



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

AGRIPINO FERREIRA GOMES

**DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO
DA FÍSICA**

PAU DOS FERROS-RN

2025

AGRIPINO FERREIRA GOMES

**DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO
DA FÍSICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Lino Martins de Holanda Júnior,
Prof. Dr.

PAU DOS FERROS-RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

G633d Gomes, Agripino Ferreira .
Desenvolvimento de experimentos de baixo custo
para o ensino da física / Agripino Ferreira
Gomes. - 2025.
63 f. : il.

Orientador: Lino Martins de Holanda Júnior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Ensino de física. 2. Experimentação de baixo
custo. 3. Aprendizagem colaborativa. 4. Educação
básica . I. Holanda Júnior, Lino Martins de,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGRIPINO FERREIRA GOMES

**DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO
DA FÍSICA**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 19/12/2025

BANCA EXAMINADORA

Lino Martins de Holanda Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinadora

Glaydson Francisco Barros de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, por todas as bençãos e pela oportunidade de estar aqui concluindo mais uma etapa na minha formação profissional.

Agradeço a minha família por todo o apoio e ajuda durante essa caminhada, em especial, a minha mãe Genicleide Gomes que nunca mediu esforços para que eu pudesse caminhar no sentido correto da vida e buscar um futuro de qualidade através dos estudos, devo toda a minha vida a ela.

Agradeço imensamente a minha noiva Rayanne Vanderlei, que foi a pessoa que me incentivou a estudar intensamente, buscar me qualificar cada vez mais e ser uma pessoa melhor, se eu consegui chegar até aqui, ela tem uma enorme contribuição nisso.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Lino Martins, por todas as orientações e contribuições para a realização do meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a banca de avaliação nas pessoas de Prof^a. Dr. Kytéria Figueredo e Prof. Dr. Glaydson Barros, que como meus professores ao longo do curso me repassaram muitos conhecimentos em suas respectivas áreas e conselhos para a vida, e pelas contribuições para o meu tcc.

Por fim, agradeço a todos os professores que me ensinaram ao longo dessa trajetória no curso de Ciência e Tecnologia, contribuíram bastante para minha formação.

RESUMO

O ensino de Física na educação básica brasileira enfrenta desafios históricos, marcados pela predominância de abordagens excessivamente teóricas, abstração teórica e pela insuficiência de infraestrutura laboratorial, sobretudo nas escolas públicas. Nesse contexto, esta pesquisa propõe o desenvolvimento e a aplicação de experimentos de baixo custo como alternativa viável para superar essas limitações, promovendo um aprendizado mais significativo, contextualizado e acessível. Foram desenvolvidos três experimentos com materiais de fácil obtenção: (i) um lançador de projéteis para o estudo do lançamento oblíquo (1ª série), (ii) um visualizador de ondas sonoras com laser e membrana (2ª série) e (iii) um eletroímã para demonstração de princípios do eletromagnetismo (3ª série). A metodologia incluiu diagnóstico prévio com professores, aplicação dos experimentos em turmas do Ensino Médio e aplicação de pré e pós-testes. Os resultados evidenciaram avanços expressivos na compreensão conceitual, com índices médios de acerto superiores a 89% em todas as séries, confirmando a eficácia pedagógica da proposta. Conclui-se que a experimentação de baixo custo representa uma alternativa promissora para democratizar o acesso às práticas científicas convertendo restrições materiais em oportunidades criativas de aprendizagem e contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e engajados e preparados para compreender a Física fortalecendo a integração entre teoria e prática no processo educativo.

Palavras-chave: ensino de física; experimentação de baixo custo; aprendizagem colaborativa; educação básica.

ABSTRACT

Physics teaching in Brazilian basic education faces historical challenges, marked by the predominance of theoretical approaches, theoretical abstraction, and insufficient laboratory infrastructure, especially in public schools. In this context, this research proposes the development and application of low-cost experiments as a viable alternative to overcome these limitations, providing more meaningful, contextualized, and accessible learning. Three experiments were developed with readily available materials: (i) a projectile launcher for the study of oblique launch (1st grade), (ii) a sound wave visualizer with laser and membrane (2nd grade), and (iii) an electromagnet for demonstrating the principles of electromagnetism (3rd grade). The methodology included a prior diagnosis with teachers, application of the experiments in high school classes, and the application of pre- and post-tests. The results showed significant advances in conceptual understanding, with average success rates exceeding 89% in all grades, confirming the pedagogical effectiveness of the proposal. It is concluded that low-cost experimentation represents a promising alternative for democratizing access to scientific practices, converting material constraints into creative learning opportunities and contributing to the formation of more critical and engaged students, better prepared to understand physics and strengthening the integration between theory and practice in the educational process.

Keywords: physics education; low-cost experimentation; collaborative learning; basic education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Experimento lançador de projéteis.....	34
Figura 2	–	Participação dos alunos no experimento.	34
Figura 3	–	Experimento visualização de ondas sonoras com laser e membrana.....	35
Figura 4	–	Participação de aluno no experimento	36
Figura 5	–	Experimento eletroímã de baixo custo para estudo do eletromagnetismo	37
Figura 6	–	Participação dos alunos no experimento.	37
Figura 7	–	Média de acertos no pré e pós-teste.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –Tempo de atuação como professor (a) de Física no Ensino Médio.....	40
Gráfico 2 –Frequência de participação em aulas práticas ou experimentos de Física.....	42
Gráfico 3 –Percepção dos alunos quanto ao potencial dos experimentos nas aulas de Física.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Desempenho do pré-teste em cada série do Ensino Médio.....	45
Tabela 2	–	Desempenho do pós-teste em cada série do Ensino Médio	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1	Ensino de Física	14
2.1.1	Contexto histórico da ciência.....	14
2.1.2	Física.....	16
2.1.3	Aplicação da Física no cotidiano.....	18
2.2	A importância da experimentação no ensino da Física.....	20
2.2.1	Papel da prática experimental na construção do conhecimento.....	22
2.2.2	Relação entre teoria e prática no aprendizado da Física.....	23
2.2.3	Desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas.....	25
3	METODOLOGIA.....	29
3.1	Análise da literatura sobre experimentos de baixo custo em Ciências e Física.....	29
3.2	Identificação das dificuldades na implementação de atividades experimentais no ensino de Física.....	30
3.3	Desenvolvimento e aplicação dos experimentos de baixo custo.....	32
3.3.1	Experimento 1: Lançador de projéteis (lançamento oblíquo, 1ª série).....	33
3.3.2	Experimento 2: Visualização de ondas sonoras com laser e membrana (fenômenos ondulatórios, 2ª série).....	34
3.3.3	Experimento 3: Eletroímã de baixo custo para estudo do eletromagnetismo (3ª série).....	36
3.4	Procedimentos de avaliação do impacto dos experimentos (pré-teste, pós-teste e observações)	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Dificuldades na implementação de atividades experimentais.....	40
4.2	Percepção dos alunos quanto ao ensino de Física.....	43
4.3	Desempenho pré-teste.....	45
4.4	Desempenho pós-teste.....	47
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICES.....	55

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação básica brasileira, especialmente na rede pública, enfrenta desafios históricos, como a carência de infraestrutura laboratorial, a escassez de recursos didáticos e uma abordagem excessivamente teórica. Essa conjuntura contribui para a percepção da disciplina como algo abstrato e de difícil acesso, gerando desinteresse e baixa aprendizagem significativa. Diante desse cenário, torna-se imperativo buscar metodologias que aproximem os conteúdos científicos da realidade discente, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e eficaz.

