



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

THIAGO ALMEIDA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM SALA DE AULA:
UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA NO ENSINO DE FÍSICA**

**BELÉM
2021**

THIAGO ALMEIDA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM SALA DE AULA:
UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA NO ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Licenciado em Física.

Área: Ensino de Física, Experimentação

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

BELÉM

2021

MACHADO, T.

/ Thiago Machado. — Belém, 2021.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará,
como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Licenciado em Física.

A Utilização de Experimentos de Baixo Custo em Sala De Aula:

Uma Revisão da Bibliografia no Ensino De Física.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Silva

1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3. Baixo Custo. 4. Revisão Bibliográfica



THIAGO ALMEIDA MACHADO

**A UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM SALA DE AULA:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA NO ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Física da Universidade Federal
do Pará, como parte dos requisitos para a
obtenção do Grau de Licenciado em Física.
Área: Ensino de Física, Experimentação.

Aprovado em: _____ de _____ de 2020.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rubens Silva – Orientador, FACFIS/UFPA

Componente da Banca Examinadora

Componente da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Delry Pereira Machado e Andrea Almeida Machado, por nunca desistirem de acreditar em minha formação acadêmica e pela essencial contribuição em todos os momentos da minha vida.

Ao Mundo de Sofia “Sentimos que tomamos parte em algo misterioso, e gostaríamos de esclarecer de que modo tudo está relacionado” (GARDEER, Jostein).

A minha esposa Karine Ximendes Verício, por todo amor, dedicação e infinita honra em permitir compartilhar a vida e todas as experiências que ela proporciona.

Aos professores Dr. Luis Carlos Bassalo Crispino e Dr. Rubens Silva pela oportunidade e confiança nas atividades desempenhadas nos projetos Museu Interativo da Física (MINF/UFPA), Núcleo de Astronomia (NASTRO/UFPA), Laboratório de Demonstrações (LABDEMON/UFPA) e Laboratório Itinerante de Física da UFPA.

Aos professores e professoras Dr. Marcelo Costa de Lima, Dra. Silvana Perez, Msc. João Batista do Nascimento, Dr. Ednilton Santos de Oliveira, Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha, e Dr. Francisco Ferreira de Sousa por contribuírem de forma expressiva em seus ensinamentos na graduação.

Aos amigos de projeto Jocasta Caldas, Rodrigo Vaz, Rodrigo Ozela, Kaleb Lopes, Carlos Martins, Cezzar Paes por todas as contribuições significativas em minha caminhada acadêmica.

Aos outros amigos do curso Isabel Andrade, Moisés Coelho, Amanda Christina, Fábio Leite e Suzana Costa por estarem ao meu lado nesta graduação.

Aos amigos Igor Corrêa, Fabrício Calado, Raphael Alves, Eder Salviano, Joice Ribeiro, Nerllem Maschmann, Felipe Valino, Aldenora Gonsalves, Suzana Caldas, Marllon Santos, Karla Thamires, Eduardo Teixeira, Jade Souza e Jefferson Feijó pela amizade e parcerias imprescindíveis da vida.

A todos os outros familiares, professores e amigos que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente neste percurso.

RESUMO

O Ensino de Física ao longo das últimas décadas, vem se adaptando a novas tendências, motivadas pelo grande desenvolvimento tecnológico, que atinge diversas áreas. Por exemplo, no campo das pesquisas em Ensino de Física, percebemos algumas tendências de se inserir novas metodologias voltadas para o uso de práticas mais sofisticadas e tecnológicas na Educação Básica. Neste contexto, percebemos que há algumas problemáticas quanto a utilização destas práticas, por parte dos professores, no Ensino de Física. Podemos citar uma série de questões que contribuem para esta situação como a falta de acessibilidade, a falta de motivação na carreira, falta de políticas públicas e os déficits na formação. Assim, o Experimento de Baixo Custo (EBC), aparece como uma alternativa viável na condição de tornar a Física mais atrativa aos alunos, em diferentes contextos, como as práticas educativas remotas, ocasionadas atualmente pela Pandemia do novo Corona Vírus (SARS – CoV2). Com isto, o presente trabalho propõe uma Revisão Bibliográfica de duas Revistas Nacionais (Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física), com o intuito de responder a algumas questões norteadoras sobre a relação entre as pesquisas em Ensino de Física e a utilização dos EBC em sala de aula. A presente pesquisa tenta compreender se há um interesse da comunidade científica brasileira, nestas abordagens experimentais, suas caracterizações, relevância e perspectivas para o Ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Experimentação, Baixo Custo, Revisão Bibliográfica.

ABSTRACT

Physics education over the last decades has been adapting to new trends, motivated by great technological development, which affects several areas. For example, in the field of research in Physics Teaching, we noticed some tendencies to insert new methodologies aimed at the use of more sophisticated and technological practices in Basic Education. In this context, we realize that there are some problems regarding the use of these practices, by the teachers, in Physics Education. We can mention a series of issues that contribute to this situation, such as the lack of accessibility, lack of career motivation, lack of public policies, and deficits in training. Thus, the Low-Cost Experiment (LCE) appears as a viable alternative on the condition of making Physics more attractive to students, in different contexts, such as remote educational practices, currently caused by the Pandemic of the new Corona Virus (SARS - CoV2). Thereby, the present work proposes a Bibliographic Review of two National Journals (Brazilian Journal of Physics Teaching and Brazilian Physics Teaching Notebook), to answer some guiding questions about the relationship between research in Physics Education and the use of CBE in the classroom. The present research tries to understand if there is an interest of the Brazilian scientific community, in these experimental approaches, their characterizations, relevance, and perspectives for the Teaching of Physics.

Keywords: Physics Teaching, Experimentation, Low Cost, Bibliographic Review.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Filtros de pesquisa utilizados no portal SciELO
Tabela 2	Filtros de Pesquisa utilizados no portal da UFSC
Tabela 3	Quantitativo de artigos por ano, encontrados nos periódicos
Tabela 4	Os artigos da RBEF, pesquisados no portal SciELO
Tabela 5	Os artigos da RBEF, pesquisados no portal de periódicos da UFSC

LISTA DE ABREVIATIVAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
C & T	Ciência e Tecnologia
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DVD	Digital Versatile Disc
EBC	Experimentos de Baixo Custo
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FACFIS/UFPA	Faculdade de Física da UFPA
FMC	Física Moderna e Contemporânea
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LDR	Light Depender Resistor
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais no Ensino Médio
PET	Polietileno Tereftalato
PNEF	Projeto Nacional de Ensino de Física
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
SARS CoV 2	Corona Vírus SARS
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSC

Universidade Federal de Santa Catarina

USP

Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO 2 – UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....	15
CAPÍTULO 3 – O ENSINO DE FÍSICA ATUALMENTE.....	17
3.1 – A Experimentação no Ensino de Física.....	19
3.2 – Experimento de Baixo Custo (EBC).....	21
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA.....	23
CAPÍTULO 5 - TRATAMENTO DE DADOS.....	26
5.1 – Artigos encontrados na RBEF.....	26
5.2 – Artigos encontrados no CBEF.....	27
CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS ARTIGOS.....	29
6.1 – Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF).....	29
6.2 – Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF).....	32
7 – DISCUSSÃO E RESULTADOS.....	36
8 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Durante os anos de 2017 e 2018, tive a oportunidade de estagiar no Colégio Da Vinci, escola de nível fundamental e médio da rede privada de ensino de Belém do Pará. Algumas realidades em âmbito escolar, como as práticas cotidianas de sala de aula, a utilização de um laboratório multidisciplinar, além de atividades como feiras e mostras científicas, fazem parte do dia a dia de alguns professores e alunos no Brasil. Contudo, observa-se que as disciplinas de ciências exatas e naturais, em muitos casos, não “enchem os olhos” da maioria dos educandos.

No estágio referido anteriormente, uma estratégia metodológica utilizada pelos professores de Física, era a utilização de experimentos alternativos e de baixo custo em sala de aula. Alguns projetos de extensão da *Faculdade de Física¹ da UFPA* (FACFIS/UFPA), como o *Museu Interativo da Física²* (MINF/UFPA) e o projeto *Ciência na Praça³*, oferecem um grande subsídio na hora de colaborar ou aplicar metodologicamente as práticas experimentais, visto que o planejamento de aula, fabricação e exposição destes experimentos aos diversos públicos e em diferentes localidades, fazem parte dos objetivos destes projetos.

