo de ensino-aprendizagem”.

O espaço estrutural do laboratório didático é discutido por Deitos (2017, 2022), que analisa a arquitetura escolar em consonância com a experimentação e indica, por um lado, a ausência do laboratório em muitas instituições de Educação Básica e, por outro, a sua inadequação para diferentes faixas etárias dos alunos e para a execução de atividades experimentais que propõe a ação conjunta e interação ampla entre os alunos. Deitos (2022) analisa os discursos de professores pesquisadores e professores da Educação Básica sobre a necessidade do espaço específico do laboratório e aponta que este espaço, ainda que de grande valia para a construção e

desenvolvimento da aprendizagem, não é condição *sine qua non* para a execução de práticas experimentais. A autora ressalta que isto não representa a isenção da necessidade de financiamento do estado para a organização destes espaços nem que 'qualquer espaço' é adequado. Para Deitos (2022), as práticas experimentais necessitam de espaço planejado, mas este não se resume apenas ao laboratório didático.

Segundo os textos analisados, os MBC também auxiliam para a não reprodução de aulas tradicionais, sendo uma alternativa para esta mudança no contexto da sala de aula e para a falta de equipamentos, sejam ausentes ou danificados, no cotidiano escolar, adequando-se às diversas formas de realizar uma prática experimental e também aos objetivos propostos pelo professor.

Reforçando a ideia acima, Sere, Saraiva e Kipper (2012) relatam que a experimentação auxilia na superação das aulas tradicionais comuns em nosso cenário nacional, ajudando os alunos a relacionar a teoria e os fenômenos estudados de forma abstrata com o contexto mediante a prática, observando, manuseando e até mesmo construindo a prática experimental. Assim, oportuniza também ao professor a diversificar suas metodologias na abordagem dos conteúdos, tornando o ensino mais atualizado e levando a percepção que a Ciência/Física está entrelaçada ao cotidiano.

Os MBC são uma alternativa para desenvolvimento das práticas experimentais desde a realidade escolar, na qual o espaço físico do laboratório está presente, até a que não tem laboratório, fazendo, assim, com que as práticas experimentais estejam presentes no desenvolvimento do aluno, estabelecendo relações mais próximas entre aluno-aluno e aluno-professor e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem. Destacamos, nesse momento, que ambos os movimentos, laboratório didático planejado e atividades com MBC são importantes para o contexto educativo.

Pensando nos investimentos em educação pública em nosso país seria de vital importância que uma parte dos exíguos recursos fossem efetivamente destinados à melhoria de infraestrutura de laboratórios, aquisição de *kits* experimentais, cursos de formação continuada, entre outras iniciativas, porém, o que vem acontecendo nos últimos anos é uma diminuição de recursos destinados à área da educação em todos os níveis de ensino. Segundo Acate (2019), o Governo Federal no ano de 2018 destinou para o Ministério da Educação um valor 40% menor comparado com 2017, totalizando R\$ 3,2 bilhões de reais, valor que, para os próximos anos, deve ser ainda menor.

A educação em instituições particulares não fica muito distante em nível de dificuldades no quesito das práticas experimentais. Muitas vezes, os centros de ensino possuem uma boa estrutura geral, mas insuficiente em materiais de experimentação, ficando sob encargo dos professores a responsabilidade de encontrar materiais para realizarem práticas experimentais, em grande maioria demonstrativas. Mesmo que sejam instituições privadas, elas não necessariamente superam os problemas com relação à execução das práticas experimentais, pois as dificuldades/barreiras do ensino desta podem se configurar as mesmas do ensino público, inclusive no que diz respeito à formação inicial e continuada do professor.

Frente a essa realidade, os MBC, como alternativa para as práticas experimentais, se fazem presentes também em instituições privadas e são de grande importância no contexto educacional, pois podem incluir propostas e atividades que contribuem no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

A seguir discute-se a temática das dificuldades e limites das práticas experimentais, incluindo abordagens que colaboram para a não execução destas pelo professor. Assim, a próxima categoria inicial (nome da unidade de significado) é denominada: **Falta de estrutura e material, excessivo número de alunos e desvalorização do professor**, mostrando que os problemas e defasagens no contexto educacional nacional, que já são conhecidos e intensamente abordados na literatura, ainda persistem, segundo os artigos analisados, e continuam se agravando.

Quadro 05 – Construindo as categorias pelas dificuldades e limites da prática experimental

UNIDADE DE CONTEXTO	UNIDADES DE SIGNIFICADO	NOME DA UNIDADE DE SIGNIFICADO
DIFICULDADES E LIMITES DA PRÁTICA EXPERIMENTAL	(S1, p. 8) Note que o custo mais alto é dos instrumentos de medida (multímetro e tacômetro digital). (S3, p 1) [...] os professores de Física enfrentam grandes obstáculos para a aplicação das aulas experimentais, salientando a inexistência de laboratórios de Física na maioria das escolas da região. (S4, p. 6) Por falta de materiais. Não há espaço disponível, as salas de aulas não têm estrutura para que os alunos possam se movimentar, são 47 alunos.	

	<p>(S11, p. 1) [...] pesquisadores e professores têm se dedicado ao desenvolvimento de sistemas de aquisição automática de dados para experimentos, de baixo custo. No entanto esses sistemas continuam inacessíveis a grande parte dos professores que têm pouca, ou nenhuma, experiência com eletrônica e programação.</p> <p>(S15, p. 1) [...] em que o investimento escasso na educação pode acabar se tornando uma barreira para o desenvolvimento do ensino, seja pelo descaso com a estrutura escolar, ou pela falta de estímulo causada pela desvalorização do professor.</p> <p>(S17, p. 1) A mais importante delas é o alto custo de kits didáticos e softwares para aulas práticas, o que torna difícil a aquisição desses produtos por parte de instituições.</p> <p>(S29, p. 3) A experimentação quando subsidiada de MBC, é defendida como um catalisador ou um facilitador da aprendizagem na tentativa de potencializar o interesse pelo conhecimento científico, fazendo com que a falta de estrutura não seja um impedimento para a aprendizagem via práticas experimentais nas aulas de Física.</p>	<p>Falta de estrutura e material, excessivo número de alunos e desvalorização do professor.</p>
--	--	---

Fonte: dados da pesquisa

Os excertos enaltecem a falta de atenção necessária por parte do Estado, como a carência de investimentos na formação dos próprios professores, como relata “No entanto esses sistemas continuam inacessíveis a grande parte dos professores que têm pouca, ou nenhuma, experiência com eletrônica e programação” (S11, p. 1).

Os relatos identificados permitem perceber que o cenário educacional ainda carece de mais atenção, de investimentos tanto em estrutura, contratação de profissionais quanto em formação continuada. A formação carente prejudica, inclusive, os poucos projetos implementados pelo Estado, pois muitos profissionais não foram formados na área em que estão atuando (MALACARNE, 2007) ou não tem formação para trabalhar com determinados equipamentos, materiais e tecnologias que estão em constantes mudanças. Por consequência, “[...] o investimento escasso na educação pode acabar se tornando uma barreira para o desenvolvimento do ensino, seja pelo descaso com a estrutura escolar, ou pela falta de estímulo causada pela desvalorização do professor” (S15, p. 1).

Portanto, cabe ao Estado estimular e proporcionar as devidas condições de trabalho e formações necessárias para que o professor, consiga desenvolver práticas experimentais, mesmo que o cenário não disponha de um ambiente adequado de

forma idealizada, além de auxiliar nas condições de trabalho para que o professor tenha vontade e interesse em buscar alternativas para as aulas tradicionais comumente presentes, sendo a prática experimental, caracterizada com MBC, uma alternativa.

Para além das dificuldades acima expressas e já conhecidas em sua maioria, a partir dos referenciais teóricos da experimentação, cabe avançarmos na análise em direção à abordagem sobre as dificuldades e limites impostos pelos MBC em busca de um olhar crítico sobre seu uso. Nesse sentido, os artigos que compõem o *corpus* foram retomados na perspectiva de alcançar excertos que mostrassem a visão dos autores sobre tal elemento.

Entretanto, não foi possível identificar trechos nos artigos dos autores que compõem o *corpus* da pesquisa relativos a este tema. Tal constatação também deve ser levada em consideração, porque mostra que a alternativa da utilização dos MBC, para os autores, parece ter sido suficiente para os objetivos definidos por estes. Contudo, e ainda que concordemos com Oliveira e Souza (2018, p. 8): “A realização de aulas experimentais utilizando materiais caseiros de baixo custo e fácil acesso associadas às aulas tradicionais, auxiliam na conquista de novos conhecimentos de maneira simples, descontraída e produtiva” [...], compreendemos que estes materiais alternativos têm as suas especificidades e limitações e a elaboração de um olhar de maior criticidade, indicando os benefícios e vantagens, mas também, onde estes não são efetivos, onde eles não colaboram, onde há falhas e equívocos, não há colaboração, inclusive, para que se avance no uso desses materiais. Apontar as limitações de uso destes materiais não representa a defesa pelo não uso, pelo contrário, almeja alcançar uma adoção mais criteriosa pelo professor e resultados mais amplos de aprendizagem dos alunos, fortalecendo a inserção dos MBC no contexto escolar.

A ausência, nos textos analisados, da visão crítica que aponte limites e dificuldades do uso dos MBC é sem dúvida uma lacuna a ser superada.