Nesse sentido, a experimentação é reconhecida como uma estratégia pedagógica fundamental, pois situa o estudante como agente ativo na construção do conhecimento. Conforme defendem autores como Carvalho (1996) e Galianzi (2003), a atividade experimental promove a articulação entre teoria e prática, estimulando a observação, a formulação de hipóteses e o pensamento crítico. Essa perspectiva alinha-se com as críticas de Demo (2016) aos modelos unidirecionais de ensino, que enfatizam a necessidade de transformar a sala de aula em um ambiente de investigação, onde o aluno assume a autoria de seu aprendizado. Recentemente, estudos como os de Moreira (2018) e Villatorre e Higa (2020) reiteram a importância das metodologias ativas e da experimentação para o desenvolvimento da alfabetização científica, ressaltando seu papel na formação de cidadãos críticos.

Contudo, a viabilização da experimentação esbarra na realidade material de muitas escolas. Como alternativa inclusiva e viável, destacam-se os experimentos de baixo custo, que utilizam materiais simples, recicláveis ou de fácil aquisição. Essa abordagem, além de superar restrições orçamentárias, estimula a criatividade docente e discente, democratiza o acesso a práticas científicas e reforça a ideia de que a Física está presente em fenômenos cotidianos. A relevância da experimentação como núcleo do fazer científico é universal, ilustrada inclusive por avanços de ponta, como os que renderam o Prêmio Nobel de Física de 2025 para pesquisas sobre fenômenos quânticos (Academia Real das Ciências da Suécia, 2025). Esse princípio sustenta que a investigação prática é essencial, seja em laboratórios sofisticados ou em contextos educacionais com recursos limitados.

Para o professor, o desenvolvimento e a adaptação de experimentos acessíveis fomentam uma postura mais investigativa e reflexiva, fortalecendo sua mediação pedagógica. Para o aluno, essa prática potencializa o engajamento cognitivo, a compreensão conceitual e a autonomia intelectual, elementos cruciais para uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo propor, desenvolver e analisar a

aplicação de experimentos de baixo custo para o ensino de Física no Ensino Médio, avaliando sua eficácia pedagógica e seu impacto na motivação e na aprendizagem dos estudantes. A proposta busca contribuir para a discussão sobre estratégias de ensino contextualizadas e para a democratização do acesso a atividades experimentais, demonstrando que a investigação científica pode ser cultivada em diversos contextos educacionais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ensino de Física

2.1.1 Contexto histórico da ciência

Desde os primórdios da humanidade, os fenômenos naturais despertaram curiosidade, admiração e, por vezes, medo. Antes do surgimento da ciência como a conhecemos hoje, as explicações sobre o mundo eram baseadas em narrativas míticas, que buscavam dar sentido ao desconhecido. Relâmpagos, trovões e eclipses eram interpretados como manifestações da ira ou da vontade divina, enquanto a fertilidade da terra era atribuída à benevolência dos deuses. Em civilizações antigas, como a egípcia, a mesopotâmica e a grega (aproximadamente entre 3.000 a.C. e 600 a.C.), essas narrativas possuíam valor simbólico e cultural, mas não permitiam questionamento, validação ou sistematização dos fenômenos. Como observa Weinberg (2015), a busca por compreender o mundo sempre foi uma necessidade humana, mas durante séculos esse entendimento esteve condicionado à tradição, à religião e à imaginação.

A primeira ruptura com essa forma de pensamento ocorreu na Grécia Antiga, a partir do século VI a.C., com os filósofos pré-socráticos. Tales de Mileto (c. 624–546 a.C.) defendia que a água seria o princípio fundamental de todas as coisas; Anaximandro (c. 610–546 a.C.) introduziu o conceito de *ápeiron* (o indefinido, o infinito); e Demócrito e Leucipo desenvolveram a ideia atômica, segundo a qual toda a matéria seria composta por partículas indivisíveis. Apesar de especulativas, essas concepções representaram uma mudança profunda: o abandono das explicações sobrenaturais e a busca de causas naturais para os fenômenos. Segundo Weinberg (2015), embora esses pensadores ainda não aplicassem métodos experimentais, eles iniciaram uma tradição de investigação racional e crítica sobre o mundo físico, fundamento do pensamento científico posterior.

Com Aristóteles (384–322 a.C.), a filosofia natural atingiu um novo patamar de sistematização. Em sua obra *Física*, o pensador procurou explicar os movimentos e transformações da natureza, distinguindo entre o movimento natural, que conduz os corpos ao seu lugar próprio, e o movimento violento, provocado por forças externas. Ele também propôs as quatro causas (material, formal, eficiente e final) como princípios explicativos dos fenômenos. Entretanto, a física aristotélica era essencialmente qualitativa, sustentada em observações limitadas e raciocínios dedutivos. Weinberg (2015) observa que Aristóteles, ao

tratar de fenômenos sem submetê-los a testes rigorosos, consolidou uma tradição que, embora dominante por quase dois milênios, retardou a consolidação da ciência experimental.

Durante o período helenístico (séculos III–I a.C.), surgiram avanços notáveis, especialmente com Arquimedes (287–212 a.C.), que estabeleceu princípios fundamentais da hidrostática e da mecânica e desenvolveu invenções práticas como o parafuso d'água e o uso de polias. Outro exemplo marcante é o cálculo da circunferência da Terra feito por Eratóstenes de Cirene (c. 276–194 a.C.), que, com base em observações geométricas simples, estimou o perímetro terrestre em cerca de 40.000 km, valor surpreendentemente próximo do real. Esse feito ilustra a força da observação aliada ao raciocínio lógico, demonstrando como a combinação de método e curiosidade pode gerar resultados científicos precisos, mesmo com recursos limitados (Weinberg, 2015).

Com o declínio da civilização greco-romana, o conhecimento científico passou por transformações significativas. Durante a Idade Média (séculos V a XV), a tradição aristotélica foi preservada na Europa por meio da escolástica, que buscava conciliar fé e razão. No mundo islâmico, entretanto, floresceram avanços importantes em áreas como a matemática, a astronomia e a óptica. O árabe Alhazen (Ibn al-Haytham, 965–1040) destacou-se por suas investigações experimentais sobre a luz e a visão, sendo considerado um dos precursores do método científico moderno. Weinberg (2015) lembra que, embora a Idade Média seja muitas vezes vista como um período de estagnação, foi nela que se consolidaram bases matemáticas e conceituais que permitiriam o surgimento da ciência moderna.