Assim, percebemos que o Experimento no Ensino de Física pode trazer aos alunos novas percepções da Física, como exemplifica Bezerra *et al.* (2009) “A física deve ser notada como construção histórica, suas dimensões são perceptíveis em obras literárias, peças de teatro ou obras de arte, salas de aula e até mesmo no cotidiano”. Esse olhar, alinhado as práticas experimentais, pode conduzir o aluno a entender a construção histórica e filosófica da ciência, deixando o ensino aprendizagem mais capaz de superar algumas barreiras como expõe Gaspar (p. 34, 1993) “Não há tempo, não há espaço em seus limitados currículos e programas e, mais ainda, não há como acompanhar o vertiginoso progresso científico e tecnológico dos nossos dias”.

¹ facfis.ufpa.br

² <http://www.minf.ufpa.br/>

³ <http://facfis.ufpa.br/node/27>

Historicamente, as observações empíricas-experimentais, sempre foram de grande relevância para a compreensão dos fenômenos Físicos, onde em muitos casos, por tentativas e erros, se formularam experimentos, teorias e equações matemáticas para explicar efeitos distintos na natureza. No ano de 600 a.C., por exemplo, Thales de Mileto, observou que, ao friccionar uma pedra de âmbar, uma resina fossilizada, em pele de animal, conseguia atrair pequenos pedaços de palha (GUEDES, 2003).

Estes efeitos, em muitos casos, também eram percebidos a partir da utilização de ferramentas simples ou “engenhocas”, construídas a base de materiais, também simples, que possibilitavam de certa forma, a observação de algum fenômeno novo e curioso, como o *Versorium* de William Gilbert, exposto no primeiro trabalho científico publicado da história, o livro intitulado *The Magnetic*, de 1600, traz uma agulha imantada, posta sobre um pequeno anteparo, que era usada como dispositivo detector de magnetismo (GUEDES, 2003).

Sabemos que a mais de 400 anos à frente do *Versorium de Gilbert*, atualmente, na era da informação, o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (C & T), ao longo de algumas décadas, vem atingindo diversas áreas, como o campo educacional. Os profissionais deste campo de atuação, sofrem, direta e indiretamente, impactos positivos e negativos destas transformações. No que diz respeito as pesquisas em Ensino de Física, há uma adaptação as estas novas tendências (CARVALHO, SASSERON. 2018), e como forma de exemplificar tais mudanças, encontramos produções voltadas para as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), como a utilização de softwares, plataformas eletrônicas de prototipagens (Via hardware) e linguagens computacionais, aplicadas a práticas experimentais no Ensino de Física (MATHIAS, 2017).

Apesar destes novos direcionamentos, as TIC, no contexto atual, não são utilizadas de forma universal no Ensino de Física, onde segundo Moreira:

Simulações computacionais, modelagem computacional, laboratórios virtuais deveriam estar naturalmente integrados ao ensino de Física século XXI. Celulares também poderiam fazer parte dessa tecnologia que deveria permear o ensino de Física nos dias de hoje. Mas não é assim. É claro que a escola pode não ter a instrumentação necessária, mas a principal razão da não incorporação das TIC no ensino de Física na atualidade é o foco no treinamento para as provas, a ênfase nas “respostas corretas”, no emprego de fórmulas para resolver problemas conhecidos. Isso é ensino de Física? Certamente não [...], (2018, p. 76).

Sabe-se que, a partir de pesquisas como Monteiro e Gaspar (2007 apud MONTEIRO et al. 2010) a utilização de demonstrações experimentais em sala de aula, laboratórios (multidisciplinares), com equipamentos industrializados, aparelhos de medidas ou até mesmo computadores, podem ajudar a melhorar o desempenho de professores e alunos em sala. Estes

recursos podem potencializar, de forma ativa e significativa, o entendimento da disciplina, onde a prática experimental pode ocorrer, por exemplo, em grupos de alunos trabalhando de forma cooperativa, aplicando conceitos e procedimentos físicos em situações que lhes façam sentido (MOREIRA, 2018).

Assim, percebemos que algumas problemáticas conduzem o professor a não conseguir oferecer uma melhor experiência de ensino-aprendizagem aos seus alunos, estando, assim, longe de novas práticas, metodologias e pesquisas. Alguns fatores, podem estar no alicerce destas problemáticas, como a baixa qualidade nas condições de trabalho, o baixo impacto das pesquisas básicas em Ensino de Física, a cultura da testagem, onde os alunos são preparados, apenas para responderem questões de prova corretamente (*teaching for testing*), a não incorporação das TIC no sistema de ensino de forma geral, visto que o principal foco das escolas, é o treinamento para as provas com ênfase nas “respostas corretas” e a formação docente deficiente em alguns aspectos curriculares, onde, em muitos casos, o ensino é realizado de forma mecanicista (MOREIRA, 2018).

Neste contexto, uma possível solução para o professor conseguir melhorar suas atividades em sala de aula, é a confecção de experimentos alternativos, acessíveis e fáceis de se encontrar. Estes experimentos, poderão servir como instrumentos metodológicos em aulas, oficinas, ciclo de seminários, e ainda, poderão ser utilizados em mostras e feiras científicas em formatos de projetos de ciência. Práticas associadas a estes experimentos, podem fazer o aluno passar a “ver” o extraordinário no ordinário (D’ÁVILA, 1999).

Diante disso, a presente pesquisa foi norteada por questionamentos, como “os artigos publicados, estão relacionados aos experimentos de baixo custo?”, “Os artigos publicados, estão relacionados a utilização de EBC em sala de aula?”, “que mostram os artigos, quanto as produções científicas voltadas a utilização de EBC?” e “que mostram os artigos, quanto a relevância de se utilizar EBC em sala de aula? Estes questionamentos se fizeram necessários, a partir da vontade de se obter um melhor entendimento dos decorrentes paralelos traçados entre as publicações científicas, e a utilização dos EBC em sala de aula.

Dado o exposto, a presente monografia pretende revisar os artigos no período compreendido entre os anos de 2011 a 2020, da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), buscando um panorama geral dos artigos relacionados ao Ensino de Física e a utilização de Experimentos de Baixo Custo (EBC) em sala de aula.

CAPÍTULO 2

UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

O primeiro Plano Nacional de Educação (PNE) surgiu em 1962, elaborado já na vigência da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei 4024/61 de 20 de dezembro de 1961, pelo Conselho Federal de Educação. Era basicamente um conjunto de metas quantitativas e qualitativas a serem alcançadas em oito anos.

Posteriormente o Brasil, já na época da ditadura militar, tentava agregar seu regime desenvolvimentista às universidades e ao ensino como no caso da Lei de Diretrizes e Bases 5692/71, lembrando que o Presidente detinha poderes de concessão á reitores e suas respectivas escolhas. Muitas empresas vieram ao Brasil neste período, havendo uma explosão do comércio com as multinacionais. Neste contexto, também se reformulou a estrutura do ensino básico dando ênfase ao ensino técnico e o Ensino de Física ganhou novos objetivos, com o aumento da carga horária e dos conteúdos ministrados, a partir do projeto *Physical Science Study Committee* (PSSC), primeiramente implementado nos Estados Unidos, posteriormente, absorvido pelos países da América Latina, como o Brasil (ROSA; ROSA. 2012).

Por volta deste período também, mais precisamente, em janeiro de 1970, ocorreria o 1º Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), na USP, em São Paulo, organizado pelo professor, Hernest Hamburger, no qual, se obteve alguns planejamentos que deram início aos grupos de ensino, que mais tarde, participariam do Projeto Nacional de Ensino de Física (PNEF), que culminaram nos primeiros cursos de Pós Graduação em Ensino (USP, UFRGS), oportunizando a reflexão das práticas docentes por pesquisadores e professores.

Apesar das práticas experimentais, com materiais de fácil acesso, serem presentes no PNEF deste período, o que se percebe é que a responsabilidade de obtenção e interesse, destes experimentos é repassada, quase que totalmente para o aluno, onde este experimento seria um mero representativo de fórmulas e o professor apenas um integrante deste processo (MOREIRA, 2011).

Deste período, até a constituição de 1988, o Brasil, vivenciou, política e socialmente, muitos contrastes e atrasos, pois o Estado detinha uma grande influência nas decisões e na autonomia do Ensino.

A Constituição de 88, veio estabelecer novos parâmetros para a Educação Básica no Brasil, como podemos perceber no art. 22 que estabelece os fins da educação básica:

A educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1988).