Finalizando as categorias iniciais, apresentamos a construída com a unidade de contexto Contribuições ao ensino e aprendizagem, identificada como: **Potencializa o processo de ensino e aprendizagem, além de promover aulas experimentais atrativas e enriquecedores.**

Quadro 06 – Construindo as categorias pelas contribuições dos MBC ao ensino e aprendizagem

UNIDADE DE CONTEXTO	UNIDADES DE SIGNIFICADO	NOME DA UNIDADE DE SIGNIFICADO
CONTRIBUIÇÕES AO ENSINO E APRENDIZAGEM	<p>(S1, p. 8) Assim foi demonstrado na prática o conceito da conservação de energia com experimentos usando objetos de baixo custo.</p> <p>(S3, p. 2) [...] a partir de materiais de baixo custo e reciclados que possam suprir a necessidade de escolas públicas que não possuem laboratório de Física, podendo assim, facilitar o processo de ensino e aprendizagem e promover a importância das aulas experimentais.</p> <p>(S4, p. 4) Verificou-se que o uso da experimentação nas aulas de Astronomia é de grande importância, tanto para atrair a atenção dos alunos, quanto para melhorar o ensino e aprendizagem.</p> <p>(S6, p. 8) A utilização do CBC pode representar uma alternativa inovadora à prática pedagógica do professor, auxiliando na motivação do estudante no processo educacional e possibilitando aprimorar a sua aprendizagem.</p> <p>(S7, p. 8) O ensino de ondas com o uso destes materiais manipulativos e de baixo custo e através da contextualização ajudou no processo de aprendizagem dos estudantes desta turma de EJA.</p> <p>(S18, p. 2) [...] pode se observar que é possível a estruturação de um laboratório com a utilização de materiais de baixo custo, tornando a experimentação de simples acesso e execução, o que acarreta em uma melhor compreensão por parte dos estudantes.</p> <p>(S21, p. 7) O desenvolvimento do multicronômetro é viável, pois, além de utilizar equipamentos de baixo custo e acessíveis, auxilia em diversas análises físicas.</p> <p>(S24, p. 5) [...] elaborar projetos a serem implementados na piscicultura com o objetivo de realizar a mensuração dos parâmetros físicos e químicos da água, já que a placa Arduino permite a construção de sensores de baixo custo, enquanto os aparelhos convencionais utilizados na aquicultura possuem um elevado custo.</p> <p>(S25, p. 5) Dessa forma, contextualizar “problemas históricos” com conteúdos discutidos em sala de aula, utilizando materiais de baixo custo, poderá potencializar o interesse dos alunos pelas Ciências Naturais motivando a aprendizagem em Física.</p> <p>(S31, p. 5) O fato de aprenderem a confeccionar</p>	<p>Potencializa o processo de ensino e aprendizagem, além de promover aulas experimentais atrativas e enriquecedoras.</p>

	<p>experimentos de baixo custo e perceberem a relevância dos mesmos nas aulas de Física e Ciências Naturais também foi uma importante contribuição, uma vez que terão grandes chances de trabalharem em escolas sem laboratórios, além do fato de que os experimentos tornam as aulas mais atrativas e enriquecedoras.</p> <p>(S32, p. 3) Entendemos que esse produto educacional pode ser uma boa solução de baixo custo para proporcionar ao professor uma maior motivação em sala de aula, [...].</p> <p>(S33, p. 4) Com base nos conceitos de Física, esta sonda espacial de baixo custo, pode ser utilizada para aprendizagem de conteúdos de mecânica.</p> <p>(S34, p. 1) Com o intuito de levar aos alunos um aparato de baixo custo que permita a verificação do fenômeno da variação de pressão, podendo assim discorrer com eles sobre as variáveis envolvidas no fenômeno, [...].</p>	
--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, destacamos no quadro 06 acima, os excertos que mostram que, para os autores, as práticas experimentais que se caracterizam com MBC, auxiliam no processo de ensino e aprendizagem e se tornam uma prática que potencializa a construção do conhecimento. Assim, os MBC chegam à escola motivados pela ausência de estrutura e materiais, entretanto, alcançam objetivos que vão além disto e justificam sua presença, mesmo quando a escola possui laboratório didático e materiais estruturados.

Nos artigos S4, S18, S24 e S25, os autores relataram que essa prática experimental acarreta melhor entendimento de análises físicas, as aulas se tornam mais atrativas, é possível identificar e visualizar os conceitos e fenômenos aproximando teoria e prática, assim desenvolvem e aprimoram a aprendizagem trazendo contribuições para que o processo ensino e aprendizagem aconteça.

Ademais, “Entendemos que esse produto educacional pode ser uma boa solução de baixo custo para proporcionar ao professor uma maior motivação em sala de aula, [...]” (S31, p. 3). Sendo assim, os MBC são considerados uma alternativa enriquecedora para as práticas experimentais, seja uma ferramenta que ampara o professor de Ciências/Física a superar diversas barreiras durante as aulas na sua realidade escolar, contribuindo para interações em grupo em sala de aula, oportunizando a presença mais ampla da experimentação no contexto escolar

cotidiano.

Retomando o nosso problema de pesquisa resumido na questão: “O que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física?”, agora de forma associada aos dados construídos unido às interpretações, chegamos a um conjunto de nove categorias finais que congregam os resultados centrais oriundos das análises e nos remetem a respostas para o problema:

Quadro 07 – Categorias finais

CATEGORIAS FINAIS
1 - Democratização do acesso às práticas experimentais;
2 - Diversificação do espaço escolar destinado à prática experimental;
3 - Necessidade de financiamento da educação;
4 - Superação de aulas tradicionais;
5 - Motivação do aluno;
6 - Risco na construção da visão de Ciência do aluno;
7 - Superficialidade da abordagem dos tipos de materiais e limites de uso;
8 - Limitações da reflexão crítica sobre as definições;
9 - Relevância da formação docente inicial e continuada.

Fonte: do autor

Os dados nos levaram a algumas interpretações sobre o que os artigos analisados nos mostram referentes à inserção dos MBC no ensino de Ciências/Física. Como primeira categoria, destacamos a atuação da presença dos MBC na escola pela democratização do acesso às práticas experimentais na medida em que alunos de escolas públicas (municipais, estaduais, federais), com ou sem financiamento, privadas, escolas do campo, urbanas ou de distintos contextos e integradas por comunidades de distintas classes sociais, podem ter acesso a aulas práticas experimentais, sem necessidade de aguardar alocação de recurso financeiro.

A categoria relativa à diversificação do espaço escolar destinado à prática experimental trata da retirada do foco unicamente no espaço físico do laboratório escolar, podendo as práticas experimentais com MBC serem trabalhadas em outros espaços escolares, como a própria sala de aula.

A categoria seguinte, referente ao financiamento da educação, visa destacar

que o uso de MBC não representa a desobrigação do Estado na destinação de recursos para, por exemplo, laboratórios didáticos estruturados, à medida que os objetivos de aula com um ou outro tipo de material não se sobrepõe e ambos os perfis de práticas experimentais são importantes para a aprendizagem dos alunos, ou então, a melhoria das condições de trabalho do professor, que por vezes esta sufocado com atividades extras.

O melhor financiamento da educação que envolve o contexto escolar, destacado nesta categoria, não se limita a investimentos em materiais para as práticas experimentais, a estruturas adequadas, a manutenção destas, mas abrange a valorização do professor, dando amparo a sua carreira profissional, a carga horária condizente com suas ações para além dos momentos de aula, a formação permanente em que este seja participante, ativo, bem como a fixação deste profissional na escola viabilizando sua ação em projetos a médio e longo prazo. São ações que fazem a diferença para o avanço do processo de ensino e aprendizagem.

A quarta categoria enaltece a atuação da presença dos MBC nas escolas para a superação das aulas tradicionais, pois, em geral, seu uso é associado a uma interação maior entre alunos e destes com o professor, dando maior liberdade de discussão sobre os temas.

A quinta categoria aborda um elemento bastante ressaltado nos artigos analisados e que fala de gerar no aluno motivação a partir das práticas experimentais com os MBC. Ressaltamos aqui a importância não da motivação por si só, mas da sua atuação a favor da aprendizagem.

A sexta categoria trata do risco de as atividades práticas com MBC levar o aluno a uma percepção de que a ciência pode ser produzida sem investimentos financeiros amplos. Para evitar tal risco, é importante que o professor insira reflexões críticas nas práticas experimentais sobre o processo de desenvolvimento da Ciência.

A categoria denominada superficialidade da abordagem dos tipos de materiais e limites de uso traz para discussão as lacunas nas produções teóricas analisadas referentes à pouca reflexão acerca dos tipos de material, sendo ele reciclado ou já tradicionalmente utilizado em aulas práticas, e sua influência em distintos objetivos de aula e modelos de planejamento. As limitações que os MBC trazem em distintas situações de aula também são pouco explorados nas produções.

Nossa literatura é vasta de trabalhos que enaltecem as contribuições das práticas experimentais para o processo de ensino e aprendizagem nas escolas de

Educação Básica, porém, ainda é notório que estas são pouco utilizadas em sala de aula ou nos laboratórios, o que traz à tona a necessidade de reflexões adicionais sobre os motivadores, assim, temos como hipóteses algumas dificuldades que os professores enfrentam para realizá-las, como tempo para o planejamento e coleta destes materiais. O *corpus* analisado traz poucos indicativos para esta reflexão, visto que não explora as dificuldades e limites do uso dos MBC.

A oitava categoria se coloca em torno das conceituações limitadas de MBC expressas nos textos analisados, que parecem supor uma homogenização da ideia sobre 'baixo custo' e 'fácil acesso' e colocam esta enquanto oposição ao material típico de laboratório estruturado. Tal conceituação limitada parece desconsiderar que 'baixo custo' e 'fácil acesso' dependem do contexto local em que a escola se insere.

A análise do *corpus* da pesquisa ressaltou alguns cuidados com as caracterizações do termo MBC, evidenciando que os diversos contextos escolares nacionais podem fazer a compreensão da prática experimental com significados diferentes, devido às suas realidades e culturas desiguais. Dessa forma, acabam comprometendo ou dificultando a compreensão do que realmente são os MBC.

No conjunto das reflexões, destacamos, entre outros elementos, que se mantém ainda as carências já abordadas há décadas no campo da experimentação, no que se refere a inúmeros recursos, tanto estruturas físicas incompletas quanto de profissionais capacitados e novos incentivos para a formação continuada, entre outros.