A Revolução Científica, entre os séculos XVI e XVII, representou a grande virada na história da ciência. Nicolau Copérnico (1473–1543) propôs o modelo heliocêntrico, rompendo com séculos de tradição aristotélica e ptolomaica. Johannes Kepler (1571–1630), a partir das observações de Tycho Brahe, formulou as três leis do movimento planetário, introduzindo a noção de órbitas elípticas. Galileu Galilei (1564–1642), ao utilizar o telescópio e realizar experimentos sistemáticos, estabeleceu as bases da física moderna ao quantificar o movimento e demonstrar a importância da experimentação. Para Weinberg (2015), Galileu foi o primeiro a unir observação, experimentação e matematização da natureza, marcando o nascimento da ciência moderna.

Essa nova maneira de compreender o universo atingiu seu auge com Isaac Newton (1643–1727), que, em *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), unificou as leis do movimento e da gravitação, explicando tanto os fenômenos terrestres quanto os celestes

a partir de princípios universais. Como destaca Weinberg (2015), a grande contribuição de Newton foi demonstrar que a diversidade dos fenômenos naturais podia ser descrita por leis simples e gerais, um marco que consolidou o caráter matemático e racional da ciência moderna.

Nos séculos XVIII e XIX, a física expandiu-se em novas áreas, como a termodinâmica, o eletromagnetismo e a teoria cinética dos gases, acompanhando o avanço tecnológico da Revolução Industrial. Já no início do século XX, a relatividade de Einstein (1905), a mecânica quântica de Planck (1900) e Bohr (1913), e as descobertas sobre a radioatividade de Becquerel e Curie, deram origem à física moderna. Essa nova etapa revelou a complexidade do universo, rompendo com a visão mecanicista clássica. Como observa Silva (2013), tanto no desenvolvimento da ciência quanto no processo de aprendizagem humana, o progresso ocorre por meio de rupturas, debates e reconstruções, elementos que caracterizam a própria natureza do conhecimento científico.

2.1.2 Física

A Física é uma das ciências fundamentais que busca compreender os princípios e leis que regem o funcionamento do universo, desde as partículas subatômicas até as estruturas cósmicas de maior escala. De acordo com Halliday e Resnick (2016), a Física pode ser definida como o estudo sistemático da natureza, voltado para a identificação de regularidades e relações quantitativas entre os fenômenos. Essa ciência investiga não apenas o que acontece na natureza, mas também porque e como ocorre, fundamentando-se em observações, experimentações e modelagens matemáticas.

Em sua essência, a Física se diferencia das demais ciências naturais por sua abordagem universal e pela capacidade de formular leis gerais que descrevem uma ampla variedade de fenômenos. Hewitt (2011) destaca que a Física é a base de todas as demais ciências, pois seus princípios sustentam a compreensão da Química, da Biologia e até de campos interdisciplinares, como a Engenharia e a Medicina. Assim, compreender Física é compreender o funcionamento da própria natureza, desde os movimentos cotidianos até os processos mais complexos do cosmos.

O método científico é um dos pilares centrais dessa disciplina. Conforme Chalmers (1993), o conhecimento físico se constrói por meio da observação, formulação de hipóteses, experimentação e validação empírica. Isso significa que a Física não é apenas um conjunto de fórmulas e teorias abstratas, mas uma prática contínua de investigação e interpretação dos

fenômenos naturais. Essa perspectiva reforça o papel da experimentação, discutido anteriormente, como etapa essencial para a consolidação do conhecimento científico.

A Física possui um vasto campo de estudo, subdividido em áreas específicas que abordam diferentes aspectos da natureza. Tradicionalmente, ela é dividida em Física Clássica e Física Moderna. A Física Clássica compreende os conhecimentos desenvolvidos até o final do século XIX, abrangendo áreas como a Mecânica, o Eletromagnetismo, a Termodinâmica e a Óptica. A Mecânica, conforme Tipler e Mosca (2009), estuda os movimentos e as interações dos corpos, analisando conceitos fundamentais como força, energia e momento. O Eletromagnetismo, sistematizado por James Clerk Maxwell no século XIX, unifica os fenômenos elétricos e magnéticos em um mesmo corpo teórico, sendo a base para a tecnologia moderna de comunicações e eletrônica. Já a Termodinâmica investiga o calor, a temperatura e as transformações de energia, desempenhando papel essencial na compreensão de motores e processos industriais. Por sua vez, a Óptica dedica-se ao estudo da luz e dos fenômenos associados, como reflexão, refração e difração.

A partir do século XX, o surgimento da Física Moderna revolucionou o entendimento da natureza. Essa nova fase, conforme Halliday e Resnick (2016), nasceu da necessidade de explicar fenômenos que as teorias clássicas não conseguiam abranger, como o comportamento das partículas subatômicas e a estrutura do espaço-tempo. Nela se destacam duas grandes vertentes: a Teoria da Relatividade, formulada por Albert Einstein, e a Mecânica Quântica, desenvolvida por cientistas como Max Planck, Niels Bohr e Erwin Schrödinger. A Relatividade reformulou conceitos fundamentais de espaço, tempo e gravidade, enquanto a Mecânica Quântica revelou o caráter probabilístico e discreto da matéria e da energia. Juntas, essas teorias redefiniram a compreensão do universo e se tornaram pilares da ciência contemporânea.

Além dessas divisões tradicionais, a Física também se ramifica em subáreas especializadas, que investigam fenômenos específicos e frequentemente dialogam com outras áreas do conhecimento. Entre elas estão a Física Nuclear, dedicada ao estudo das reações e decaimentos atômicos; a Física de Partículas, que investiga os constituintes fundamentais da matéria; a Astrofísica, voltada para a compreensão do universo e de seus corpos celestes; e a Física do Estado Sólido, base para a microeletrônica e os avanços tecnológicos modernos. A Física Médica, por sua vez, aplica princípios físicos em diagnósticos e tratamentos de saúde, exemplificando o caráter interdisciplinar e social dessa ciência (Hewitt, 2011).

No contexto educacional, compreender essas áreas e divisões é essencial para tornar

o ensino de Física mais significativo. Pietrocola (2005) ressalta que o ensino dessa disciplina deve ir além da memorização de fórmulas e priorizar a compreensão conceitual e o desenvolvimento do raciocínio científico. Dessa forma, o estudante não apenas entende as leis da natureza, mas aprende a aplicá-las criticamente, percebendo sua presença nas situações cotidianas e no desenvolvimento tecnológico.

Portanto, a Física pode ser entendida como uma ciência que busca explicar o universo por meio de leis e modelos que conectam teoria e prática. Suas diversas áreas e divisões refletem a complexidade da natureza e a constante ampliação do conhecimento humano. Mais do que uma disciplina escolar, a Física é uma forma de pensar o mundo, que se fundamenta na observação, na experimentação e na curiosidade, sendo elementos indispensáveis para a formação científica e crítica.