Já nas últimas décadas, o Brasil vem realizado significativas reformas e mudanças em todos os níveis de ensino. Tais como, avanços na ampliação do acesso; na permanência, com a elevação da quantidade de alunos que concluem o ensino médio; na ampliação do número de profissionais da educação e da escolarização dos mesmos; na criação de um sistema de avaliação estruturado e tecnicamente sólido; no desenvolvimento de mecanismos de descentralização da gestão, enfim, no aumento de políticas, programas, planos, leis, diretrizes e propostas para melhorar a qualidade da educação nacional (SANTOS, 2013).

Ressaltamos esta evolução, no que diz respeito a políticas públicas voltadas para a Educação, como menciona Costa e Barros:

[...] a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDBEN (BRASIL, 1996), em 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-PCNEM (BRASIL, 2002b), em 1997, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação-DCN (BRASIL, 2002a), em 2001, o Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM, em 1998, o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes-ENADE (BRASIL, 2004), em 2004, e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva – PNEE (BRASIL, 2008), em 2008. (2015, p. 10981).

E dentro destas novas políticas públicas, foram redefinidos os objetivos do ensino médio, segundo o PCNEM:

Os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (2000, p. 6).

CAPÍTULO 3

O ENSINO DE FÍSICA ATUALMENTE

Com essas novas propostas, o papel do professor em sala de aula, veio adquirindo, em teoria, novos significados. Segundo alguns pensadores, há uma preocupação com o aspecto cultural do aprendiz, como ressalta Monteiro:

[..] as pesquisas em ensino de Ciências têm apontado para a importância de ressignificar os papéis de alunos e professor em sala de aula. Trabalhos como os de Mortimer e Scott (2002), Orsolini (2005), Monteiro et. al (2007) e Bozelli e Nardi (2012) propõem que o professor seja o sujeito que introduz o aprendiz no contexto cultural, a partir de um processo de mediação entre suas ideias e concepções e o saber formal. Esses autores defendem também que os alunos possam ocupar uma posição mais ativa em sala de aula, não se limitando apenas a assistir a exposição do professor, anotar e, resolver alguns exercícios de fixação. (2016, p. 2).

O Ensino de Física também vem tentando acompanhar, atualmente, às mudanças e transformações sociais, provenientes do desenvolvimento científico-tecnológico. Porém, ainda existem muitos desafios no que diz respeito Ensino de Física. O educador ainda enfrenta diversas dificuldades na busca por um melhor desempenho na relação Ensino-Aprendizagem.

Neste sentido, ainda percebemos que o Ensino de Física nas escolas públicas, segundo Costa e Barros:

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. (2015, p. 10981).

O IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), referente ao 3º ano do ensino médio das Escolas Estaduais e Municipais da Rede Pública de Ensino de Belém do Pará, possuem uma maioria de notas menores do que 3,5, desde 2005¹.

Todas estas questões no âmbito das escolas públicas, geram muitas dificuldades em relação ao ensino das ciências, que culminam para grandes índices de reprovação e desistência do Ensino Médio por parte dos jovens. Colaboram ainda, para este quadro caótico, a falta de formação continuada para os professores que acabam por adotar práticas pedagógicas tradicionais e que causam cada vez mais desinteresse por parte dos estudantes (SILVA, 2019).

¹ <http://ideb.inep.gov.br>

No que diz respeito a formação do profissional docente em Física, percebemos que ainda há uma tendência mecanicista na graduação, como afirma Moreira:

[...] parece que nunca saímos do paradigma do livro. Em nosso ensino de graduação, tanto nas disciplinas de Física Geral como nas avançadas, é o livro de texto quem determina o nível do curso, a ementa, o programa, a seqüência das aulas, enfim, o plano de ensino da disciplina. O laboratório parece ser uma obrigação incômoda para muitos professores; o ideal aparenta ser explicar, ou simplesmente repetir, o que está no livro e dar uma lista de problemas para os alunos. (2000, p. 95).

E ainda temos a percepção de que as escolas de ensino fundamental e médio, estendendo para o ensino praticado nas Universidades, de forma geral, são ineficientes em sua prática de ensino (VALADARES; MOREIRA, 1998). Essa ineficiência, pode ser comprovada a partir de dados do Governo Federal, IDEB (2015). Dados do censo escolar divulgados pelo INEP em janeiro de 2018, revelaram que apenas 38,8% da Rede Pública de Ensino, possuía laboratórios de Ciência, onde, as escolas estaduais e municipais, estão bem abaixo das escolas federais (com 83,4%), ofertando 37,5% e 28,5% dos laboratórios (MEC, 2018).

Podemos ainda, enaltecer outros pontos negativos dentro deste aspecto, que contribuiu de forma negativa para a formação docente e o Ensino de Física nas escolas ao longo de décadas como as falhas conceituais, ausência de conteúdos e falha na habilitação para o ensino laboratorial, a taxa de formandos na Licenciatura e no Bacharelado (grande evasão nos cursos de Física), ainda são problemáticas pertinentes (MEGID NETO; FRACALANZA; FERNANDES, 2005).

Contudo, dentro do Campo Teórico da Psicologia, Epistemologia e Sociologia, o Ensino de Física vem tendo avanços positivas através dos pensamentos de Piaget, Ausebel e Vigotsky, porém o que se percebe é que:

Mesmo perante os avanços das pesquisas e à amplitude de temas na área de ensino de Física, é importante destacar que pouco resultado vem aparecendo na prática pedagógica dos professores. Há um relativo distanciamento entre o que é produzido no âmbito acadêmico e o que, de fato, chega aos professores que atuam no ensino médio. (ROSA; ROSA. 2012).

Apesar de todas estas problemáticas citadas, dentro do sistema educacional, as pesquisas em Ensino de Física vêm crescendo a cada ano. O que se percebe, é que, em sua grande maioria, essas pesquisas estão dentro de tópicos como a física no cotidiano; equipamentos de baixo custo; ciência, tecnologia e sociedade; história e filosofia da ciência; física contemporânea; e, mais recentemente as novas tecnologias (MOREIRA, 2000).

Ainda, percebemos que estas propostas estão mais voltadas para o aprendiz, conduzido pelo educando, a uma participação mais ativa e colaborativa, se tornando um agente mais importante e principal da prática educacional. Estas perspectivas levam a crer, que uma formação de qualidade é resultado de práticas que possibilitam o aluno a ter uma visão crítica, intuitiva e participativa em sociedade, onde teremos indivíduos que compreendem os avanços tecnológicos, possuem fundamentação teórica, responsabilidade, além de terem consciência de suas possibilidades de interferir em seus grupos sociais (THOMAZ, 2000).

Assim, percebemos que ainda há um longo caminho para que possamos universalizar as aplicações e propostas pedagógicas no Ensino de Física, que vem se desenvolvendo, por meio da pesquisa científica de forma otimista nos últimos anos, mas que ainda esbarra em problemáticas complexas e estruturais, que tornam, por exemplo, as práticas experimentais, principalmente na escola pública, ineficientes.

3.1 - A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

O experimento, dentro das novas perspectivas e experiências didáticas, une-se de forma mais efetiva, ao cotidiano dos educandos, trazendo um papel fundamental, dissociativo e interdisciplinar. Há uma mudança de paradigma, onde o experimento não está mais no centro do processo, como um objeto passível de utilização técnica e teórica, mas sim, como um mediador em perspectiva social, agregando valor cultural em suas transposições didáticas, metodológicas, podendo ser versátil ao tempo, ao espaço e ao diálogo (ALVES FILHO, 2000).

Também notamos que o experimento pode ganhar significados diversos no escopo das pesquisas em Ensino de Física, onde percebemos que, pesquisas em ensino por investigação alinhadas às propostas construtivistas, vem ganhando, cada vez mais espaço, por se tratarem de propostas, que tornam o ensino-aprendizagem realmente diferente das mais tradicionais, onde podemos definir a atividade experimental, segundo Alves Filho:

Em suma, a atividade experimental deve ser interpretada como um instrumento didático, como o livro-texto ou outro meio a ser utilizado quando do diálogo construtivista entre professor e estudante. Através dela, a negociação se faz presente ao concretizar ambientes didáticos mostrar in loco, a acomodação ou o amoldamento da teoria aos fatos e as limitações teóricas envolvidas. Descarta o dogmatismo e o determinismo teórico que se mostra nos livros-texto, onde a natureza parece se adaptar aos Princípios Físicos e não o contrário. (2000, p. 265).