Assim, a nona categoria destaca a importância da formação docente inicial e continuada para viabilização de planejamentos de aula com MBC, na medida em que a atuação do aluno na construção, a diversidade de parâmetros envolvidos na análise de fenômenos, os desvios e limitações dos materiais necessitam ser consideradas e demandam conhecimentos adicionais do professor. Certamente que a relevância da formação docente não se limita às ações com MBC que configuram o problema de pesquisa aqui analisado. Também destaca-se a importância dos modelos de formação desenvolvidos que, diferente de cursos pontuais propostos e financiados por atores distantes do cotidiano escolar, necessitam valorizar a participação efetiva dos próprios professores que já estão inseridos em sala de aula, pela proposição de temáticas, exploração dos contextos vividos, compartilhamento de experiências, desenvolvimento conjunto de planejamentos e replanejamentos amparados em estudos de referenciais. Isto fortalece a prática do professor, além de contribuir para

a reconstrução de seus conhecimentos acerca do contexto escolar e alternativas para o desenvolvimento da aula.

Também estamos cientes de que a formação inicial do professor de Ciências/Física ou áreas afins não o prepara integralmente para atuação com MBC, visto que, durante a formação inicial, pode ser que o professor tenha ao seu alcance laboratórios estruturados nas instituições de ensino superior, dando conta das suas necessidades para que a prática experimental aconteça. Por vezes, nem tendo o contato com a alternativa de MBC, já que dispunha de estrutura, técnico, materiais adequados, etc, acarretando uma não proximidade da prática em sua formação com a sua realidade nas escolas.

De forma adicional, há também, no ensino superior, situações de contato insuficiente com a perspectiva epistemológica da Ciência, com potencial de dar sustentação ampla para as ações didáticas, ou mesmo contato limitado com o modelo de laboratório estruturado, em função das metodologias presenciadas.

[...] para realizar atividades experimentais o professor de Ciências necessita conhecimentos técnicos prévios e estar apto a manipular diversos tipos de vidrarias, equipamentos, reagentes, substâncias tóxicas e contaminantes. Sabe-se que muitos na graduação, nem sempre foram adequadamente preparados para exercer atividades em laboratório, já que muitas vezes apenas participou das aulas práticas de forma passiva. (KOVALICZN; BUENO, 2008, p. 6).

Outra questão para a dificuldade da elaboração de práticas experimentais com MBC são aqueles professores que ministram aulas de Ciências/Física, mas não possuem formação nesta área, o que acaba comprometendo ainda mais a inserção nas aulas, pois o professor pode ter inseguranças adicionais em realizar esta atividade.

A prática experimental, sendo ela com MBC ou não, envolve diversos outros fatores que a influenciam na sua elaboração, mas, apesar disso, temos que nos empenhar a desenvolver nossas experiências, pois há muito o que contribuir para a compreensão do novo, portanto entender o que nos cerca é fundamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dialogamos, durante as páginas iniciais dessa Dissertação, acerca do início das práticas experimentais no contexto escolar em nosso país, as quais foram inicialmente desenvolvidas por outros países que contribuíram e ainda contribuem para o crescimento e inclusão delas nos diversos níveis de ensino e instituições educacionais no cenário nacional. Foi de suma importância o surgimento de projetos para que a prática experimental tivesse o reconhecimento que hoje tem, mas que ainda necessita alcançar maior presença nas salas de aulas.

A importância das práticas experimentais no Ensino de Ciências/Física são mencionadas em nossa literatura em diversos periódicos, encontros, simpósios, etc. Dessa forma, temos registros de como desenvolvê-las e também como elas podem fazer a diferença nas aulas em que o professor consegue desenvolver alguma atividade prática, fazendo, assim, com que as aulas tradicionais ganhem um novo formato, oportunizando aos alunos a compreensão de conhecimentos do seu dia a dia, tornando o ensino e aprendizagem mais frutíferos.

Nas duas décadas iniciais do século XXI, observamos que as poucas iniciativas do Estado, e de alguns professores, mostram que o ensino com práticas experimentais carece de maiores investimentos, como projetos duradouros que possam auxiliar na formação de uma cultura científica sólida em nosso país. Tais aspectos poderiam trazer benefícios para a sociedade como um todo, em que as pessoas poderão ser mais capacitadas a discutir aspectos da ciência e entenderem diversos processos que acontecem no seu cotidiano.

Algumas das barreiras à implementação das práticas experimentais podem ser superadas por meio da formação continuada de professores, que favoreceria, inclusive, a utilização de MBC, pois, como vimos, estes materiais estão mais acessíveis e podem se caracterizar como uma ferramenta potencializadora, oportunizando que as práticas experimentais estejam presentes com maior frequência em sala de aula.

A formação inicial é de suma importância para o contato do profissional com as práticas experimentais e as epistemologias contemporâneas, viabilizando serem incluídas posteriormente nas aulas. A formação inicial atua como âncora preparatória para o contato inicial com esta atividade, com materiais viáveis, familiarização com o

espaço do laboratório ou sua ausência, com cuidados procedimentais, além de oportunizar a vivência do futuro professor com diferentes metodologias adequadas à cada contexto.

A formação continuada, por sua vez, é também essencial e pode contribuir para a preparação, integrando conteúdos, metodologias e reflexões sobre e a partir das experiências vividas pelo professor em sala de aula. Esta, algumas vezes, ocupa a função de formação inicial nos casos em que o professor das disciplinas de Ciências (Biologia, Física, Química) não possui formação inicial específica.

A coleta de dados da pesquisa se desenvolveu com a busca do termo “baixo custo” nos anais das três últimas edições do Simpósio Nacional de Ensino de Física, sendo elas XXII (2017), XXIII (2019) e XXIV (2021), formando um *corpus* de 35 artigos que foram lidos completamente e analisados em aproximação à proposta da metodologia escrita por Moraes e Galiazzi (2016) – Análise Textual Discursiva.

A exploração do *corpus* almejou revelar os sentidos produzidos sobre as práticas experimentais que se caracterizam por seus autores como sendo de baixo custo. Estes sentidos foram identificados por meio das conceituações dos MBC nos artigos, por exemplo, a caracterização destes materiais expostos pelos autores, o perfil da implementação das práticas experimentais com MBC dentro do ambiente escolar, as dificuldades e os limites expostos pelos autores com estes materiais e as contribuições junto ao processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, buscaram-se encaminhamentos para o objetivo da pesquisa: aprofundar a compreensão sobre o tema das práticas experimentais com a alternativa de uso de Materiais de Baixo Custo (MBC) no ensino de Ciências/Física, guiados por desconfortos gerados pelo discurso de que as atividades práticas com MBC são realmente uma alternativa valiosa para o ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que se observa que são raramente utilizadas efetivamente. Além, claro, da busca de respostas para a questão problema: “o que nos mostram as produções acadêmicas sobre a inserção dos MBC no ensino e aprendizagem em Ciências/Física?”

Com a análise do *corpus* da pesquisa, explorando interpretações em forma de pequenos metatextos, chegou-se à construção das categorias finais que remetem a caminhos interpretativos e resolutivos do problema de pesquisa: 1 - Democratização do acesso às práticas experimentais; 2 - Diversificação do espaço escolar destinado à prática experimental; 3 - Necessidade de financiamento da educação; 4 - Superação de aulas tradicionais; 5 - Motivação do aluno; 6 - Risco na construção da visão de

ciência do aluno; 7 - Superficialidade da abordagem dos tipos de materiais e limites de uso; 8 - Limitações da reflexão crítica sobre as definições; 9 - Relevância da formação docente e continuada.

As categorias finais contruídas se correlacionam entre si e o ambiente escolar, trazendo novas ideias ou ressaltando a importância de assuntos que pouco estão incluídos no dia a dia das políticas públicas. Estes podem modificar a forma na qual o contexto escolar está organizado, desde a formação inicial do professor até a forma de desenvolver sua aula.

As categorias incluem os alunos no aspecto do conhecimento técnico, por exemplo, de um fenômeno físico até a sua formação como cidadão, através da sua motivação ou reflexão sobre a Ciência. O processo de ensino e aprendizagem entrelaçado entre todos os que compõem os diversos contextos educacionais nacionais, com as propostas de práticas experimentais que são realmente construídas em sala de aula.

A construção dos metatextos corrobora a ideia de que os MBC são uma alternativa para a inclusão das práticas experimentais em sala de aula, sendo um recurso auxiliar para diversificação das aulas comumente tradicionais. Esses materiais são identificados como baratos, simples e de fácil acesso, mas nos diferentes contextos escolares que possuímos essas caracterizações podem ser desiguais, sendo assim, necessário que os professores e os livros didáticos nacionais, caso proponham essa alternativa dos MBC, considerem essas realidades, para que oportunizem todos de maneira igualitária, bem como sua característica presentes nas práticas experimentais.

Durante a utilização destes MBC, o professor deve ficar atento se a prática efetivamente possibilita a observação/problematização do fenômeno alvo, atentando-se para a montagem correta ou procedimentos adequados de coleta de dados (se houver), pois estes materiais, como não são projetados para o fim que se espera, podem dificultar o alcance do objetivo proposto para a aula. Destacamos novamente que a defesa pela alternativa do uso dos MBC nas práticas experimentais não isenta os gestores de um financiamento adequado para a educação. Corroborando essa ideia, os autores Axt e Moreira (1991) já expressavam que uma educação de boa qualidade, assim como o ensino de Ciências/Física, ultrapassa a utilização de materiais com as características dos MBC, sendo necessários fortes investimentos nesta área, não se esquecendo dos profissionais que estarão no contexto escolar.

Os investimentos na área da educação estão diminuindo ou sendo congelados na contramão do que deveria acontecer, para a melhoria do ensino em todos os níveis de educação nacional. Investimentos exíguos deveriam ser melhorados, projetos prorrogados e ampliados, formações iniciais e continuadas fortalecidas para que os docentes pudessem retomar perspectivas positivas para a sua atuação.

Em suma, os MBC fazem parte de forma insuficiente das práticas experimentais no contexto educacional nacional, oportunistam, mesmo que com materiais não próprios, práticas experimentais que, sem eles, não seriam realizadas. Vale ressaltar que ainda são necessários projetos e financiamentos nessa área, para que possam se enraizar na cultura do nosso país, construindo um hábito científico a partir do qual as pessoas sejam capazes de compreender e dialogar sobre Ciência.