2.1.3 Aplicação da Física no cotidiano

A Física está presente em praticamente todos os aspectos da vida humana, ainda que muitas vezes de forma despercebida. Desde ações simples, como caminhar, dirigir ou acender uma lâmpada, até tecnologias avançadas, como a comunicação via satélite e os exames de imagem na medicina, os princípios físicos são responsáveis por explicar, sustentar e aperfeiçoar o funcionamento do mundo ao nosso redor. De acordo com Hewitt (2011), compreender Física é compreender como a natureza opera, pois cada fenômeno cotidiano, desde o movimento de um automóvel à propagação do som e da luz, está fundamentado em leis universais que descrevem o comportamento da matéria e da energia.

No cotidiano, a Física se manifesta de diversas formas. Quando uma pessoa pedala uma bicicleta, aplica-se a terceira lei de Newton, que estabelece que toda ação gera uma reação de mesma intensidade e sentido oposto. Ao ferver água, entram em jogo os conceitos de calor e mudança de estado físico, estudados na Termodinâmica. Mesmo o simples ato de enxergar está relacionado à Óptica, que explica a reflexão e refração da luz. Segundo Halliday e Resnick (2016), compreender essas aplicações possibilita ao estudante perceber que a Física não é um conjunto abstrato de fórmulas, mas uma ferramenta concreta para interpretar e interagir com o mundo.

Para Chassot (2003), a ciência só se torna significativa quando ajuda o indivíduo a compreender o seu cotidiano e a tomar decisões mais conscientes. Nesse sentido, o ensino de Física deve ser pautado na contextualização, isto é, na articulação entre teoria e prática, de modo que o aluno reconheça a presença dos fenômenos físicos em situações comuns. Essa

abordagem aproxima o conhecimento científico da realidade vivida, estimulando o interesse, a curiosidade e o pensamento crítico. Assim, a Física passa a ser vista não apenas como disciplina escolar, mas como instrumento de leitura do mundo, ideia que se conecta à concepção freireana de educação como prática libertadora (Freire, 1996).

No campo tecnológico, as contribuições da Física são inegáveis. Invenções como motores elétricos, lâmpadas, aviões, computadores, lasers e celulares derivam diretamente de descobertas e princípios físicos. Conforme Tipler e Mosca (2009), o desenvolvimento tecnológico moderno só foi possível graças à aplicação prática dos conhecimentos de Mecânica, Eletromagnetismo e Física Quântica. A própria revolução digital, que molda a sociedade contemporânea, tem suas bases na Física do Estado Sólido, responsável pela criação dos semicondutores e microprocessadores que alimentam dispositivos eletrônicos.

Além da tecnologia, a Física também tem papel essencial na medicina. Equipamentos como o raio X, a ressonância magnética e a tomografia computadorizada utilizam princípios de ondas eletromagnéticas, campos magnéticos e radioatividade para auxiliar no diagnóstico e tratamento de doenças. De acordo com Moreira (2011), a aplicação da Física na saúde é um exemplo claro de como o conhecimento científico pode transformar a qualidade de vida das pessoas, tornando-se um saber com implicações éticas e sociais. Esse caráter interdisciplinar reforça a importância de a Física ser ensinada de forma contextualizada, mostrando sua relevância para o bem-estar humano e o progresso social.

No âmbito ambiental, os conceitos físicos também são indispensáveis para compreender problemas globais, como o aquecimento da Terra, a geração de energia e as mudanças climáticas. Pietrocola (2005) destaca que o ensino de Física deve contribuir para a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de analisar as consequências do uso da tecnologia e da energia sobre o meio ambiente. Ao estudar fenômenos como a radiação solar, o efeito estufa ou a eficiência de painéis fotovoltaicos, o estudante desenvolve não apenas habilidades cognitivas, mas também uma postura ética diante dos desafios contemporâneos.

Entender a Física no cotidiano, portanto, é compreender a relação entre o ser humano, a tecnologia e a natureza. Como afirma Chassot (2003), a alfabetização científica é um direito de todos, pois permite interpretar o mundo com base em evidências e não em suposições. Essa visão reforça a importância de um ensino que valorize a experimentação, a observação e o diálogo, aproximando o conhecimento científico da realidade dos estudantes. Quando a Física é apresentada de forma significativa, ela se transforma em um instrumento de emancipação e participação social, alinhando-se às demandas de uma educação crítica e

humanizadora (Freire, 1996).

Assim, pode-se afirmar que a Física não se restringe às salas de aula ou aos laboratórios. Ela se manifesta no cotidiano das pessoas, nas tecnologias que utilizamos e nas decisões que tomamos enquanto sociedade. Ao compreender seus princípios e aplicações, o indivíduo torna-se mais capaz de compreender o mundo e de intervir nele de maneira responsável. Essa perspectiva reforça a necessidade de um ensino de Física que promova não apenas o domínio conceitual, mas também o desenvolvimento da consciência científica, ética e cidadã.

2.2 A importância da experimentação no ensino da Física

A experimentação ocupa um papel central no ensino de Física, sendo um dos meios mais eficazes para transformar conceitos abstratos em conhecimentos concretos e significativos. Por meio dela, o estudante tem a oportunidade de observar, investigar e compreender os fenômenos que compõem o mundo natural, desenvolvendo, simultaneamente, o raciocínio científico e a capacidade crítica. De acordo com Carvalho (1996), o uso de experimentos em sala de aula favorece a construção do conhecimento por meio da observação, análise e reflexão, permitindo ao aluno relacionar teoria e prática de modo mais coerente e participativo.

A experimentação, nesse contexto, não deve ser entendida apenas como a execução de procedimentos técnicos ou demonstrações de leis conhecidas, mas como uma estratégia didática que estimula a investigação e a curiosidade. Para Hodson (1998), a atividade experimental tem valor pedagógico quando o aluno é convidado a pensar sobre o que observa, questionar resultados e construir explicações próprias, em vez de apenas confirmar teorias previamente estabelecidas. Assim, a prática experimental passa a ter um caráter formativo, que ultrapassa a simples ilustração de conteúdos e se torna um meio de desenvolvimento intelectual e científico.

No ensino de Física, a experimentação cumpre uma dupla função: conceitual e metodológica. No aspecto conceitual, permite ao aluno compreender, por meio da experiência direta, as leis que regem os fenômenos físicos, como o movimento, a energia e a interação entre corpos, tornando o aprendizado mais acessível e concreto. Já no aspecto metodológico, promove a familiarização com os princípios do método científico, aproximando o estudante da prática investigativa da ciência. Segundo Gil-Pérez *et al.* (2001), esse tipo de abordagem favorece o pensamento autônomo e a capacidade de formular

hipóteses, planejar experimentos e interpretar resultados, competências essenciais à formação científica.

A experimentação também tem papel importante na formação de atitudes e valores. Quando o estudante participa de atividades práticas, desenvolve não apenas habilidades cognitivas, mas também atitudes colaborativas, éticas e responsáveis diante do conhecimento. Galiani (2003) destaca que a prática experimental estimula a autonomia e o pensamento crítico, pois o aluno se envolve ativamente no processo de descoberta, aprende a lidar com erros e incertezas e constrói uma postura investigativa frente aos desafios. Essa vivência contribui para o desenvolvimento de uma visão mais ampla e humanizada da ciência, que vai além da memorização de fórmulas e resultados.