E ainda, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) define as finalidades do fundamento científico-tecnológico da produção dos saberes:

- A compreensão e a utilização dos conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico, e dos procedimentos metodológicos e suas lógicas;
- o reconhecimento da necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus próprios conhecimentos;
- a apropriação das linguagens das tecnologias digitais e a fluência em sua utilização;
- a apropriação das linguagens científicas e sua utilização na comunicação e na disseminação desses conhecimentos. (2018, p. 466).

É notório que as práticas experimentais no Ensino de Física, também ganharam ao longo do tempo, uma quantidade maior de trabalhos e linhas de pesquisas no cenário nacional (MORAES, 2000). Neste aspecto, por exemplo, temos mudanças no que se refere à caracterização dos laboratórios didáticos. Podemos elencar alguns fatores característicos principais, das práticas mais tradicionais, como o próprio trabalho prático; a manipulação de materiais; o desenvolvimento de habilidades e transferência do aprendizado. Já, para um laboratório construído nos moldes construtivistas, podemos ter melhorias na mediação entre a realidade e teoria; redução de interpretações ambíguas; descrição expositiva dos fenômenos; universalidade de significados; participação ativa dos alunos; tratamento de idéias prévias e desenvolvimento investigativo de hipóteses, tudo isto, em um ambiente mais descontraído, longe de julgamentos e avaliação (ALVES FILHO, 2000).

Porém, Araújo e Abib, alertam que, na realidade, estas novas propostas, ainda estão distantes das práticas de ensino:

Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino, restritas a demonstrações fechadas e a laboratórios de verificação e confirmação da teoria previamente definida, o que sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para um ensino de Física significativo e consistente com as finalidades do ensino no nível médio. (2002, p. 117).

As situações expostas acima, também não estão de acordo com a Base Nacional Curricular Comum, quando se trata das Competências Gerais da Educação Básica, como exemplo:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BNCC, 2018, p. 9):

Desta forma, ainda percebemos uma falta de coerência entre o campo da pesquisa em Ensino de Física, as novas propostas, competências, metas e objetivos da BNCC e o que temos hoje em dia nas escolas, em relação as práticas experimentais. Em teoria, podemos citar como exemplos, as significativas melhorias nas propostas relacionadas aos laboratórios didáticos e ao papel da experimentação no Ensino de Física, porém, na prática, ainda há um grande distanciamento da utilização destas propostas por parte dos educadores.

3.2 - EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO

Podemos definir o Experimento de Baixo Custo (EBC), segundo Moreira:

O experimento de baixo custo é aquele cujo material seja reutilizado ou adquirido facilmente no mercado comparado com o valor dos experimentos vendidos comercialmente e que substitui o experimento que normalmente seria realizado em um laboratório convencional, ou seja, serve como uma abordagem paliativa às vezes definitiva. (2015, p. 20).

No Brasil, como já vimos anteriormente, temos inúmeras situações que podem levar o professor a utilizar os EBC em sala de aula. A falta de estruturas laboratoriais adequadas, bem como as deficiências na formação docente e uso excessivo do material didático que leva o educador a uma margem de tempo restante muito pequena, para a realização de outras atividades.

Neste aspecto, o EBC pode ser uma alternativa viável para o professor não abandonar as práticas experimentais, já que a partir do manuseio de materiais simples e de fácil acesso, este educador, além de poder criar estes aparatos experimentais em um tempo consideravelmente curto, conseguirá oferecer aos seus alunos, além de uma aula mais atrativa, a oportunidade de confeccionarem suas próprias experiências, tendo estes, a partir disso, mais contato com a utilização dos métodos e práticas experimentais.

Um aspecto mais atual que, de alguma forma, serve como tema da discussão da utilização dos EBC em sala de aula, é a pandemia causada pelo novo Coronavírus (SARS CoV 2) que se iniciou no ano de 2020. Até hoje, percebemos um grande esforço de toda a comunidade acadêmica e educacional, para tentar, de alguma forma, conseguir continuar os processos educacionais de forma remota, como cita Souza de Paula *et al*:

A pandemia de Covid-19 no início de 2020, paralisando todo o planeta, obrigou a maioria dos educadores a se adaptar rapidamente e não só aprender como também adotar novas plataformas de ensino em um curtíssimo espaço de tempo (2020, p. 2).

Neste atual contexto, os novos espaços remotos de sala de aula, trouxeram uma limitação espacial, da própria sala de aula, que passou a ser virtual e dos laboratórios didáticos multidisciplinares.

Logo, percebemos que os EBC, podem ser de grande relevância para este momento, servindo como alternativa para professores e alunos, que em muitos casos, se encontram em isolamento social. Este isolamento, vem exigindo ao sistema educacional, a ocorrência de práticas docentes e de outras capacitações, por vias eletrônicas como o computador, o aparelho celular e outros. Destacamos também, que a própria origem dos EBC, pode facilitar o acesso e a manipulação, de todos os envolvidos neste processo ensino-aprendizagem remota.

De forma geral, os EBC podem contribuir na relação de todos os paradigmas educacionais já mencionados até aqui, servindo como uma solução viável e poderosa, podendo ser uma solução paliativa e a longo prazo, carregando aspectos importantes, como a facilidade no acesso de seus materiais e diversas possibilidades metodológicas, contribuindo nos processos de ensino-aprendizagem em sala de aula. (MOREIRA, 2015).

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Os passos desta pesquisa bibliográfica foram fundamentados em Gil (2002), onde, inicialmente, foram pontuadas as problemáticas da pesquisa a serem investigadas, e a partir disto, desenvolvemos perguntas norteadoras as quais, algumas delas, acabaram como os objetivos específicos do trabalho.

Após isto, fez-se o levantamento inicial da pesquisa, onde primeiramente, houveram buscas pelo material de apoio (livros e artigos relacionados ao tema); após isso, para cada material de apoio, destinamos uma ou algumas seções do trabalho; e por fim, foram delimitados os periódicos a serem pesquisados, dando início ao levantamento dos artigos que continham as características para responder as problemáticas levantadas anteriormente.

Como já citado anteriormente, os periódicos pesquisados foram a *Revista Brasileira de Ensino de Física*¹ (RBEF) e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*² (CBEF). As revistas citadas, foram escolhidas por serem revistas que tratam de temas relacionados ao Ensino de Física, da utilização de experimentos em sala de aula, além da própria divulgação científica (Para mais informações, acessar os links da nora de roda pé).

Para o levantamento da pesquisa bibliográfica, foram utilizados como critérios de inclusão e exclusão, artigos na área do Ensino de Física que tratavam de EBC em sala de aula no Ensino Médio.

Entre os dois periódicos, o primeiro pesquisado foi a RBEF. Para esta tarefa, utilizamos o portal *A Scientific Electronic Library Online*³ (SciELO), uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros.

¹ <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>

² <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

³ <https://search.scielo.org/>

No portal (SciELO), utilizamos os filtros de pesquisa destacados na tabela 1:

Tabela1. Filtros de Pesquisa utilizados no portal SciELO

Opção de Filtro	Selecionado
Coleções	Brasil
Periódico	Revista Brasileira de Ensino de Física
Idioma	Português
Ano de Publicação	De 2011 a 2020
Tipo de Literatura	Artigo

Fonte: (MACHADO, 2021).

Os demais filtros da SciELO como: “Áreas Temáticas”, “Índice de Citações”, “Citáveis e Não Citáveis” não foram utilizados, já que, as Palavras-chave (Ensino de Física, Material de Baixo Custo e Ensino Médio), bem como os filtros apresentados na tabela 1, atenderam as necessidades da pesquisa.

O próximo periódico pesquisado foi o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Para esta tarefa, consultamos o sítio de Periódicos da UFSC¹, onde foram delimitados, os artigos por filtros relacionados a pesquisa, como destacado na tabela 2:

¹ <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

Tabela 2. Filtros de Pesquisa utilizados no portal da UFSC

Opção de Filtro	Selecionados
Periódico	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
Coleções	Brasil
Idioma	Português
Temas centrais	Ensino de Física; Material de baixo custo
Ano de Publicação	De 2011 a 2020

Fonte: (MACHADO, 2021).

Para o CBEF, primeiramente, foi feita uma pesquisa explanatória em todas as seções da revista. Após isto, os artigos foram sendo separados, com base nos filtros da tabela 3.

A quantidade de artigos encontrados nos dois periódicos, relacionados ao tema e ao período da pesquisa, estão na tabela 4:

Tabela 3. Quantitativo de artigos encontrados nos periódicos.