Como perspectiva para o futuro da pesquisa, apontamos que, se o que nos moveu desde o início foi a estranheza na observação de que as práticas experimentais com MBC são apontadas como alternativas, mas pouco se fazem presentes nas escolas em aulas de Ciências/Física, ao finalizar a pesquisa, nossas reflexões nos colocam a possibilidade de que levar efetivamente a experimentação com MBC para a sala de aula depende de 'quem' é o professor. Mas este 'quem' (CARARO; KLÜBER, 2021) não é ele isolado no sentido de culpabilidade e de responsável único, mas sim 'quem' é ele inserido no contexto escolar, como ele age e reage, por exemplo, frente à estrutura organizacional/gestão da escola, distribuição de turmas, divisão dos grupos de alunos, horários, etc.

Assim, as reflexões travadas nos levam a dar continuidade na pesquisa sobre o professor e a experimentação com MBC, explorando como cada professor é único nos impulsos que o leva a se formar, em como se dispõe a fazer, de transformar a experiência vivida em novos modelos de ação; único em como vê seus limites e se impõe ou se reconstrói frente às limitações a ele impostas.

A presença da experimentação na escola, com MBC ou outros, parece se associar (em hipótese) a como o professor se coloca frente: à estrutura física da escola e ao laboratório com materiais estruturados ou à ausência dele; como o currículo o impulsiona ou tira sua autonomia; seu viés epistemológico sobre a experimentação, abrangendo concepções de Ciência e de ensino de Ciências; seu perfil de enfrentamento ou de espera, de ação ou acomodação, de adaptação ao imposto ou de inovação; sua formação no sentido de como vivenciou a experimentação quanto a seus fundamentos e práticas; suas vivências de atuação e

relações com os colegas mais e menos experientes.

Ao falarmos aqui sobre 'quem' é o professor e indicarmos o olhar sobre ele como perspectiva de pesquisa, reforçamos que não defendemos a ideia de ele ser 'o culpado', de forma pejorativa e incriminante, pela ausência da experimentação e a busca por inserir MBC, mas no sentido de como o professor se move frente às grandes dificuldades que o cotidiano de atuação lhe impõe, revisitadas pela pesquisa descrita nesta Dissertação, como se move em meio aos desconfortos, ou como percebe e age frente aos estímulos ou desestímulos que recebe, pois, em última medida, é na ação do professor que a experimentação e os MBC entram ou não na sala de aula.

Em alguns casos, o professor se coloca na cultura escolar buscando adaptação ao "fluxo do rio", tentando não naufragar frente às dificuldades cotidianas. Neste 'fluxo', a experimentação e os MBC pouco se fazem presentes. Em outros casos, o professor se sente com coragem de "remar contra a maré" em alguns momentos, enfrentando um cotidiano que dificulta de forma excessiva a experimentação na escola, buscando alternativas com MBC, mas estes momentos raramente se estabelecem como "o normal" das aulas de Ciências/Física, mantendo-se como esporádico, pontual.

Por fim, apontamos, ao finalizar esta etapa do processo de pesquisa, que ainda que o tema da experimentação tenha sido exaustivamente explorado no campo do ensino de Física, as reflexões e encaminhamentos nos permitem visualizar caminhos ainda a serem explorados.

REFERÊNCIAS

ACATE, V. **Educação - Panorama dos últimos 20 anos da educação no Brasil.**

Disponível em: <https://educacao.acate.com.br/20-anos-de-educacao-no-brasil/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

ALISON, R. B.; LEITE, Á. E. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no Ensino de Física. **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**, 2016.

ALONSO-TAPIA, J.; PARDO A. *Assessment of learning environment motivational quality from the point of view of secondary and high school learners.* **Learning and Instruction**, 16 (4), p. 295-309, 2006.

ALVES, V. de F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de Física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem.** 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

ALVES, V. C.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo de ensino-aprendizagem em Física: "Eletricidade". **XVI - Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2005.

ANDRADE, J. A. N. de; LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. de. Uma análise crítica do laboratório didático de Física: a experimentação como uma ferramenta para a cultura científica. In: **VII – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC**, Florianópolis – SC, nov. 2009.

ANDRADE, M. L. F. de; MASSABINI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução para português, de Eva Nick et. al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.

AXT, R. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: Moreira, M. A.; Axt, R.

Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, p. 79-90, 1991.

AXT, R.; MOREIRA, M. A. O ensino experimental e a questão de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 97-103, dez. 1991.

AZEVEDO, G. T. de *et al.* Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, 2017.

BARBIERI, M. R. Projeto USP /BID – “Formação de professores de ciências”. in: **Boletim da Filosofia**, n. 6 , p. 4 . São Paulo, 1993.

BARBOSA, A. R. JESUS, J. A. **A utilização de materiais alternativos em experimentos práticos de Química e sua relação com o cotidiano**, 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos avançados**, v. 94, n. 32, 2018.

BERGOLD, A. W. de B.; RUIZ, V. E. V. Anistia da Física experimental no ensino médio: iniciando um laboratório didático de Física. **XVI – Simpósio Nacional de ensino de Física**, jan. 2005.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.

BORGES, R. M. R.; LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.

BRASIL. **Lei nº 4.024**, 20 de Dezembro de 1961, dispõe sobre a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial, Brasília, Distrito Federal, dez. 1961.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica, **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Base Nacional Comum Curricular**, 2017.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Ministério da Educação. 2017.

Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Acesso em: 27 set. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pelo. **Resolução CNE/CP 2/2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 15 de abril de 2020, Seção 1, pp. 46-49.

BRASIL. **Resolução CEB Nº 2, de 7 de abril de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 1998a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb02_98.pdf. Acesso em: 23 jun. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar 2013**: perfil da docência no ensino médio regular. Brasília, DF, 2015b. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484154/Censo+Escolar+2013+-+Perfil+da+Doc%C3%Aancia+no+Ensino+M%C3%A9dio+Regular/da035f31-ce95-4cb5-b43c-a4271ebb1cde?version=1.2>. Acesso em: 29 ago. 2021.

BRITO, B. W. da C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. de S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no Ensino de Ciências e Biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, 2018.

BUENO, R. de S. M.; KOVALICZAN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. [S. d.].

CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/about> . Acesso em: 07, out. 2021.

CAMARGO, N. S. J. de; BLASZKO, C. E.; UJIIE, N. T. O ensino de ciências e o papel do professor: concepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. **XII Congresso Nacional de Educação**, out. 2015.

CARARO, E. de F. F.; KLÜBER, T. E. Esboçando a constituição da pessoa humana em Edith Stein: contribuições à formação de professores em Modelagem. **VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Uberlândia MG, 2021.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental - O Conhecimento Físico**. São Paulo: Editora Scipione, 1998.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

CARVALHO, A. M. P. de; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. A atividade experimental no Ensino de Ciências Naturais: Contribuições e Contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, 2018.

CATUNDA, T. *et al.* Laser de Semicondutor Visível: um Instrumento Didático de Baixo Custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, set. 1998.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias de formas de aprendizagem no ensino experimental de física. **Caderno Brasileiro de Ensino e Física**. v. 25, n. 1, p. 7-34, abr. 2008.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O ensino de física no Brasil: Problemas e desafios. **XII Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**, 2015.

CRUZ, D. A. da. **Atividades prático-experimentais: Tendências e perspectivas**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

CRUZ, E. C.; COSTA, D. B. da. A Importância da Formação Continuada e sua Relação com a Prática Docente. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 8, v. 3, p. 42-58, nov. 2017.

CUNHA, A. E. *et al.* Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 635-659, 2012.

DEITOS, G. M. P. **Arquitetura escolar: um olhar para o Ensino de Ciências**. 2017. 169f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de educação, comunicação e artes, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. Educação e ensino de Ciências Naturais/Física no Brasil: do Brasil Colônia à Era Vargas. **Revista Brasileira de Estudos pedagógicos**, Brasília, v. 89, n. 222, p. 365-383, maio/ago. 2008.

ESPAÇO DE APOIO, PESQUISA E COOPERAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/encontros.html>. Acesso em: 07, out. 2021.

FARIA, F. P.; CARNEIRO, M. C. O papel da experimentação na história do Ensino de Física no Brasil. **Debates em Educação**, v. 12, n. 26, jan./abr. 2020.

FEIX, E. C.; SARAIVA, S. B.; KIPPER, L. M. A importância da física experimental no processo ensino-aprendizagem. **III Salão de Ensino e Extensão**, Universidade de Santa Cruz do Sul - Santa Cruz, Rio Grande do Sul, out. 2012.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FÓRUM DE REFLEXÃO UNIVERSITÁRIA. Desafios da Pesquisa no Brasil uma contribuição ao debate. **São Paulo em perspectiva**, v. 4, n. 16, p. 15-23, 2002.

FRACALANZA, H. O ensino de Ciências no Brasil. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, p. 125-152, 2006.

FREITAS, D. de; VILLANI, A. Formação de professores de Ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7 (3), p. 215-230, 2002.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**. v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALINDO, J. A. de O.; GOMES, J. L. Ensino de Física à baixo custo: Utilização do forno solar na aprendizagem da Termodinâmica. **XXI – Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2015.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática, 2009.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S.; ANDRÉ, M. E. D. de A. **Políticas docentes no Brasil: um estado da arte**. Brasília: UNESCO, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, D. **Formadores de professores de ciências: tendências e inovações**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

GIL PÉREZ, D. *et al.* Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, set. 1999.

GOBARA, S. T.; GARCIA, J. R. B. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 519-525, 2007.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, 20, p. 53 - 66, 1988. Tradução, para estudo, de Paulo A. Porto.

HOFFMANN, J. L. **O panorama de uso da experimentação no ensino de física em municípios da região oeste do Paraná: uma análise dos desafios e das possibilidades.** 2017. 198f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de educação, comunicação e artes, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

IZQUIERDO, M; SANMARTÍ, N; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

JÚNIOR, J. B. de A. A evolução do ensino de Física no Brasil – 2º parte. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 55-73, 1980.

JUNIOR, R. B. N.; MATTOS, C. R. A disciplina de física no ensino secundário entre os anos de 1810 e 1930. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007.