Outro aspecto relevante é a relação entre a experimentação e a motivação no aprendizado. Pietropaoli (2005) observa que a Física, por seu caráter abstrato, muitas vezes é vista como uma disciplina difícil e distante da realidade dos alunos. A introdução de atividades experimentais, mesmo simples, ajuda a quebrar essa barreira, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Quando o aluno manipula materiais, observa fenômenos e analisa seus resultados, ele passa a perceber a Física como algo vivo e aplicável, capaz de explicar o cotidiano e despertar o interesse pela investigação científica.

A implementação da experimentação no ensino, no entanto, enfrenta desafios relacionados à estrutura das escolas e à formação docente. Em muitos contextos educacionais, especialmente nas redes públicas, há carência de laboratórios e de materiais adequados para práticas experimentais. Nesse cenário, Araújo e Abib (2003) defendem a importância de desenvolver experimentos de baixo custo, construídos com materiais acessíveis, que possibilitem ao professor explorar os conceitos físicos sem depender de recursos sofisticados. Essa estratégia democratiza o acesso à experimentação e permite que todos os alunos tenham oportunidade de vivenciar o método científico, independentemente das condições da instituição.

Do ponto de vista pedagógico, a experimentação contribui também para a adoção de metodologias ativas, nas quais o aluno deixa de ser um receptor passivo do conhecimento e assume um papel protagonista no processo de aprendizagem. Ao investigar, testar hipóteses e propor explicações, o estudante exercita a autonomia intelectual e participa efetivamente da construção de seu saber. Conforme Gil-Pérez *et al.* (2001), essa postura investigativa é essencial para formar cidadãos críticos, capazes de compreender e utilizar o conhecimento científico de maneira consciente e transformadora.

Logo, a experimentação no ensino de Física é mais do que um recurso metodológico:

é um instrumento de mediação entre o conhecimento teórico e a realidade. Ela favorece o aprendizado significativo, promove o desenvolvimento de habilidades científicas e desperta a curiosidade dos alunos para compreender o mundo natural. Mais do que comprovar leis já conhecidas, o ato de experimentar ensina a pensar, questionar e buscar explicações, transformando o ensino de Física em um processo vivo e dinâmico de construção do saber.

2.2.1 Papel da prática experimental na construção do conhecimento

A prática experimental desempenha um papel essencial na construção do conhecimento científico, pois é por meio dela que os conceitos teóricos ganham concretude e passam a ser compreendidos em sua totalidade. O conhecimento científico não surge apenas da observação ou da simples transmissão de informações, mas da interação entre o sujeito e o fenômeno, mediada pela investigação e pela reflexão. Nesse sentido, a experimentação se torna o elo entre o pensamento teórico e a experiência empírica, favorecendo uma aprendizagem ativa, significativa e crítica. De acordo com Carvalho (1996), a atividade experimental deve ser compreendida como um processo de construção do conhecimento, em que o aluno observa, analisa, formula hipóteses e interpreta resultados, desenvolvendo assim uma postura investigativa. Ao realizar experimentos, o estudante é desafiado a pensar de forma autônoma, a lidar com a incerteza e a buscar explicações fundamentadas, características que definem o modo de pensar científico. Galiazzi (2003) reforça que o valor pedagógico da experimentação está em possibilitar ao aluno “produzir significados” por meio da ação e da reflexão, transformando o conteúdo aprendido em conhecimento efetivo.

A construção do conhecimento científico é, portanto, um processo dinâmico e interativo, que envolve tanto a prática quanto a teoria. Gil-Pérez *et al.* (2001) afirma que o ensino de Ciências deve aproximar o estudante do fazer científico, permitindo-lhe compreender como o conhecimento é produzido, validado e, quando necessário, reformulado. Essa compreensão é fundamental para romper com a visão de ciência como um conjunto fixo e inquestionável de verdades. A experimentação, ao possibilitar o erro, o questionamento e a reformulação de hipóteses, ensina que o conhecimento científico é histórico, provisório e resultado de constante reconstrução, ideia essencial à formação de um pensamento crítico e científico.

Sob uma perspectiva epistemológica, autores como Chalmers (1993) destacam que o

conhecimento científico se distingue do senso comum por ser sistemático, verificável e passível de revisão. A prática experimental, ao incorporar esses princípios, ajuda o aluno a compreender a ciência como um processo de investigação e não como uma coleção de respostas prontas. Por meio da observação controlada e da análise racional dos resultados, o estudante vivencia os fundamentos do método científico, entendendo que o conhecimento é construído a partir de evidências, argumentos e validações coletivas.

Do ponto de vista psicopedagógico, Piaget (1978) e Vygotsky (1998) oferecem contribuições significativas para entender o papel da prática na aprendizagem. Para Piaget, o conhecimento se constrói pela ação do sujeito sobre o objeto, num processo de assimilação e acomodação que transforma tanto o indivíduo quanto sua compreensão do mundo. Nessa perspectiva, o experimento é o meio pelo qual o aluno age sobre o fenômeno e reorganiza cognitivamente seus esquemas de pensamento. Já Vygotsky (1998) destaca o caráter social e interativo da aprendizagem, ressaltando que o conhecimento é produzido em colaboração e mediado pela linguagem. Assim, as atividades experimentais, quando realizadas em grupo e acompanhadas pela mediação do professor, favorecem não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento de competências comunicativas e cooperativas.

A prática experimental, portanto, representa uma síntese entre ação, reflexão e diálogo. Ela possibilita ao estudante não apenas compreender as leis da natureza, mas também desenvolver um olhar investigativo sobre a realidade. Pietrocola (2005) argumenta que o ensino de Física deve promover situações em que o aluno possa vivenciar o processo de descoberta científica, percebendo que o conhecimento é fruto de um esforço humano contínuo de interpretação e explicação do mundo. Esse tipo de aprendizagem não apenas fortalece a compreensão conceitual, mas também estimula a autonomia intelectual e o pensamento crítico, fundamentais para a formação de cidadãos capazes de participar ativamente da sociedade contemporânea.

Dessa forma, o papel da prática experimental na construção do conhecimento vai muito além de ilustrar teorias: ela constitui um método de construção da própria ciência. Ao articular teoria e prática, a experimentação transforma o ambiente de ensino em um espaço de investigação, reflexão e produção de saberes. É nesse movimento que o estudante deixa de ser um receptor de informações e passa a ser um sujeito ativo na construção do conhecimento científico, compreendendo que o aprender ciência é, essencialmente, aprender a pensar cientificamente.