Revistas	Número de Artigos Levantados Durante a Pesquisa										
	Ano										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
CBEF	4	3	3	1	5	2	5	2	1	1	27
RBEF	0	2	0	5	3	2	1	0	3	1	17

Fonte: (MACHADO, 2021).

Alguns artigos não foram selecionados, já que estes, consideravam como foco principal a utilização de recursos de mídias digitais e da informação (TIC) no Ensino de Física e a necessidade da utilização de um computador. Os espaços referentes as práticas experimentais, também foram levados em consideração, onde por exemplo, foram excluídos, os artigos que se utilizavam de espaços fora da sala de aula, como a quadra de esportes e atividades específicas de laboratório.

Assim, foi feito um balanço das características dos artigos, nos dois periódicos, visando obter uma melhor percepção acerca da utilização de EBC em sala de aula, descrevendo alguns pontos relevantes dos conjuntos de artigos, analisando as propostas de EBC e buscando respostas em consonância com os objetivos propostos.

CAPÍTULO 5

TRATAMENTO DE DADOS

5.1 – ARTIGOS ENCONTRADOS NA REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA

Os artigos da RBEF estão listados na tabela 4, abaixo:

Tabela 4 - Artigos da RBEF, pesquisados no portal SciELO

Nº	Artigo
1	Da física clássica à moderna: o simples toque de uma sirene (V.34, nº3, 2012)
2	Uso do “Espelho de Lloyd” como método de ensino de óptica no Ensino Médio (V. 34, nº 4, 2012)
3	Refrigerador termoelétrico de peltier usado para estabilizar um feixe laser em experimentos didáticos (V. 36, nº 1, 2014)
4	Construção de um dilatômetro e determinação do coeficiente de dilatação térmica linear (V. 36, nº 1, 2014)
5	Ouvido mecânico: um dispositivo experimental para o estudo da propagação e transmissão de uma onda sonora (V. 36, nº 1, 2014)
6	O paradoxo cinemático de Galileu (V. 36, nº 1, 2014)
7	Construção geométrica e demonstração experimental da formação da imagem ciclópica" em uma associação de dois espelhos planos (V. 36, nº 4, 2014)
8	Determinação experimental da constante de Boltzmann a partir da curva característica corrente-voltagem de um diodo (V. 37, nº 1, 2015)
9	Uma atividade experimental sobre sombras inspirada em um cartum (V. 37, nº 3, 2015)
10	Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo (V. 37, nº 4, 2015)
11	Ensino da visão cromática através de aparato com LEDs coloridos (V. 38, nº 3, 2016)
12	O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física (V. 38, nº 4, 2016)

13	Construção de uma maquete de sistema planetário como atividade auxiliar ao ensino de astronomia nos cursos de física (V. 39, nº 3, 2017)
14	Refração luminosa em recipientes preenchidos parcialmente com água: análise de problemas e proposta experimental (V. 39, nº 3, 2019)
15	Construa você mesmo: sensor de chuva (V. 41, nº 1, 2019)
16	Determinação da densidade de líquidos imiscíveis pelo princípio de Stevin (V. 41, nº 3, 2019)
17	Lentes de gelatina (V. 42, nº 1, 2020)

Fonte: (MACHADO, 2021).

5.2 – ARTIGOS ENCONTRADOS NO CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA

Os artigos do CBEF, estão listados na tabela 5, abaixo:

Tabela 5 - Artigos da RBEF, pesquisados no portal de periódicos da UFSC

Nº	Artigo
1	O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford (v.28, nº 1, 2011)
2	Professor, por que meu termômetro não funciona? (v.28, nº 2, 2011)
3	Construção de um dilatômetro e medida do coeficiente de dilatação linear médio de um tubo de cobre (v.28, nº 2, 2011)
4	Exploração de alguns conceitos do eletromagnetismo no movimento do braço de um disco rígido (v.28, nº 2, 2011)
5	Localizando pedacinhos do céu: constelações em caixas de suco (v.29, nº 1, 2012)
6	Física moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico (v.29, nº 2, 2012)
7	Abordagem experimental da força de atrito em aulas de física do ensino médio (v.29, nº 3, 2012)
8	Um objeto-modelo didático do movimento aparente do sol em relação ao fundo de estrelas (v.30, nº 1, 2013)
9	Uma versão compacta do motor elétrico de Faraday para demonstração em sala de aula (v.30, nº 2, 2013)

10	Espeelhos esféricos confeccionados com materiais acessíveis para demonstração de formação de imagens em sala de aula (v.30, nº 2, 2013)
11	Globo de plasma: uma montagem simples com amplo potencial para discussões em sala de aula (v.31, nº 2, 2014)
12	O ensino de astronomia: recriando uma esfera celeste didática (v.32, nº 1, 2015)
13	Uma alternativa de baixo custo ao experimento de óptica denominado comercialmente “Magic Hologram – Mirage 3D” (v.32, nº 1, 2015)
14	A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a física clássica e física moderna (v.32, nº 2, 2015)
15	Câmara escura estéreo: construção e atividades experimentais (v.32, nº 3, 2015)
16	Arquitetura óptica: análise de um modelo de associação de espelhos cilíndricos como representação dos prédios da Procuradoria Geral da República (v.32, nº 3, 2015)
17	Dois atividades experimentais sobre associações de espelhos e lentes inspiradas por questões de vestibulares (v.33, nº 1, 2016)
18	Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de astronomia (v.33, nº 3, 2016)
19	Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando materiais de baixo custo (v.34, nº 1, 2017)
20	Aparato experimental para o ensino de tópicos da eletrostática: o eletroscópio com transistor de efeito de campo (v.34, nº 1, 2017)
21	Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no Ensino de Física (v.34, nº 1, 2017)
22	As cores da bandeira brasileira em diferentes cenários de iluminação (v.34, nº 2, 2017)
23	Espectrômetro amador: quantificando comprimentos de onda (v.34, nº 3, 2017)
24	Determinação da densidade linear de carga de um canudinho de refresco (um experimento simples e de materiais acessíveis) (v.35, nº 1, 2018)
25	Estudo da queda livre em aulas de Física no ensino médio a partir de um marcador de tempo e da História da Ciência (v.35, nº 3, 2018)
26	Uma proposta de baixo custo para experimentos com raios catódicos (v.36, nº 1, 2019)
27	Construção de um pêndulo com ímã e bobina destinado ao ensino do eletromagnetismo (v.37, nº 2, 2020)

Fonte: (MACHADO, 2021).

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DOS ARTIGOS

6.1 - REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA (RBEF)

O artigo 1, faz uma aplicação com materiais de menor custo possível, que poderão auxiliar um professor no ensino médio. Este artigo é voltado para turmas do 3º ano do ensino médio, onde o objetivo principal é tornar mais acessíveis tópicos como quantização de energia, modelo corpuscular da luz e condução da eletricidade em sólidos, através da utilização de um experimento que engloba materiais reutilizáveis como uma Sirene Usada, LDR (Light Depender Resistor), uma ponteira laser e carregadores de celular ligados em série. Ao final deste artigo, há uma sugestão dos autores em abordagens melhoradas do experimento, que poderiam ser utilizadas em cursos de graduação.

O artigo 2, aborda um experimento que relaciona a óptica geométrica com a óptica física, fazendo um paralelo ao experimento da dupla-fenda de Young. Percebe-se que este artigo menciona a utilização do aparato experimental no Ensino Médio, com intuito de ter uma atividade complementar as aulas teóricas.

O artigo 3, apresenta um experimento de baixo custo com um efeito de estabilização térmica, de um Laser de diodo, mantido a temperatura controlada e estabilizada. Percebe-se neste artigo uma forte tendência de utilização do experimento em laboratório, mas os autores não deixam esta informação muito clara, bem como o nível de aplicação do experimento, que possui diversos temas e contextos que poderiam facilmente ser abordados no ensino médio, mas possui algumas configurações mais complexas, como o circuito de controle de temperatura utilizado no projeto eletrônico do dispositivo.

O artigo 4, descreve um dilatômetro de baixo custo, que funciona a base de um forno elétrico artesanal. Este artigo não tem nenhuma especificação quanto a utilização em laboratório ou sala de aula. Percebe-se que os autores deixaram esta proposta abrangente ao utilizarem o termo “aulas de Ensino de Física”.