JUNIOR, R. B. N.; MATTOS, C. R. As diferentes abordagens do conteúdo de cinemática nos livros didáticos do ensino de ciências brasileiro (1810-1930). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 7, p. 199-225, 2008.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Física na escola**, v. 4, n. 2, 2003.

KONDER. O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico. **PUC-Rio, Certificação Digital**, nº 0310242/CA, 1998.

KOVALICZN, R. A.; BUENO, R. de S. M. **O Ensino de Ciências e as dificuldades das práticas experimentais.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf>. Acesso em: 09, mar. 2022.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de ciências**. São Paulo: EPU, EDUSP, 1987.
KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, n. 40, out./dez. 1988.

KRASILCHICK, M. O papel da prática de ensino nos cursos de licenciatura. In: CARVALHO, A. P. (org.). **A formação do professor e a prática de ensino**. São Paulo: Pioneira, 1988.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU. (Temas básicos de educação e ensino), 2012.

KUPSKE, C.; HERMEL, E. E. S.; GÜLLICH, R. I. C. Concepções de experimentação nos livros didáticos de ciências. **Contexto & Educação**, n. 93, p. 138-156, mai./ago. 2014.

LAMBRECHT, E. O.; ZARA, R. A. Impacto da ampliação das vagas no ensino superior sobre a formação de professores de Física e Química para a Educação Básica. **Ensino e Tecnologia em Revista**, v. 1, n. 2, p. 158-169, jul./dez. 2017.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. O papel das atividades experimentais no processo ensino-aprendizagem de Física. **XII - Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**, out. 2015.

LOPES, J. B. Aprender e Ensinar Física. Lisboa: **Fundação Calouste Gulbenkian**, 2004.

LORENS, K. M.; BARRA, V. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980 [*The development of Science education materials in Brazil from 1950 to 1980*]. **Ciência e Cultura**, São Paulo, Brasil: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986.

LUCERO, I. *et al.* Las TIC en la formación inicial docente de un profesorado de Física. In.: SILVA, J.; SALINAS, J. **Innovando com TIC en la formación inicial docente: aspectos teóricos y casos concretos**. Santiago de Chile: Enlaces, p. 99-116, 2014.

MACHADO, R. C. G. **Uma análise dos exames de admissão ao secundário (1930-1970): subsídios para a História da Educação Matemática no Brasil**. 2002. 172p. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2002.

MADRUGA, Z. E. de F.; KLUG, D. A função da experimentação no Ensino de Ciências e Matemática: uma análise das concepções de professores. **Revista de Educação, Ciências, e Matemática**, v. 5, n. 3, set./dez. 2015.

MALACARNE, V. **Os professores de Química, Física e Biologia da região Oeste do Paraná: formação e atuação**. 261f. 2007. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. A experimentação científica e o ensino experimental em Ciências Biológicas. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARCELO GARCÍA, C. **Desenvolvimento Profissional Docente: passado e futuro**. Revista de Ciências da Educação, 08, p. 7-22, 2009.

MASSABINI, M. L. F. de; ANDRADE, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching – the role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MEDEIROS, E. A. de; AMORIM, G. C. C. Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em educação. **Laplage em Revista**, Sorocaba, v. 3, n. 3, set./dez. 2017.

MELO, J. de F. R. **Desenvolvimento de atividades práticas experimentais no ensino de biologia – um estudo de caso**. Brasília: UnB, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2016.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectiva. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, mar. 2000.

NOVAK, J. D. **Uma Teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

OLIVEIRA, M. M. de. As origens da educação no Brasil: da hegemonia católica às primeiras tentativas de organização de ensino. **Ensaio**, v. 12, n. 45, p. 945-958, out./dez. 2004.

OLIVEIRA, R. M. de L.; SOUZA, F. A. S. D. de. **Utilização de materiais de baixo custo para realização de prática experimental complementar sobre o processo da osmose**. V Congresso Nacional da Educação, 2018.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios & procedimentos**. Campinas: Pontes, 8 ed. 2009.

ORTIZ, J. de L. da R.; KRAUSE, J. C. Experimento e aprendizagem: o uso do software Tracker para o ensino de física numa perspectiva de ensino médio. **Salão do conhecimento**, Unijuí, 2016.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de ciências para o ensino fundamental**. Curitiba: SEED, 2008.

PEREIRA, V. M.; FUSINATO, P. A. Possibilidades e dificuldades de se pensar aulas com atividades experimentais: o que pensam os professores de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, 2015.

PILETTI, N. Evolução do currículo do curso secundário no Brasil. **Revista da Faculdade de Educação (USP)**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 27-72, 1987.

PINHEIRO, A. F.; *et al.* Software de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino aprendizagem de química no ensino médio. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 12, 2015, Curitiba, **Anais...** Curitiba, p. 2042-2057, 2015.

PINHO ALVES, J. de. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 448f. 2000. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PINO, P.; OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Concepções epistemológicas veiculadas pelos parâmetros curriculares nacionais na área de ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 5-14, 2005.

PINTO, S. L.; VERMELHO, S. C. S. D. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. **XI – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (EDUCERE)**, jul. 2017.

QUEIROZ, T. L. S. *et al.* Avaliação de propostas de experimentação em livros didáticos de ciências de escolas públicas no ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, 2018.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GULLICH, R. I. da C. O ensino de ciências e a experimentação. **IX - Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, 2012.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. Disponível em:
<https://www.scielo.br/journal/rbef/about/#about>. Acesso em: 07, out. 2021.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As Pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 52/6, 2010.

ROSITO, B. A. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: MORAES, Roque (Org). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 195-208, 2003.

ROSITO, B. A. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

RUIZ, A. I.; RAMOS, M. N.; HINGEL, M. **Escassez de Professores no Ensino Médio: Propostas Estruturais e Emergenciais**. Conselho Nacional de Educação. Brasília, DF: MEC, 2007. Disponível em: https://www.senado.gov.br/comissoes/CE/AP/PDE/AP_03_CNE.pdf. Acesso em: 05 fev. 2022.

SALVADEGO, W. N. C.; LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. Uso de atividades experimentais pelo professor das Ciências Naturais no ensino médio: relação com o saber profissional. **1º Congresso Paranaense de Educação em Química (CPEQUI)**, 2009.

SANTOS, J. B. **Colaboração mediada como ferramenta na reestruturação do sistema de crenças pedagógicas sobre ensino e aprendizagem do professor de Química**. 2009. 192 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Química) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, K. P. dos. **A importância de experimentos para ensinar ciências no ensino fundamental**. Medianeira, 2014.

SANTOS, C. A. B. dos; CURI, E. A formação dos professores que ensinam física no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 837-849, 2012.

SANTOS, A. C. L.; JÚNIOR, J. do C. P. Experimentação científica: desafios para o ensino de ciências em uma escola pública de ensino fundamental da cidade de Cametá-PA. **Ciências em Foco**, v. 12, n. 1, p. 76-85, 2019.

SANTOS, E. I. dos; PIASSI, L. P. de C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. **IX – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004.

SCHNETZLER, R. P. Contribuições, limitações e perspectivas da investigação no ensino de ciências naturais. **IX - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino (ENDIPE)**, p. 386-401, 1998.

SELLES, S. E. **Formação continuada e desenvolvimento profissional de professores de ciências: anotações de um projeto**. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 02, n. 2, 2002.

SERAFIM, M. C. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 7, dez. 2001.

SÉRE, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação do ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003.

SERRA, H. Formação de professores e formação para o ensino de ciências. **Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados/MS, v. 2, n. 6, p. 24-36, set./dez. 2012.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 360-381, dez. 2006.

SILVA, M. L. da. O uso de materiais de baixo custo para experimentação nas aulas de densidade e pressão hidrostática. **Revista Prática Docente**, v. 2, n. 1, p. 62-70, jan./jun. 2017.

SILVA, V. F.; BASTOS, F. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 150-188, set. 2012.

SILVA, W. V. da; DUARTE, M. de O. Ensino de Física e atividades experimentais em sala de aula: algumas considerações. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**, jun./jul. 2018.

SILVA, W. V. da; DUARTE, M. de O. Ensino de Física e atividades experimentais em sala de aula: algumas considerações. **Encontro de pesquisadores de educação a distância**, 2018.

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de Química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Disponível em:

<http://www.sbfisica.org.br/v1/home/index.php/pt/eventos/informacoes-gerais>. Acesso em: 07, out. 2021.

SOUZA, R. B. Abordagem simbiótica entre TICs e física no ensino médio mediada por arduino. **Revista professor de física**, v. 4, n. 2, p. 41-54, 2020.

TAFNER, E. P. **A contextualização do ensino como fio Condutor do processo de aprendizagem**. Disponível em: <https://silo.tips/download/a-contextualizacao-do-ensino-como-fio-condutor-do-processo-de-aprendizagem>. Acesso em: 21, dez. 2021.

TAVARES, A. D.; LEDO, R. A. G.; AZEVEDO, C. A. de; SANTIAGO, A. J. O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, 6 (3): p. 185-195, dez. 1989.

TRÓPIA, G. B. A. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.

TRIVELATO, S. L. F. **Um programa de Ciências para Educação continuada**. In CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Formação continuada de professores: uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

TRIVELATO, S. F. **Ensino de Ciência**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WALBERG, H. J.; FRASER, B. J.; WELCH W. W. A test of a model of educational productivity among senior high school students. **Journal of Educational Research**, 79 (3), p. 133-139, 1986.

WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Condições acadêmico-profissionais para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 10, n. 1, p. 39-55, jan./abr. 2020.

WISNIEWSKI, G. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Didáticos Locais Disponíveis**. 1990. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

WUO, W. O ensino de física na perspectiva do livro didático. In: OLIVEIRA, Marcus Aurélio Taborda de; RANZI, Serlei Maria Fischer (Orgs.). **História das disciplinas escolares no Brasil**. Bragança Paulista: Editora da Universidade de São Francisco, p. 299-338, 2003.