2.2.2 Relação entre teoria e prática no aprendizado da Física

A integração entre teoria e prática constitui um dos pilares fundamentais para a aprendizagem efetiva da Física. Historicamente, o ensino dessa disciplina tem sido marcado por uma abordagem excessivamente teórica, centrada na exposição de fórmulas e conceitos desvinculados da realidade dos estudantes. Essa dissociação entre o conhecimento abstrato e a aplicação concreta tem contribuído para a desmotivação dos alunos e para a dificuldade de compreender a relevância da Física no cotidiano. Conforme Pietrocola (2005), o ensino da Física só se torna significativo quando o estudante é capaz de relacionar os conceitos teóricos com as situações observáveis no mundo real, reconhecendo a ciência como uma ferramenta para interpretar e explicar fenômenos que fazem parte de sua própria experiência.

A teoria, por si só, oferece um modelo conceitual que permite compreender os fenômenos físicos, mas é por meio da prática que esse modelo é testado, validado e ressignificado. Gil-Pérez *et al.* (2001) argumenta que a prática experimental é o espaço onde a teoria se concretiza e ganha sentido, possibilitando ao estudante compreender o processo científico em sua totalidade. A teoria e a prática, portanto, não devem ser vistas como dimensões separadas, mas como componentes complementares de um mesmo processo de construção do conhecimento. O aprendizado ocorre quando o aluno transita entre a abstração teórica e a observação empírica, relacionando leis e conceitos às experiências concretas vividas em sala de aula ou no cotidiano.

Segundo Carvalho (1996), o papel do professor é justamente mediar essa articulação entre o pensamento abstrato e a experiência sensorial, promovendo situações de aprendizagem que estimulem o aluno a formular hipóteses, testar previsões e analisar resultados. Essa dinâmica transforma o ambiente escolar em um espaço de investigação e diálogo, aproximando o ensino da prática científica. Quando o estudante é incentivado a observar, manipular e experimentar, ele passa a compreender o valor da teoria como instrumento explicativo, e não como um conjunto de verdades prontas. Dessa forma, o processo de ensino-aprendizagem torna-se mais ativo, reflexivo e formador.

A integração entre teoria e prática também está relacionada ao desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual. Hewitt (2011) ressalta que compreender Física não significa apenas resolver equações, mas ser capaz de interpretar fenômenos, fazer previsões e aplicar os princípios científicos em contextos diversos. Quando a teoria é vivenciada por meio de experiências práticas, o aluno adquire não apenas conhecimento

conceitual, mas também competências cognitivas e metodológicas que o aproximam da forma de pensar do cientista. Assim, a experimentação deixa de ser uma atividade acessória e passa a ser um elemento estruturante do aprendizado.

Sob uma perspectiva epistemológica, Chalmers (1993) afirma que a ciência se desenvolve justamente pela interação contínua entre teoria e evidência empírica. As teorias orientam a observação e a experimentação, enquanto os resultados experimentais, por sua vez, confirmam, ajustam ou reformulam as teorias existentes. Essa dinâmica também deve estar presente no ensino de Física, de modo que o estudante perceba a ciência como um processo vivo de investigação, e não como um corpo estático de conhecimentos. Dessa forma, ao relacionar teoria e prática, o aluno compreende que o saber científico é provisório, construído coletivamente e constantemente sujeito à revisão.

Além do aspecto conceitual, a articulação entre teoria e prática tem uma dimensão formativa. Zanetic (1989) destaca que a experimentação favorece a aprendizagem significativa porque mobiliza o interesse, a curiosidade e o envolvimento emocional do aluno. Quando o estudante percebe que a teoria pode explicar fenômenos reais, como o funcionamento de um motor, o arco-íris ou a propagação do som, ele se sente motivado a aprender e a compreender os princípios físicos de maneira mais profunda. Essa vivência reforça a ideia de que o conhecimento científico é resultado da interação entre o homem e a natureza, mediada pela observação e pela racionalidade. No contexto escolar, integrar teoria e prática é também um desafio didático. Muitas vezes, a falta de recursos ou de formação específica leva o ensino de Física a se limitar à memorização de conceitos. Pietrocola (2005) sugere que o professor, diante dessa realidade, busque alternativas criativas, como o uso de experimentos de baixo custo, simulações digitais e atividades investigativas. Tais estratégias permitem ao aluno vivenciar o conhecimento de forma concreta, tornando o aprendizado mais inclusivo e contextualizado.

Assim, a relação entre teoria e prática no aprendizado da Física deve ser entendida como um processo de retroalimentação contínua. A teoria orienta a prática, e a prática, por sua vez, reorienta e dá novo significado à teoria. Quando essas dimensões são trabalhadas de forma integrada, o ensino deixa de ser uma transmissão de conteúdos e passa a ser uma construção de saberes, na qual o aluno é sujeito ativo do próprio aprendizado. Dessa maneira, a Física se transforma em um instrumento de compreensão do mundo e de formação científica.

2.2.3 Desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas

O ensino de Física, quando mediado por práticas experimentais e metodologias ativas, tem um papel essencial no desenvolvimento das habilidades cognitivas e investigativas dos estudantes. Essas habilidades são fundamentais para a formação científica e para a construção de um pensamento crítico e autônomo. De acordo com Piaget (1978), o conhecimento se constrói a partir da interação entre o sujeito e o objeto do conhecimento, por meio da ação, da reflexão e da reorganização mental. Assim, ao realizar experimentos, o aluno não apenas observa fenômenos, mas age sobre eles, formula hipóteses, testa possibilidades e reformula suas ideias, processos que estão na base do desenvolvimento cognitivo.

No contexto do ensino de Física, o desenvolvimento cognitivo está diretamente relacionado à capacidade do aluno de compreender, interpretar e aplicar conceitos em diferentes situações. Segundo Vygotsky (1998), o aprendizado ocorre por meio da mediação social e linguística, o que significa que a troca de ideias e a colaboração em atividades práticas são essenciais para a internalização dos conceitos científicos. A experimentação, ao ser conduzida em grupos e acompanhada pelo diálogo, favorece essa interação, possibilitando que o estudante aprenda de forma cooperativa, compartilhando raciocínios e construindo explicações coletivas.

Gil-Pérez *et al.* (2001) argumenta que o ensino de Ciências deve ser orientado para o desenvolvimento de competências investigativas, nas quais o estudante aprende não apenas o conteúdo, mas também o modo de pensar e agir do cientista. Isso implica promover situações em que os alunos possam levantar problemas, formular hipóteses, planejar experimentos, analisar resultados e tirar conclusões fundamentadas. Tais atividades exigem o uso de habilidades cognitivas complexas, como o raciocínio lógico, a análise crítica e a tomada de decisões baseadas em evidências. Ao vivenciar esse processo, o aluno passa a compreender que o conhecimento científico é resultado de um esforço sistemático de investigação e argumentação racional.

Carvalho (1996) destaca que o professor deve atuar como mediador desse processo, orientando o estudante a observar, comparar, relacionar e abstrair os fenômenos observados. Dessa forma, a experimentação se torna não apenas um recurso ilustrativo, mas um instrumento pedagógico que estimula o pensamento reflexivo e investigativo. O aluno, ao ser desafiado a explicar o que vê e a justificar suas conclusões, desenvolve a capacidade de argumentar e de construir conhecimentos de forma autônoma. Essa postura ativa fortalece a

aprendizagem significativa e contribui para o desenvolvimento de um pensamento científico que transcende a memorização de fórmulas.