O artigo 5, é uma aplicação experimental de baixo custo, para ser utilizada em sala de aula, com o objetivo de demonstrar através de um “ouvido mecânico”, conceitos de ondulatória e acústica. Este aparato experimental poderá ser utilizado como uma analogia, pois simula as estruturas principais do nosso aparelho auditivo. Percebemos a

interdisciplinaridade entre a Física e a Biologia, visto que são mencionadas as partes anatômicas do aparelho auditivo humano. Os autores também sugerem que esta prática experimental, poderá contribuir, com base na Aprendizagem Significativa, de forma positiva, favorecendo a reflexão do aluno, em partes específicas e gerais, bem como o desenvolvimento de novos conceitos por parte dos alunos.

O artigo 6, demonstra um experimento que relaciona geometria com alguns conceitos da Mecânica. O objetivo deste artigo é demonstrar a resolução, através de um aparato experimental, do paradoxo cinemático de Galileu Galilei. Neste artigo, o autor escolheu a demonstração do experimento em vídeo, onde temos, um aparato geométrico, que funciona a base de efeitos físicos, como os efeitos da Força Gravitacional, construído com materiais acessíveis e de baixo custo.

O artigo 7, trata-se de uma aplicação experimental em óptica geométrica, com uma imagem ciclópica sendo formada a partir de um arranjo de espelhos planos. Há o interesse dos autores em destacar a utilização do experimento no ensino médio, que serviu como uma das motivações principais dos autores. O efeito de justaposição de imagens parciais, segundo o artigo, não é trabalhado ou parcialmente trabalhado nos livros didáticos do ensino médio, onde, em um desses efeitos, temos a formação de imagens ciclópicas.

O artigo 8, tem como principal objetivo, determinar a constante de Boltzmann, através de uma aplicação experimental relacionada aos diodos, que poderá ser adaptada ao ensino médio e até ao nível superior. Como motivação principal, os autores tratam da importância da eletrônica em nosso dia a dia, e de alguns componentes como os diodos. Devido a utilização de materiais de baixo custo, os autores mencionam a não exigência de um laboratório especializado para a realização da tarefa.

O artigo 9, trabalha com a perspectiva de Reconceitualização de atividades experimentais, já que, há segundo os autores, uma deficiência em modelar situações da óptica, em quadro negro ou branco, que na maioria das vezes, não atingem os objetivos de demonstração dos efeitos ópticos em 3 dimensões (3D). Assim, o aparato experimental (sombras em cartum) demonstra efeitos ópticos de sombras em 3D, com aplicações em uma turma do 2º ano do ensino médio.

O artigo 10, utiliza um experimento de baixo custo para demonstrar a natureza ondulatória da luz, a partir da óptica geométrica, que segundo os autores, de forma geral, não é satisfatória para explicar este comportamento ondulatório e fenômenos como a difração e a interferência. A idéia é fazer uma relação entre a óptica geométrica e ondulatória, através de um experimento que busca, medir a espessura de diferentes objetos, através do

fenômeno da difração. Apesar dos autores não delimitarem o espaço de atuação desta prática experimental, percebemos uma tendência ao uso de aparatos laboratoriais, como o uso de micrômetros, utilizados em algumas medidas no artigo.

O artigo 11, segundo os autores, é importante, pois tende a contribuir na interação dos alunos com as tecnologias mais atuais de imagem, bem como a questão da formação das cores (Teoria Tricromática de Young-Helmholtz). O experimento teve um custo inferior a 50,00 reais.

O artigo 12, é um artigo interdisciplinar, que engloba as áreas da Física e da Biologia. Um projetor caseiro, é utilizado para visualizar microorganismos em gotas. Este aparato trás inúmeras aplicações da Óptica, onde o professor também poderá trabalhar o conceito de Calor em sala de aula. Uma das motivações dos autores, é a falta de laboratórios didáticos multidisciplinares.

O artigo 13, trata-se de uma maquete construída com materiais de baixo custo, que demonstram o movimento dos planetas do nosso sistema solar, obedecendo as Leis de Kepler, bem como os movimentos aparentes destes corpos celestes. Neste artigo, é destinado uma seção para a utilização da maquete em sala de aula, onde claramente se expõe a intenção de levar os alunos a perceberem, qual a importância da intuição e do empirismo, trazendo como referência, as observações de Copérnico.

O artigo 14, refere-se a uma abordagem experimental sobre o fenômeno da Refração Luminosa, em recipientes simples. O artigo tenta complementar a visão dos livros didáticos em relação aos efeitos da refração.

O artigo 15, apresenta um dispositivo simples e de baixo custo, que detecta, através de princípios ópticos, gotas de água. Os autores mencionam a possibilidade da utilização deste experimento em um espaço com muitos alunos. O conjunto de prismas, laser e detector, montados em uma base de madeira, podem ser de grande utilidade, em vários tópicos dos fenômenos Ondulatórios e Ópticos.

O artigo 16, tem como objetivo teórico, a explicação dos conceitos de Hidrostática, bem como o cálculo da Densidade de substâncias imiscíveis, através de um EBC. O artigo também referência a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e menciona a prática experimental em sala de aula.

O artigo 17, propõe a construção de lentes, a partir de gelatinas comestíveis. A idéia do artigo é medir a Refração e a Reflexão de um feixe de luz, emitido por um laser, que atingirá as lentes de gelatina. O experimento também sugere uma interdisciplinaridade entre Física e Biologia, visto a simulação dos efeitos óticos relacionados ao cristalino do olho humano.

6.2 – CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA (CBEF)

O artigo 1, descreve um estudo por investigação sobre a imaginação científica no Ensino de Física, em sala de aula. O artigo descreve uma aplicação experimental no ensino médio com materiais de baixo custo, que simula o experimento de Rutherford, onde o aluno poderá perceber (dados as proporções adequadas), como foi realizada a comprovação do núcleo atômico.

O artigo 2, apresenta uma proposta experimental alternativa, de um termômetro caseiro. Este termômetro, segundo os autores, é uma proposta melhorada e corrigida, através da investigação de uma prática analisada em material didático. O trabalho foi aplicado com alunos da rede pública de ensino, mostrando êxito da proposta.

O artigo 3, propõe a construção artesanal de um dilatômetro a base de materiais reutilizáveis e de baixo custo. Os autores mencionam a possibilidade de construção deste experimento na escola ou em casa.

O artigo 4, tem como objetivo uma proposta experimental para evidenciar os efeitos de forças magnéticas dos materiais envolvidos. O que chama a atenção é a reutilização de um disco rígido de DVD. Os autores, também se preocuparam em utilizar como teste, materiais do cotidiano.

O artigo 5, é uma proposta experimental de baixo custo, com o objetivo de levar até os alunos, em sala de aula, a prática de observar constelações e suas respectivas formas. Para isto, é reaproveitada algumas caixas de suco, onde, a prática experimental, tenta suprir algumas limitações, como aulas durante o dia.

O artigo 6, retrata a importância de se inserir os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo escolar, propondo um EBC sobre Efeito Fotoelétrico. A confecção do experimento tem a intenção de explorar assuntos do cotidiano dos alunos, permitindo atingir conhecimentos prévios e estabelecer um fortalecimento das Interações Sociais propostas por Vygotsky. O Experimento permite aos alunos, ouvirem os comandos de um controle remoto, disposto em um circuito feito com matérias simples, onde, os autores, sugerem ao professor, formas de otimizar o tempo desta prática em sala de aula.

O artigo 7, apresenta uma proposta experimental para ser utilizada em sala de aula, sobre a determinação do Coeficiente de Atrito em materiais distintos. Os autores chamam a atenção, para o fato de que, práticas como esta, podem ajudar no entendimento de expressões e comentários mais técnicos como: “iminência do movimento” e “[...] a intensidade da força de atrito estático varia de zero até um valor máximo”. Os autores destacam, que a atividade

proposta pode ser feita com muitas possibilidades de materiais, proporcionando aos alunos, uma melhor compreensão sobre os tipos de atrito e de seus valores máximos.

O artigo 8, é um conjunto de modelos-didático experimentais, que buscam ajudar a responder problemas de Astronomia básica, com interpretações um pouco mais detalhadas dos movimentos dos corpos celestes do nosso Sistema Solar. O conjunto de experimentos permitem aos alunos, terem conhecimento sobre os movimentos da Abóbada Celeste, transformando a sala de aula em verdadeiro mini planetário. Os autores citam Simon e Newel (1956), e chamam a atenção para a relação entre os conteúdos lógicos e psicológicos, mostrando, a importância dos conteúdos psicológicos (ressignificados), que em muitos casos, não são atingidos no ensino-aprendizagem.