APÊNDICE

Quadro 08: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Nº	Título	Autor(es)	Periódico
1	Laboratório Caseiro – Banco ótico e acessórios de baixo custo	PIMENTEL, J. R.; BRINATTI, A. M.	Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 6 (1): 77-83, abr. 1989.
2	Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo	GALLI, C.	Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 10, n. 3: p. 258-261, dez. 1993.
3	Demonstre em aula movimentos acelerados: Um experimento de baixo custo para o ensino médio	LABURU, C. E.	Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 1: p. 53-55, abr. 1995.
4	Laboratório caseiro: construindo um esferômetro e cilindrometro (equipamentos de baixo custo)	LABURU, C. E.; FERREIRA, N. C.	Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 13, n. 2: p. 165-171, ago. 1996.
5	Laboratório caseiro: calorímetro de baixo custo	LABURU, C. E.	Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 15, n. 3: p. 319-322, dez. 1998.
6	Construção de uma pilha didática de baixo custo	OLIVEIRA, A. G. M. I. de; OLIVEIRA, I. T. P. de	Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 18, n. 1: p. 101-107, abr. 2001.
7	Determinação da pressão interna de lâmpadas fluorescentes (um experimento de baixo custo)	LABURU, C. E.; SILVA, O. H. M. da	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21: p. 249-257, ago. 2004.
8	Produção de hologramas com equipamentos de baixo custo	GALLI, C.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. especial: p. 315-318, 2004.

9	Laboratório caseiros para-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática	LABURU, C. E.; SILVA, O. H. M. da; BARROS, M. A.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1: p. 168-182, abr. 2008.
10	As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo	MONTEIRO, M. A. A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 2: p. 371-384, ago. 2010.
11	Física para o Ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação	DUARTE, S. E.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. Especial 1: p. 525-542, set. 2012.
12	Uma alternativa de baixo custo ao experimento de óptica denominado comercialmente “Magic Hologram – Mirage 3D”	SILVA, O. H. M. da; LABURU, C. E.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 1, p. 246-252, abr. 2015.
13	Práticas experimentais no Ensino de Física nuclear utilizando material de baixo custo	BOFF, C. A.; BASTOS, R. O.; MELQUIADES, F. L.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 236-247, abr. 2017.
14	Um laboratório portátil de baixo custo: medição de g utilizando um pêndulo e a placas Raspberry Pi	ALMEIDA, T.; C.; DIAS, E. de C.; JULIÃO, A. da S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 590- 602, ago. 2017.
15	Uma proposta de baixo custo para experimento com raios catódicos	NEVES, D. R. M. das; PEREIRA, B. A.; PEREIRA, S. A.; FORATO, T. C. de M.; BIANCO, A. A. G.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 36, n. 1, p. 256-286, abr. 2019.
16	O “Efeito Estufa” na sala de Aula: um experimento de baixo custo para demonstrar a absorção de radiação infravermelha por gases estufa como dióxido de carbono	JUNGES, A. L.; BUHLER, A. J.; MASSONI, N. T.; SIEBENEICHLER, Á. F. S.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 37, n. 2, p. 849-864, ago. 2020.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 09: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

Nº	Título	Autor(es)	Periódico
17	Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada	SANTOS, E. I. dos; PIASSI, L. P. de C.; FERREIRA, N. C.	IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física – Jaboticatubas, 2004.
18	Construção de um medidor zenital de baixo custo para fazer um estudo do céu	FALEIROS, M. J.; ARAÚJO, S. B. L.	IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física – Jaboticatubas, 2004.
19	Ensinando Física nas escolas da região do noroeste Fluminense do estado do Rio de Janeiro através de experimentos de baixo custo	JUNIOR, L. G. de M.	XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Maresias, 2012.
20	A melhoria do processo de aprendizagem do eletromagnetismo com a utilização de experimentos de baixo custo	ROCHA, C. H. da S.; CATARINO, G. F. de C.	XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Natal, 2016.
21	Implementação de um sistema de aquisição de dados e controle de instrumentos para espectroscopia Mossbauer usando microcontrolador Arduino de baixo custo	SOARES, C. C.; AROUCA, R.; DOMINGUES, P. H. B.; ELMASSALANI, M.	XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Natal, 2016.
22	Sensores de baixo custo para Ensino de Física	OLIVEIRA, R. M. de; RAMOS, R. C.; SILVA, D. A.	XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Campos do Jordão, 2018.
23	Uma proposta de baixo custo de interferômetro de Michelson no ensino de física	CARITÁ, G. A.; SILVA, M. N. S.; NETO, J. T. C.	XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Florianópolis, 2020.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 10: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos na Revista Brasileira de Ensino de Física

Nº	Título	Autor(es)	Periódico
24	Trilho de ar: Uma proposta de baixo custo	PIMENTEL, J. R.; ZUMPANO, V. H.; YAGINUMA, L. T.	Revista de Ensino de Física, vol. 11, dez. 1989.
25	O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo	AXT, R.; MOREIRA, M. A.	Revista de Ensino de Física, vol. 13, dez. 1991.
26	Rede de difração holográfica: uma opção eficiente e de baixo custo	COLUSSI, V. C.; CANSIAN, A. M.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 17, nº 3, set. 1995.
27	Laser de Semicondutor Visível um Instrumento Didático de Baixo Custo	CATUNDA, T.; PATAIA, A.; ROMERO, A.; SARTORI, J.; NUNES, L. A. O.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 20, nº 3, set. 1998.
28	Um sistema de aquisição de dados de baixo custo para o laboratório didático	RIBAS, R. V.; SOUZA, A. F. de; SANTOS, N.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 20, nº 3, set. 1998.
29	Photogate de baixo custo com a porta jogos de PC	DIONISIO, G.; MAGNO, W. C.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 287-293, 2007.
30	Aquisição de dados em laboratório de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimento em mecânica	CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 2, 2008.
31	A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia	IACHEL, G.; BACHA, M. G.; PAULA, M. P. de; SCALVI, R. M. F.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 2009.
32	Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratórios de ensino: aplicações no ensino de absorção eletrônica e emissão de fluorescência	LUDKE, E.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 1, 2010.
33	Construção de um gaussímetro de baixo custo	MAGNO, W. C.; ANDRADE, M.; ARAÚJO, A. E. P. de	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 3, 2010.
34	“Vendo o invisível”: Experimentos	MICHA, D. N.;	Revista Brasileira

	de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo	PENELLO, G. M.; KAWABATA, R. M. S.; CAMAROTTI, T.	de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 2011.
35	How are simultaneously connectable two or more PC using an "internet key" or using mobile phone modem: a low cost solution (Como dois ou mais PC's podem ser conectados simultaneamente por meio de uma "internet key" ou um modem para celular: uma solução de baixo custo)	GANCI, A.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 2011.
36	A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC	SOUZA, A. R. de; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. de	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 2011.
37	Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmera de nuvens de baixo custo	LAGANÁ, C.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 3, 2011.
38	Demonstration experiments in electrostatics: low cost devices (Experimentos de demonstração em eletrostática: equipamento de baixo custo)	GANCI, A.; GANCI, S.	Revista Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, jun. 2012.
39	Experimentos de mecânica com temporizador de bajo costo (Experimentos de mecânica de cronômetro de baixo custo)	MORALES, C. A. C.; MORA, C.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 2012.
40	Planejamento e produção de um criostato de baixo custo para caracterização elétrica de materiais	TORSONI, G. B.; CARVALHO, C. L.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 2012.
41	Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	JESUS, V. L. B. de; SASAKI, D. G. G.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, 2014.
42	How to measure the speed of light at your university with a dinner budget (Como medir a velocidade da luz com um equipamento de baixo custo)	ORTIZ, M.; MONTECINOS, A. M.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 1, 2015.

43	Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo	SOUZA, L. A.; SILVA, L. da; HUGUENIN, J. A. O.; BALTHAZAR, W. F.	Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, 2015.
44	Construção de um luxímetro de baixo custo	PEDROSO, L. S.; MACÊDO, J. A. de; ARAÚJO, M. S. T. de; VOELZKE, M. R.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 2, 2016.
45	Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo	LUIZ, F. F.; SOUZA, L. E. S.; DOMINGUES, P. H.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 2, 2016.
46	Efeito de Lente Térmica: uma demonstração de baixo custo para laboratório de ensino sobre capacidade da luz em modificar o índice de refração de um meio	TURCHIELLO, R. de F.; GÓMEZ, S. L.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 3, 2016.
47	Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio	SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. dos S.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 1, 2017.
48	Atividades experimental “hands on” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um reator (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo	OLIVEIRA, F.; PAIXÃO, J. A.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 1, 2017.
49	Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física	AZEVEDO, G. T. de; PEIXOTO, C. J. T.; BARGOS, F. F.; MENEGATTI, C. R.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 3, 2017.
50	O estudo do movimento browniano com material de baixo custo	PEREZ, S.; CASTRO, B. F. N.; MAIA, N. C.; NASCIMENTO, C. S.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 1, 2018.
51	Desenvolvimento de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de objetos em queda: análise do movimento de magnetos em tubos verticalmente orientados	SZMOSKI, R. M.; DOFF, D.; LENART, V. M.; SCHWIDERKE, S. K.; FACHINI, L. V. G.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 1, 2018.
52	Um iluminador de baixo custo para	CRUZ, G. K. da;	Revista Brasileira

	a realização de experimentos de óptica geométrica	VIATROSKI, M. A.; LEVY, M. E. M.; SIQUEIRA, F. N. de; GOMEZ, S. L.; BONARDI, C.	de Ensino de Física, vol. 40, nº 3, 2018.
53	Aprimorando e validando um fotogate de baixo custo	MACÊDO, J. A. de; PEDROSO, L. S.; COSTA, G. A. da	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 4, 2018.
54	Automodulação espacial de fase: uma segunda demonstração instrutiva de baixo custo de um efeito óptico não linear	RIBEIRO, M. S.; CRUZ, G. K. da; GÓMEZ, S. L.; TURCHIELLO, R. F.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 1, 2019.
55	Uma abordagem prática para o ensino de eletromagnetismo usando um motor de indução de baixo custo	DINIZ, A. M. F.; ARAÚJO, R. D.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 1, 2019.
56	O arrasto magnético e as correntes de Foucault: um experimento de baixo custo com vídeo-análise	SOUZA, P. V. S.; SILVA, C. J. V. da; BALTHAZAR, W. F.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 2, 2019.
57	Espectroscopia óptica de baixo custo: uma estratégia para a introdução de conceitos de física quântico no ensino médio	AZEVEDO, A. L.; SOUSA, A. K. S.; CASTRO, T. J.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 41, nº 4, 2019.
58	Light interference pattern measurements from automated low-cost Young's double-slit experiments (Medições de padrão de interferência de luz automatizadas experimentos de dupla fenda de Young de baixo custo)	JUNIOR, C. G. de O.; GUMIERO, M. R.; COLUCI, V. R.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 42, 2020.
59	Investigação experimental da lei de Stokes em discos: uma abordagem de baixo custo por vídeo-análise de oscilações amortecidas	PEREIRA, L. O.; FERREIRA, D. S. R.; FREITAS, R. P.; PIMENTA, A. R.; FELIX, V. R.; GONÇALVES, E. A. S.; DUTRA, S. R.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 2021.
60	Experimento de baixo custo para medição de dissipação da energia em um pêndulo	ALMEIDA, M. M. de	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 2021.