Segundo Pietrocola (2005), as práticas investigativas no ensino de Física permitem que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos, uma vez que exigem a mobilização de diferentes formas de raciocínio. O aluno é levado a interpretar dados, reconhecer padrões, estabelecer relações causais e generalizar resultados. Essas atividades, quando bem conduzidas, favorecem o desenvolvimento das chamadas habilidades cognitivas superiores, como a análise, a síntese e a avaliação, conforme descritas por Bloom e colaboradores (1964) em sua taxonomia dos objetivos educacionais. Assim, o ensino de Física deixa de ser um exercício mecânico e passa a ser uma prática intelectual e reflexiva.

Além das habilidades cognitivas, o ensino experimental também promove o desenvolvimento das habilidades investigativas, que estão relacionadas à postura científica diante do conhecimento. Vygotsky (1998) aponta que o aprendizado é um processo de transformação da curiosidade natural em uma atitude sistemática de investigação. Nesse sentido, as atividades experimentais funcionam como um ambiente de estímulo à curiosidade e à criatividade, incentivando o aluno a explorar e questionar o mundo físico de forma estruturada. Zabala (1998) complementa que, quando o estudante é estimulado a participar ativamente da produção do conhecimento, ele passa a desenvolver competências investigativas que o tornam capaz de resolver problemas, planejar ações e aplicar o saber científico em novos contextos.

Essas competências são fundamentais para a formação de um cidadão crítico e participativo, capaz de compreender os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. O desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas, portanto, ultrapassa o domínio dos conteúdos específicos da Física; ele contribui para a formação integral do sujeito, fortalecendo sua capacidade de pensar de maneira autônoma, argumentar com base em evidências e atuar de forma ética e responsável. Como destaca Gil-Pérez *et al.* (2001), a aprendizagem científica deve formar indivíduos capazes de compreender o mundo e de intervir nele de forma transformadora.

Em síntese, o desenvolvimento das habilidades cognitivas e investigativas é um dos maiores potenciais do ensino de Física mediado pela experimentação. Ao articular teoria e prática, o professor cria oportunidades para que o estudante aprenda de forma ativa, reflexiva e colaborativa. Dessa forma, a Física se torna um meio de desenvolvimento intelectual e humano, contribuindo para a construção de uma mentalidade científica que valoriza a

curiosidade, a análise e o questionamento como instrumentos essenciais do conhecimento.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise da literatura sobre experimentos de baixo custo em Ciências e Física

A etapa de levantamento e análise de referências bibliográficas constituiu a base teórica deste trabalho, orientando a compreensão do uso de experimentos de baixo custo no ensino de Ciências e Física e fundamentando a proposta de intervenção prática. Essa fase teve como objetivo identificar produções acadêmicas, relatos de experiência e reflexões pedagógicas que discutem a experimentação como recurso didático, sobretudo em contextos de escolas públicas, marcados por restrições de infraestrutura, materiais e apoio institucional. Partiu-se do pressuposto de que a construção de uma proposta metodológica consistente exige diálogo com pesquisas já realizadas, evitando soluções improvisadas e aproximando o projeto das necessidades reais do ensino contemporâneo.

O levantamento foi realizado em bases de dados acadêmicas de acesso aberto e institucional, como Google Acadêmico, SciELO, Periódicos CAPES e ERIC, buscando garantir diversidade de fontes e abrangência temática. Foram utilizadas combinações de descritores em português, inglês e, quando pertinente, espanhol, incluindo termos como “experimentos de baixo custo no ensino de Física”, “atividades experimentais em Ciências”, “laboratório escolar”, “metodologias ativas no ensino de Física”, “materiais recicláveis em experimentação didática” e expressões correlatas. Na seleção dos trabalhos, priorizaram-se publicações entre 2000 e 2025, por representarem um recorte compatível com o contexto educacional atual, sem deixar de considerar autores clássicos da área de ensino de Ciências e experimentação que seguem como referência conceitual. Foram incluídos artigos de periódicos, capítulos de livros, dissertações, teses e relatos de práticas pedagógicas com descrição clara de objetivos, procedimentos, contexto de aplicação e análise dos resultados.

Os critérios de inclusão contemplaram estudos que discutiam o papel da experimentação no ensino de Física, com atenção especial àqueles que propunham ou analisavam experiências com materiais simples, alternativos ou recicláveis. Destacaram-se, nesse processo, trabalhos que abordam a experimentação como estratégia para favorecer a aprendizagem significativa, o desenvolvimento do pensamento científico, a relação teoria-prática e o engajamento dos estudantes (Carvalho, 1996; Galianzi, 2003; Pietrocola, 2005; Moreira, 2011). Também foram valorizadas pesquisas que discutem as condições concretas das escolas públicas, evidenciando limitações estruturais, desafios na formação docente e a necessidade de propostas viáveis para realidades de baixo investimento em laboratório

(Araújo; Abib, 2003; Silva; Nardi, 2010). Textos que tratavam apenas de práticas sofisticadas, dependentes de equipamentos caros e pouco replicáveis no cotidiano escolar, foram descartados por não atenderem ao foco deste estudo.

A análise do material selecionado foi conduzida de forma qualitativa, buscando identificar convergências e divergências em torno de três eixos principais: a importância da experimentação para a compreensão dos conceitos físicos, o potencial dos experimentos de baixo custo como alternativa pedagógica acessível e os obstáculos apontados pelos pesquisadores para a implementação dessas práticas. Observou-se que grande parte das produções reforça a ideia de que a experimentação, quando planejada de modo investigativo e articulada aos conhecimentos prévios dos alunos, contribui para a aprendizagem significativa nos termos propostos por Ausubel (2003), na medida em que permite ao estudante relacionar os novos conteúdos à sua experiência cotidiana e ao seu repertório conceitual já constituído. Em paralelo, vários autores destacam que o uso de materiais simples e recicláveis não deve ser visto apenas como solução emergencial, mas como oportunidade formativa que estimula criatividade, protagonismo e consciência crítica, tanto dos alunos quanto dos professores.

A partir dessa leitura sistematizada, foram organizadas categorias que orientaram a etapa prática do trabalho, tais como: a necessidade de propostas exequíveis com recursos acessíveis; a importância de roteiros que privilegiem a problematização e não apenas a demonstração; a centralidade do professor como mediador do processo investigativo; e o compromisso com atividades que promovam participação ativa dos estudantes. Assim, o levantamento bibliográfico não se restringiu a uma compilação de autores, mas funcionou como instrumento de análise e seleção de princípios pedagógicos que sustentam o desenvolvimento dos experimentos de baixo custo apresentados nos capítulos seguintes, garantindo coerência entre teoria, contexto escolar e proposta metodológica.