O artigo 9, descreve uma proposta de confecção de uma versão compacta do Motor de Indução de Faraday, com materiais de baixo custo, para ser utilizado em sala de aula. A proposta, é melhorar outras versões do Motor de Indução, publicadas anteriormente, reduzindo também, os custos da confecção.

O artigo 10, pretende corroborar com o educador na melhoria do ensino-aprendizagem, com uma proposta didática de Espelhos Esféricos de baixo custo. O experimento possui 19 materiais listados que juntos, formam imagens em um aparato bem simples, que possibilita ver na prática, a formação de imagens em espelhos côncavos e convexos.

O artigo 11, apresenta e explicita a confecção de um Globo de Plasma alternativo de baixo custo. Uma das motivações dos autores é o crescimento atual, na área das pesquisas sobre o Plasma, onde o experimento proposto, de simples confecção, e já utilizado em sala de aula e feiras científicas, pode ser uma boa alternativa para apresentar a Física dos Plasmas aos alunos no ensino médio.

O artigo 12, é uma proposta de uma esfera celeste didática de baixo custo, que pode ser utilizada em sala de aula. Segundo os autores, este experimento, pode enriquecer o ensino-aprendizagem, trazendo assimilação e contextualização aos fenômenos astronômicos.

O artigo 13, é uma alternativa ao experimento comercializável “Mágic Hologram – Mirage 3D”, que demonstra a imagem de um objeto em 3 dimensões vista no ar. O experimento enaltece a discussão do fenômeno da Miragem, além de permitir a análise quantitativa dos pontos conjugados.

O artigo 14, apresenta uma proposta alternativa de construção de uma Câmara de Nuvens. Os autores descrevem que este experimento pode integrar uma discussão sobre as Físicas Clássica, Moderna e Contemporânea em sala. O artigo ainda, propõe que esta prática experimental não precisa estar, necessariamente, engessada no currículo, podendo ser utilizada

em todos anos do ensino médio, bem como nos últimos anos do ensino fundamental.

O artigo 15, demonstra a construção e atividades experimentais de um modelo de Câmera Escura Estéreo. O artigo menciona o caráter multidisciplinar da Câmera Escura, visto que há, vários assuntos da Física, Matemática e Química, que podem ser trabalhados, além da relação entre os tipos de câmeras analógicas e digitais, suas evoluções e utilizações. Os autores ainda abordam a visualização em 3 dimensões, coma utilização de Anáglifos.

O artigo 16, busca, dentro da interdisciplinaridade, relacionar Arquitetura e Física, demonstrando, analogamente, um projeto arquitetônico e um experimento de baixo custo, com intuito de analisar a associação de espelhos cilíndricos.

O artigo 17, envolve duas atividades experimentais de baixo custo, sobre associações de espelhos e lentes. A motivação dos autores é a falta de entendimento por parte dos alunos, por não conseguirem visualizar, de forma mais adequada, os fenômenos Ópticos. Além disso, os métodos experimentais foram inspirados em questões de vestibulares.

O artigo 18, apresenta a construção de um espectroscópio com matéria de baixo custo, que poderá ser utilizado em sala de aula. Propõe-se neste artigo, a identificação da faixa espectral de diferentes fontes luminosas, onde o professor poderá abordar em caráter interdisciplinar, vários conteúdos dentro da Física e da Química.

O artigo 19, é uma proposta de duas práticas experimentais de baixo custo sobre Física Nuclear. A intenção dos autores é atribuir uma proposta experimental ao ensino de Física Nuclear, que segundo os mesmos, não é muito comum no Ensino de Física, visto as dificuldades com os custos e da sensibilidade dos materiais. Uma das propostas de práticas experimentais, é uma câmara de ionização, que poderá filtrar os aerossóis do ar de ambientes fechados, como a sala de aula. Para identificar se há alguma concentração mínima de materiais radioativos leves, como os filhos do Radônio-222.

O artigo 20, descreve uma alternativa de eletroscópio, que utiliza um dispositivo eletrônico chamado Transistor de Efeito de Campo. Este dispositivo, um amplificador controlado por tensão, é utilizado em um conjunto de componentes para detectar eletricidade. Vários conceitos da Eletrostática podem ser trabalhados com o dispositivo, que pode ser utilizado para detectar a condutividade do corpo humano, devido sua sensibilidade.

O artigo 21, descreve uma proposta de construção de um modelo de Usina Hidroelétrica interativa, feita com materiais de baixo custo. Com um pouco de Física acessível, os autores descrevem quantitativamente a prática experimental, demonstrando a pressurização em uma garrafa PET, a rotação da bobina e o funcionamento do gerador, todos componentes do experimento, projetado para ser utilizado em sala de aula.

O artigo 22, apresenta um experimento que busca entender, nossa percepção dos objetos iluminados com fontes de luzes específicas. A motivação deste artigo foram as diferentes respostas acerca do tema, onde os autores perceberam, que vários veículos de ensino-aprendizagem não descreviam uma resposta definitiva para a questão. Os resultados experimentais foram comparados entre os veículos didáticos, onde os autores conseguiram obter de forma analógica, o resultado mais real.

O artigo 23, relata a construção e prática de um espectrômetro no ensino médio. A utilização deste aparato de baixo custo, segundo os autores, pode servir de grande motivação para os estudantes, visto que, a prática, desde a montagem até a testagem do experimento, é visualmente interessante. Esta prática permite a obtenção comprimentos de onda, que podem ser colocados em uma escala, contendo as mais diversas fontes de luz.

O artigo 24, descreve a construção de um experimento simples que pode ser usado para calcular a densidade de carga linear em um bastão (canudo de plástico). Os autores expõem o não compromisso com o espaço específico, como um laboratório, para a realização deste experimento, visto a facilidade e a simplicidade dos materiais utilizados.

O artigo 25, é uma proposta de confecção de um marcador de tempo de baixo custo, para a determinação da Gravidade local. As motivações dos autores vão desde problemáticas, como a superficialidade como alguns tópicos são trabalhados no ensino médio, e citam como exemplo os temas da Cinemática, a falta de entendimento da construção histórica dos temas, até as dificuldades nas percepções dos alunos em relação a posição variando com o tempo e a contribuição da aceleração constante para o movimento.

O artigo 26, demonstra uma adaptação experimental do final do século XIX, sobre Raios Catódicos, onde é possível o cálculo da relação carga/massa. Para estes objetivos, foram utilizados materiais reutilizáveis, como uma televisão de tubo antiga. O artigo também traz a comparação com equipamentos industrializados que possuem finalidades similares, porém com um custo inferior.

O artigo 27, apresenta um pêndulo de baixo custo, que descreve a Lei da indução de Faraday e Lei de Lenz. Com este aparato, pode-se obter resultados da Lei de Faraday e Lei de Lenz, realizando testes relacionados a ângulos de oscilação, além de se obter o sentido da Corrente Elétrica.

CAPÍTULO 7

DISCUSSÃO E RESULTADOS

No total, foram encontrados 44 artigos nos dois periódicos, relacionados a EBC. Vale destacar, que o CBEF, por exemplo, possui uma seção específica voltada para as atividades experimentais no Ensino de Física.

Respondendo a primeira pergunta proposta nos objetivos deste trabalho, percebemos que SIM, os experimentos eram da categoria de baixo custo (alternativos ou reutilizáveis). Notamos, porém, que alguns artigos continham certas peculiaridades e especificidades, em seus materiais e obtenção, como por exemplo, podemos citar uma televisão antiga (Artigo 26, RBEF), uma carcaça de fonte de alimentação de microcomputador (Artigo 3, RBEF) e um disco rígido de DVD usado (Artigo 4, CBEF). Além disso, todos esses exemplos citados anteriormente, se mostraram indispensáveis a montagem ou prática, demonstrada por seus autores.

Respondendo a segunda pergunta, podemos observar que SIM. A maioria dos artigos tratavam do âmbito da sala de aula, especificamente, até mesmo com experimentos adaptados para esta finalidade (Artigo 21, CBEF). Apesar disso, temos exemplos de alguns artigos que não tinham a proposta muito clara, quanto a utilização dos EBC em sala de aula, onde podemos perceber a não especificação do espaço de aplicação, como no Artigo 10 (RBEF), que não mencionou nenhum espaço específico. Contudo, nota-se que estas práticas seriam possíveis tanto no contexto da sala de aula.