61	Utilizando uma balança digital de baixo custo como densímetro e sua aplicação a sólidos e líquidos	SILVA, W. R. F.; FONSECA, J. M.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 2021.
62	Experiência de baixo custo para determinar a forma da superfície de um líquido em rotação usando o smartphone	PEREIRA, E.	Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 2021.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 11: Dados dos artigos encontrados com o termo “baixo custo” em seus respectivos títulos no Simpósio Nacional de Ensino de Física

Nº	Título	Autor(es)	Periódico
63	Construção de um forno resistivo de baixo custo	PANZERA, Á. C.	V Simpósio Nacional de Ensino de Física, vol. 1, Belo Horizonte, 1982.
64	Construção de instrumento de ensino de física de baixo custo	CARMO, A. F. do	V Simpósio Nacional de Ensino de Física, vol. 1, Belo Horizonte, 1982.
65	Fazendo para Ensinar: Um laboratório de baixo custo em ótica geométrica	SILVA, C. J. da; GOBARA, S. T.	IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 1991.
66	Trilho de ar: uma proposta de baixo custo	PIMENTEL, J. R.; YAGINUMA, L. T.	IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 1991.
67	Experimentos a baixo custo em Física Moderna: O espectro do Sódio e a experiência Histórica de Kirchhoff	ARRUDA, S. M.; TOGINHO, F. D. O.	IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, 1991.
68	O efeito fotoelétrico: um experimento com materiais de baixo custo	SILVA, C. J. da; FERREIRA, N. C.	X Simpósio Nacional de Ensino de Física, Londrina, 1993.
69	Equipamentos de baixo custo – uma cooperação Brasil-Peru	FERREIRA, N. C.; GIRALDO, V. A.	X Simpósio Nacional de Ensino de Física, Londrina, 1993.
70	Construção de uma máquina	MELQUIÁDES, F.;	XI Simpósio

	térmica funcionando no ciclo stirling de baixo custo	BARBOSA, M. V.; SANTAELLA, R.; JURAITIS, K. R.; SANTOS, C. A. C.	Nacional de Ensino de Física, Niterói, 1995.
71	Um modelo simples e de baixo custo para o tubo de raios catódicos – construção e aplicação	SILVA, F. M. da; FAGUNDES, M. B.; FERREIRA, N. C.	XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, 1997.
72	Projeto de slides de baixo custo: utilização como instrumento óptico e como material instrucional	CAMARGO, A.	XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, 1997.
73	Calorímetro de baixo custo	LABURÚ, C. E.; RODRIGUES, R.	XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Brasília, 1999.
74	Brincando com a Ciência: utilização de materiais de baixo custo na sala de aula	PINTO, S. P.; REHELLO, L. H. de S.	XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Brasília, 1999.
75	Cronômetro de baixo custo para ser utilizado nos laboratórios de física	PAIVA, A. S. de; SILVA, J. C. V. da	XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Brasília, 1999.
76	Construção e utilização de montagens experimentais de baixo custo para o tópico de física ondulatória	TRAVASSOS, P. C. B.; SOUSA, J. J. F. de; MOREIRA, L. de F.	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
77	Determinação da pressão interna de lâmpadas fluorescentes: um experimento de baixo custo	LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. da; KANBACH, B. G.	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
78	Interferência e difração: experimentos e demonstrações com equipamento de baixo custo	COSTA, G. G. G.; CATUNDA, T.	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
79	Verificação da lei de Boyle utilizando um dispositivo experimental de baixo custo	ARAÚJO, M. S. T. de; OLIVEIRA, V. H. de	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
80	Usando logo e a porta de jogos para estudar o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado com um trilho de ar de baixo custo	LAUDARES, F. A. L.; CRUZ, F. A. de O.; LOPES, M. C. de S. M.	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.

81	Um espetáculo de física: apresentação pública de experimentos de baixo custo	SOUSA, M. de O.; LIMA, J. A. P.; SANTOS, A. da S. dos; SILVA, S. G. da; SILVA, M. S.; SANTOS, C. V. R. dos; MEIRELLES, L. A. M.; PESSANHA, M. C. R.; SANTOS, T. A. dos; SOUZA, L. M. B. de; MACHADO, J. A. F.	XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 2003.
82	Construção de atividades experimentais de demonstração com material de baixo custo para o ensino de tópicos relacionados à corrente alternada ao nível do ensino médio	ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
83	Desenvolvendo a com ciência física no cotidiano com material de baixo custo	ARAUJO, I. da S.; SOUZA, A. C. F. de; TEIXEIRA, J. R.; PROFETA, A.; COSTA, G. K. B. da; COSTA, R. da S.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
84	Experimentos de baixo custo no ensino de conceitos de física	Sem identificação.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
85	O uso de uma espiral de encadernação como mola – bons resultados a baixo custo	AXT, R.; BONADIMAN, H.; SCHIMIDT, P. A.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
86	Precisão da determinação da aceleração da gravidade x experimento de baixo custo: uma ferramenta para o ensino de física	SILVA, O. da; SOUZA, L. B. F. de; SILVA, M. B. da; SILVA, A. de A.; ALVES, R. de O.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
87	Uma usina hidrelétrica com matérias de baixo custo como instrumento para a alfabetização científica de alunos dos ensinos fundamental e médio	TEIXEIRA, J. N.; ALVES, L. A.	XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
88	Utilização de materiais alternativos	VIEIRA, M. A. D.	XVI Simpósio

	de baixo custo na educação de adultos (EJA), utilizando Paulo Freire e Andragogia	E.; VERDEGAY, E. I.	Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.
89	Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo	CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P.	XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2007.
90	Construindo um coletor solar de baixo custo: uma oportunidade para ensinar física	WEILLER, L. A.; ANDRADE, N. G. e; MOURA, T. D.; ALMEIDA, T.; CORREA, R. I.; DICKMAN, A. G.	XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2007.
91	Construindo um rotor com material de baixo custo	JÚNIOR, J. A. dos R.; DIAS, J. E. A.; CRISPINO, L. C. B.; KLAUTAU, Â. B.	XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2007.
92	Oficina de construção de foguetes com material de baixo custo	SILVA, D. A. da; SARTORI, A. F.; RAMOS, E. M. de F.	XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2007.
93	A construção de escalas musicais e instrumentos musicais de baixo custo como recurso didático para o ensino de física ondulatória	JÚNIOR, I. S. R.; CROCHIK, L.	XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
94	Atividade experimental de baixo custo no ensino de física: construindo um viscosímetro	DICKMAN, A. G.; MENEZES, A. R.; GUIMARÃES, A. M. S. T.; BELCHIOR, E. A.; SILVA, M. B. R. da	XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
95	Lei de Faraday-Lenz: uma demonstração de baixo custo usando a entrada de microfone do PC	LAUDARS, F. A. L.; CRUZ, F. A. de O.	XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
96	Montagem de um equipamento de baixo custo para geração de figuras de Lissajous	LENZ, J. A.; KAVANAGH, E.; RICETTI, R.	XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.
97	Oficinas de eletrostática – Uma experiência de trabalho com alunos da graduação em Física da UFPE utilizando materiais de baixo custo	RAMOS, J. E. F.; RAMOS, M. de F.	XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.

98	Relato de uma atividade experimental simples e de baixo custo sobre energia potencial gravitacional	ALCANTARA, C. M. de; OLIVEIRA, G. W. de; CARVALHO, C. M. de; FILHO, J. A. C.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
99	O ensino de acústica no ensino médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo	NETO, P. B.; MOURA, D. de A.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
100	Aprendendo a medir a radiação solar com um radiômetro de baixo custo: um experimento com alunos de nível fundamental	ALVES, M. A.; MARTIN, I. M.; LYRA, C. S.; REZENDE, M. C.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
101	Construção de uma Luneta com materiais de baixo custo: uma aula experimental em Astronomia realizado pelo PIBID em NATAL-RN	MOURA, R. M.; S. de; SILVA, M. R. da; BEZERRA, A. M.; ARAÚJO, J. B. de; FILHO, P. C. da S.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
102	Experimento de baixo custo no ensino de absorção de calor sob a perspectiva inclusiva	RIBEIRO, L. H. das N.; OLIVEIRA, A. L. de	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
103	Construção de uma aquecedor solar de baixo custo: um projeto de ensino e de aprendizagem para alunos do 1º ano do ensino médio	BUSS, C. da S.; NOGUEIRA, C.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
104	Utilização de um mini-planetário de baixo custo: a arte das projeções celestes para a popularização da astronomia no ensino médio	LEÃO, D. dos S.; LARANJEIRAS, C. C.; COELHO, M. F. de F.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
105	Proposta de ensino de ciências: construindo conhecimento científico sobre a pressão atmosférica com experimentos de baixo custo	MOURA, M. A. de; SILVA, A. J. P. da; GONÇALVES, M. A. C.	XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 2011.
106	Brincando de cientista: ensino de física com brinquedos de baixo custo	MENEZES, P. H. D.; MARQUES, R. de M.; CARVALHO, A. A.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
107	Construção e Validação de um Termômetro Digital de Baixo Custo	PEDROSO, L. S.; NETO, F. P.; ARAÚJO, M. S. T. de	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.

108	Instrumentação para o ensino de física moderna: um kit de baixo custo para espectroscopia	TAVOLARO, C. R. C.; CAVALCANTE, M. A.; TEIXEIRA, A. de C.; PEÇANHA, R.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
109	Produtos didáticos de baixo custo e visualmente atrativos relacionados à eletricidade	JÚNIOR, M. M. D.; GONÇALVES, B.; OLIVEIRA, C. de; SANTOS, E. A. E. dos; BRESSAN, G. M.; ALMEIDA, G. P. C.; MORAES, J. F. C.; FERRAZ, J. de A.; PAULA, K. A. M. R. de; KISTENMACKER, N. D.; FERREIRA, N. W.; OLIVEIRA, P. A. de; FRANÇA, S. L.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
110	Utilização de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo como ferramenta metodológica no ensino de física	LIMA, M. G.; CORRÊA, S. M.; SÁ, J. M. X.; CHAVES, J. M. S.; LIMA, L. C. G.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
111	Utilização de instrumentos ópticos como ferramentas didáticas no ensino de física: a construção de um projetor de slides de baixo custo	MAGALHÃES, A. M. F.; MOREIRA, L. de F.; DANTAS, J. E. R.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
112	Wimshurst, a máquina eletrostática: utilização de materiais de baixo custo e possibilidades de inserção/divulgação da física experimental	JUNIOR, A. V. D.; PALARIA, D. F.; PONTES, E. S. de; SILVA, I. M. da; ALVES, L. A.	XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.
113	Ensino de Física à baixo custo: Utilização do forno solar na aprendizagem da Termodinâmica	GALINDO, J. A. de O.; GOMES, J. L.	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlândia, 2015.
114	Ensino e aprendizagem de física, através de experimentos qualitativos com materiais de baixo custo	CHAVES, J. M. da S.; SÁ, J. M. X.; SILVA, F. A. R.	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlândia, 2015.
115	Experimentos de baixo custo em eletricidade e magnetismo para o	JUNIOR, A. S. F.; FILHO, M. A.	XXI Simpósio Nacional de Ensino

	ensino médio		de Física, Uberlandia, 2015.
116	Experimentos de baixo custo em Física voltados para a popularização da Ciência	ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R.; CRUZ, J. A. L.	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlandia, 2015.
117	Experimentos de física com materiais de baixo custo: a fonte de Heron, condutores e isolantes	BEZERRA, D. C. F.; ROCHA, V. S. de B.; ARTIMAN, W. M.	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlandia, 2015.
118	O potencial de experimentos de baixo custo no desenvolvimento de habilidades cognitivas e na construção de conhecimentos de física no ensino fundamental	MORO, L. S.; TAKAHASHI, E. K.	XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Uberlandia, 2015.
119	A conservação de energia através de experimentos de baixo custo	NUNES, A. L.; ARAÚJO, L. A. de; SILVA, M. de L. M. da	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
120	Alfabetização científica e abordagem CTSA através de sistema fotovoltaico de baixo custo	MATOS, P.; COSTA, K.; COSTA, F.; LEAL, J.; RIBEIRO, E.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
121	Alternativas para necessidades existentes: materiais de baixo custo utilizados na construção de instrumentos para o laboratório de física	CAVALCANTE, A. S.; ROCHA, S. G. da; FERNANDES, D. C. G.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
122	Aplicação de experimentos de astronomia com materiais de baixo custo no 6º ano da E.M.E.F. São Pedro no município de São Miguel do Guamá-PA	PEREIRA, L. F.; JUNIOR, C. A. B. da S.; DAMASCENO, L. E. F.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
123	Construção de um dispositivo para estudo experimental do movimento unidimensional e aplicação do software livre vídeo-análise Tracker na coleta e tratamento de dados: uma alternativa de baixo custo para o ensino de física	NASCIMENTO, C. F. do; FIORI, J.; AVANCINI, E.; DIAS, G. da C.; FILHO, J. C. de S.; SOARES, V. O.; VISCOVINI, R. C.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
124	Construção e validação de um coulomboscópio de baixo custo - CBC	Sem identificação.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física,

			São Luis, 2017.
125	Ensino de ondas para estudantes com e sem deficiência visual da Educação de Jovens e Adultos - EJA - com materiais concretos e de baixo custo	GROSSI, M. do C. de A. J.; LIBARDI, H.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
126	Fractais em sala de aula: investigando dimensões fracionadas em padrões de speckle com materiais de baixo custo	LOPES, R.; SOUZA, P. V. S.; BALTHAZAR, W. F.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
127	Kit de mecânica: um conjunto de atividades investigativas utilizando materiais de baixo custo para o ensino de mecânica	CORREIA, F. M.; FERNANDES, S. S.; VIANNA, D. M.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
128	Oficinas experimentos de baixo custo no ensino de física	ANDRADE, A. de; TEIXEIRA, R. R. P.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
129	Sistemas de aquisição automática de dados: não basta ser de baixo custo, tem que ser acessível ao professor	ALVES, E. G.; PAULO, N.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
130	Um estudo da luz: construindo com materiais de baixo custo uma anti-luneta polarizadora e o sistema solar	SOUZA, M. M. de; FREITAS, E. A. de; VALLE, J. L. M. do	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
131	Uma maquete simples e de baixo custo como suporte ao ensino de astronomia nos cursos de física	FILHO, J. B. L.; SILVA, M. L. da; PAIXÃO, H.; IBIAPINA, R. M.	XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, 2017.
132	Tecnologia cotidiana, materiais de baixo custo e o ensino de física	NEVES, D. R. M. das; FORATO, T. C. de M.; VIEIRA, R. M. de B.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
133	Desenvolvendo um material de baixo custo para o estudo de óptica geométrica	NADAL, D.; SCHIPP, T.; TESTA, M. J.; NASCIMENTO, T. B.; NETO, M. A. A.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
134	O ensino do plano inclinado utilizando materiais de baixo custo	ANDRÉ, C.; BOMFIM, E.; GODOI, G.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física,

		RODRIGUES, L.; NUNES, W.	Vitória, 2019.
135	Medida de aceleração gravitacional local com arduino e material de baixo custo	SANTOS, P. V. dos; OLIVEIRA, A. S. de	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
136	Análise da percepção dos estudantes do ensino médio em relação a atividades experimentais de baixo custo	MATOS, A. C. de L.; PINTO, E. S.; JUNIOR, E. da C.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
137	Rifle de Gauss e o software Tracker: uma atividade de baixo custo para o ensino de física	MOURA, F. A. G. A.; CARVALHO, P. S. de O. F. de	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
138	Construindo um forno solar de baixo custo: uma oportunidade para ensinar termodinâmica	NOGUEIRA, A. L. F. de S.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
139	Proposta para o desenvolvimento de um multicronômetro de baixo custo utilizando um detector de interferência	SOUZA, L. M. de F.; NEGREIROS, S. G.; OLIVEIRA, G. F. B. de; COSTA, F. E. M.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
140	Construção de um trilho de ar de baixo custo para o ensino de física incluso e investigativo	MASLOVA, K.; MOTTA, V.; PEREZ, C.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
141	Experimentação de baixo custo para a apresentação do conceito de força de atrito	LOUREIRO, T. W.; ROCHA, L. R.; DIAS, M. A.	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
142	Desenvolvimento de sensor de salinidade a baixo custo aplicado no ensino de física para a turma do curso de engenharia de pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST)	JUNIOR, L. C. da S.; TORRES, L. G.; OLIVEIRA, M. H. B. G. e; SOUZA, R. da S.; SILVA, R. M. da	XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2019.
143	Problema da coroa do Rei Hieron II: soluções experimentos utilizando materiais de baixo custo	NETO, J. A. N.; CASTRO, R. C. de	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
144	Desenvolvimento de	MARQUES, M. D.	XXIV Simpósio

	experimento de baixo custo baseado no interferômetro de Michelson-Morley para suporte ao ensino da ótica	R.; SOUZA, J. S.; CARNEIRO, M. A.; MORAIS, M. C.	Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
145	Desenvolvimento de dispositivo de controle IOT de baixo custo para sistema de condicionamento de ar com propósitos de eficiência energética em prédio público e ensino por projeto experimental	ANDRADE, V. S. de; CAMPOS, E. C.; ROQUE, R. F.; AMARAL, T. da S.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
146	Método de baixo custo para obtenção da densidade de líquidos em sala de aula	WALKER, L.; RUBINI, G.; PENELLO, G. M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
147	Materiais de baixo custo e práticas experimentais no ensino de física: um olhar para dissertações e teses	BÓRIO, A. B.; BENASSI, C. B. P.; STRIEDER, D. M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
148	Laboratório remoto de baixo custo para atividades investigativas em circuitos resistivos	OLIVEIRA, S.; LEITÃO, U. A.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
149	PIBID multidisciplinar de física e ciências naturais: a importância da contextualização através de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo e sucatas	BARROS, G. N.; OLIVEIRA, G. de S. A.; LEITE, E. F. P.; JUNIOR, L. G. de M.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
150	O estudo da física moderna e contemporânea a partir de um espectrômetro de baixo custo	FRANCO, A.; MIOTTO, R.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
151	Sonda espacial microcontrolada de baixo custo: potencializando aprendizagem em cinemática no ensino de física	ALVES, T. S.; DIAS, B. L. do N.; ANJOS, V. de C. dos	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
152	Aplicação de um barômetro de baixo custo como meio de ensino	COLOMBO, G. T.; SILVA, A. G. da; GLEDEN, J. A. A. L.; NEVES, M. C. D.	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, <i>Online</i> , 2021.
153	Medida de viscosidade de óleos lubrificantes utilizando material de baixo custo e vídeo análise	CUNHA, S. D. da; FIGUEIREDO, K. S. L. de	XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física,

			<i>Online, 2021.</i>
--	--	--	-----------------------------

Fonte: Dados da pesquisa