Respondendo a terceira pergunta, os 44 artigos têm como características principais, uma detalhada apresentação dos EBC quanto aos materiais utilizados, a descrição da montagem e de suas práticas experimentais. De modo geral, notamos que estas produções científicas reuniam aplicações diretas em pesquisa em Ensino de Física (propostas didáticas), com resultados qualitativos, por exemplo, das interações dos alunos com as práticas experimentais, relacionadas a deduções e verificações (artigo 1, CBEF). Também notamos, que alguns experimentos, já eram utilizados em espaços de ensino formal e não-formal (Gaspar, 2000), como percebemos no Artigo 11 do CBEF.

Encontramos também, a presença de teorias construtivistas, dentro dos propósitos das Aprendizagens Significativas (MOREIRA, 2006), servindo como base teórica e motivação de alguns artigos, como o Artigo 6 (CBEF), além da História e Filosofia da Ciência (Artigo 26, CBEF) e da Psicologia Cognitiva (Artigo 8, CBEF).

Respondendo a quarta pergunta, verifica-se que, pela quantidade e descrição dos conteúdos dos artigos, podemos inferir que há uma preocupação das pesquisas em Ensino de Física, quanto a utilização de EBC em sala de aula. Foi possível verificar que na maioria dos artigos, há uma intenção dos autores, de que suas propostas, realmente possam contribuir de forma efetiva com o professor em sala de aula. Estas conclusões, tornam estas produções muito relevantes para a melhoria e entendimento das práticas experimentais e do Ensino de Física de forma geral.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Dado o exposto, concluímos a partir desta Revisão Bibliográfica que a experimentação em geral é essencial para o Ensino de Física, e se tratando da utilização de EBC em sala de aula, pensar nestes aparatos experimentais como boas alternativas no contexto atual do Ensino de Física, pode ajudar os educadores de forma efetiva em suas práticas educativas, com potencialidade de resgatar, se por algum motivo foram deixadas de lado, a prática experimental. O aluno nessa perspectiva, ganha uma notória importância, em que se percebe, tendências mais voltadas a torna-lo o ator principal em um ensino-aprendizagem mais moderno e contemporâneo.

A partir dos periódicos revisados (RBEF e CBEF), percebemos que há um grande interesse da comunidade científica em divulgar trabalhos voltados a utilização de EBC, em sala de aula, onde os 44 artigos encontrados podem vir a contribuir, por exemplo, com as aulas remotas neste momento tão delicado de Pandemia. Há também uma preocupação dos autores em facilitar e até resolver problemáticas vivenciadas pelo professor, a partir das propostas experimentais sugeridas. Ainda há melhorias que podem ser feitas em relação as revistas, como categorizar e definir melhor os espaços de aplicação, publicar artigos em outros tópicos da Física e buscar de alguma forma, incentivar os professores a terem mais contato com as publicações científicas.

As pesquisas em Ensino de Física, no que tange a utilização de experimentos, fazem total sentido, pois trazem um melhor entendimento destas práticas, da utilização destes experimentos, das funções dos atores no sistema ensino-aprendizagem, seus comportamentos e muitos outros fatores que podem, a partir de dados qualitativos e quantitativos, colaborar com o desenvolvimento do Ensino de Física.

Finalmente, poderíamos pensar que o ideal seria, que estes artigos chegassem e fossem absorvidos na prática, dentro de sala de aula, de forma mais efetiva, pelos educadores. Mas, devemos entender que a complexidade de fatores como a falta de políticas públicas, a atual situação das escolas e do professor, podem desassociar o link pesquisa-ensino.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista.** Florianópolis, 2000. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- ARAÚJO, Mário Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** v. 25, n. 2, 2003.
- BEZERRA *et al.* A evolução do ensino de física – perspectiva docente. **Revista Scientia Plena.** v 5, n. 9, 2009.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB.** 9394/1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Nacional.** Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo.** São Paulo, v. 32, n 94, 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** 10º ed. São Paulo, 2011.
- COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino de Física no Brasil: Problemas e desafios. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12, 2015, Curitiba, **Anais [...].** Curitiba, 2015.
- D`ÁVILA, Ana Rita Lourenço Nogueira. **Utilização de materiais de baixo custo no ensino de física.** 1999. Monografia (Especialização na área de Ciências e Matemática). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 1999. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mono-ana.htm>. Acesso em 09 janeiro. 2021.
- DIOGO, Rodrigo Cláudio.; GOBARA, Shirley Takeko. Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. *In:* SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17, 2007, São Luís. **Anais [...].** São Luís, 2007.
- GAARDER, Jostein. **O Mundo de Sofia.** São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- GASPAR, A. **Museus e Centros de Ciências: Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico.** 1993. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4º ed. São Paulo, 2017.

JUNIOR, Laercio de Oliveira. **As atividades experimentais no ensino da Física**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012. Disponível em: www.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120235/oliveirajunior_1_tcc_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 fev. 2021.

GUEDES, Manuel Vaz. **O Fenômeno Elétrico: Algumas Idéias e Experiências Durante o Séc. XVIII**. [versão eletrônica]. Acessado em 11 de janeiro de 2021, em <https://paginas.fe.up.pt/histel/FenomEl.pdf>.

PEDRISA, Cíntia Mara. Características históricas do ensino de ciências. **Ciências em Foco**, Campinas, SP, v. 1, n. 1, 2013.

MEC – Ministério da Educação. **Dados do censo escolar 2018** - Noventa e cinco por cento das escolas de ensino médio têm acesso à internet, mas apenas 44% têm laboratório de ciências. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/dados-do-censo-escolar-noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas-apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias/21206. Acesso em 13 jan. 2021.

MATHIAS, Luís Carlos; SILVA, Paulo Rogério Catarini; SILVA, Osmar Henrique Souza da. O. H. M: Um Instrumento Alternativo ao Estudo de Pilhas Recarregáveis Via Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 310-323, abr. 2017.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário; FERNANDES, Rebeca Chiachio Azevedo. O que sabemos sobre a pesquisa em educação em ciências no Brasil (1972-2004). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais [...]** Bauru: ABRAPEC, 2005.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A., MONTEIRO M. A. A.; GERMANO J. S. E. As atividades de demonstração e a teoria de Vygotsky: Um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2: p. 371-384, ago. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p371/13533>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga: O Uso de Tecnologias Móveis no Ensino de Física: Uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 16, n. 1, 2016.

MORAES, Arthur Marques; MORAES, Itamar José. A avaliação conceitual de força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 22, n. 2, 2000.

MOREIRA, Ana Souza Cláudia. **Uma visão Vygotskyana aas atividades experimentais de física publicadas em revistas de ensino de ciências**. Tese (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador. 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e Sua Implementação em Sala de Aula**. Editora: Universidade de Brasília. Brasília/DF. 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: Retrospectivas e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-99, mar. 2000.

MOREIRA, Marco Antônio: Uma análise crítica do ensino de física. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**. V. 32, Nº 94, São Paulo. 2018.

MOREIRA, Marcos Luís Batista: **Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o ensino médio**. Dissertação de Mestrado, Garanhuns/PE, 2015.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. O Ensino de Ciências (Física) no Brasil: Da História às novas orientações educacionais”. **Revista Ibero-americana em Estudos em Educação**. n. 58, v. 2, 2012.

SANCHES, Maria Fátima Cavaleiro. Criatividade dos professores: da sua possibilidade e contextos, **Colóquio Educação e Sociedade**. n. 3, dezembro, p. 124 -160. 1993.

SANCHES, Maria Fátima Cavaleiro. A Autonomia dos Professores Como Valor Profissional, **Colóquio Educação e Sociedade**, n 4, p. 42 - 63. 1995.

SANTOS, Joedson Brito dos. Avanços e Desafios da Educação Brasileira na Atualidade: Uma reflexão a partir das contribuições de Hannoun e a educação Infantil como uma aposta enactante. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE POLÍTICA E EDUCAÇÃO; 26, 2013, Recife. **Anais [...]** Comunicação Oral, Recife 2013.

SILVA, Rodrigo Raposo da. Física virtual: ensinando conceitos de física para turmas do ensino médio com o uso de softwares e aplicativos – CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. 6, 2019, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza, 2019.

SOUZA DE PAULA, Bruno *et al.* Elaboração e avaliação da disciplina remota de Física 1 na UFRJ durante a pandemia de Covid-19 em 2020. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 43, 2021.

THOMAZ, Marília Fernandes “A experimentação e a formação de professores: uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 17, n. 3, p. 360-369. 2000.

VALADARES, Eduardo de Campos.; MOREIRA, Alysson Magalhães. Ensinando Física Moderna para o segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998.