3.2 Identificação das dificuldades na implementação de atividades experimentais no ensino de Física

Com o objetivo de identificar as principais dificuldades enfrentadas por professores e escolas públicas na implementação de atividades experimentais no ensino de Física, foi elaborado e aplicado um questionário diagnóstico destinado a docentes que atuam no Ensino Médio da rede pública. Essa etapa buscou articular a revisão bibliográfica às condições concretas de trabalho dos professores, permitindo compreender em que medida fatores

como infraestrutura, formação docente, tempo pedagógico e apoio institucional interferem na realização de práticas experimentais, especialmente com recursos de baixo custo.

O instrumento de pesquisa foi construído com base em referenciais da área de ensino de Ciências e experimentação didática, considerando estudos como os de Araújo e Abib (2003), Silva e Nardi (2010), Galiazzi (2003) e Carvalho (1996), que apontam obstáculos recorrentes como ausência de laboratórios equipados, escassez de materiais, falta de formação específica para o uso de atividades experimentais e dificuldades em integrar teoria e prática no cotidiano escolar. A partir desses referenciais, o questionário foi estruturado em três blocos principais: (i) caracterização do perfil profissional do docente (formação, tempo de experiência, carga horária, número de turmas); (ii) condições materiais e institucionais para a realização de experimentos (existência de laboratório, disponibilidade de materiais, recursos financeiros, apoio da gestão); e (iii) percepções do professor sobre os desafios e potencialidades das atividades experimentais, incluindo o uso de experimentos de baixo custo. O questionário combinou questões fechadas e abertas. As questões fechadas incluíram escalas do tipo Likert para avaliar o grau de dificuldade associado a diferentes fatores (como infraestrutura, tempo, formação, segurança, número de alunos e apoio institucional), bem como itens de múltipla escolha para identificação dos obstáculos considerados mais críticos na realidade dos respondentes. As questões abertas tiveram a função de permitir que os professores descrevessem, com exemplos concretos, situações vivenciadas, limitações encontradas e sugestões para viabilizar a experimentação no contexto das escolas públicas.

Essa combinação de formatos possibilitou a obtenção de dados quantitativos descritivos e, ao mesmo tempo, de informações qualitativas que enriqueceram a compreensão dos resultados.

A aplicação do questionário foi realizada de forma on-line, por meio da plataforma Google Forms, escolhida pela facilidade de acesso, organização das respostas e possibilidade de envio do link a professores de diferentes escolas. O link foi compartilhado com docentes de Física da rede pública por meio de contato direto, grupos institucionais e intermediação de coordenações escolares, garantindo maior alcance dentro do recorte proposto. A participação foi voluntária e os respondentes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, o caráter acadêmico do estudo e o compromisso com o anonimato dos dados, respeitando princípios éticos básicos na condução de pesquisas educacionais.

Os dados obtidos nas questões fechadas foram organizados em tabelas e gráficos, possibilitando a análise descritiva de frequências e a identificação dos fatores mais

recorrentes apontados como impeditivos ou limitadores das atividades experimentais. Já as respostas às questões abertas foram examinadas por meio de leitura cuidadosa e categorização temática, identificando padrões de sentido relacionados, por exemplo, à falta de infraestrutura, ausência de materiais, carência de formação continuada, sobrecarga de trabalho docente, turmas numerosas, insegurança quanto à condução de experimentos e dificuldade em relacionar as atividades práticas aos conteúdos previstos no currículo. Esse procedimento permitiu articular os resultados empíricos com a literatura analisada, reforçando que muitos dos desafios apontados pelos professores coincidem com os relatados em estudos anteriores.

A partir dessa etapa, foi possível delinear um panorama consistente das barreiras enfrentadas no contexto das escolas públicas, o que orientou diretamente o planejamento dos experimentos de baixo custo desenvolvidos neste trabalho. As informações coletadas serviram como critério para a escolha de propostas experimentais que demandassem materiais acessíveis, pudessem ser realizadas em sala comum, exigissem pouco tempo de montagem e execução e favorecessem a relação entre teoria e prática, respeitando as condições reais dos docentes participantes. Dessa forma, a identificação das dificuldades não se limitou a um diagnóstico descritivo, mas funcionou como base para a construção de intervenções pedagógicas concretas, alinhadas às necessidades do contexto investigado.

3.3 Desenvolvimento e aplicação dos experimentos de baixo custo

Nesta etapa do trabalho foram projetados, construídos e aplicados três experimentos de baixo custo, cada um direcionado a uma série do Ensino Médio (1ª, 2ª e 3ª). Todos os protótipos foram elaborados com materiais simples e de fácil acesso, escolhidos de modo a permitir a reprodução em escolas públicas com infraestrutura limitada. A construção dos dispositivos buscou atender simultaneamente a três critérios principais: evidenciar com clareza o fenômeno físico estudado, garantir segurança e praticidade de uso em sala de aula e possibilitar a participação ativa dos estudantes na observação, análise e discussão dos resultados.

Os experimentos foram aplicados em ambiente escolar, em parceria com os professores regentes, durante aulas regulares de Física. Em cada aplicação, o procedimento seguiu a mesma lógica: breve retomada teórica, apresentação do protótipo, explicação do funcionamento, realização das atividades com participação dos alunos e registro das observações. Destaca-se que para cada experimento foram necessárias 6 aulas por série,

desde a montagem até a aplicação dos mesmos. A viabilidade e a funcionalidade dos dispositivos foram avaliadas a partir de aspectos como facilidade de montagem, tempo necessário para a realização, estabilidade do aparato, nitidez do fenômeno e adequação às condições da escola. A contribuição pedagógica foi analisada com base em registros escritos, observações de engajamento, questionamentos dos estudantes, falas espontâneas, registros fotográficos e pequenos instrumentos avaliativos aplicados após as atividades. A seguir, descrevem-se os três experimentos desenvolvidos a partir de materiais disponíveis na internet.

3.3.1 Experimento 1: Lançador de projéteis (lançamento oblíquo, 1ª série)

- **Objetivo didático:** possibilitar a observação da trajetória em lançamento oblíquo e a manipulação do ângulo de lançamento para relacionar, em atividade prática, alcance horizontal e altura máxima com as expressões estudadas em cinemática.
- **Materiais:** tubo metálico; mola compatível com o diâmetro interno; cordão para tração; base de madeira; base metálica móvel; régua/transferidor para ângulo; bolinhas metálicas; cola quente; trena/fita métrica.
- **Montagem:** fixação da base metálica móvel sobre a madeira; colagem do tubo na base móvel (cola quente); inserção/colagem da mola dentro do tubo; amarração do cordão à extremidade da mola; fixação do transferidor para leitura do ângulo (Figura 1). Tempo estimado: 8–10 minutos.
- **Procedimento em sala:** em três turmas de 1ª série (~30 alunos), após retomada teórica, os grupos selecionaram ângulos (p.ex., 20°, 30°, 45°, 60°), realizaram disparos e mediram o alcance com trena (Figura 2). Foram registradas condições de execução (posição do aparato, superfície de queda, compressão aproximada da mola) e orientações de segurança (delimitação da área de queda, proibição de apontar o tubo para pessoas).
- **Registros para análise (Resultados):** observações do pesquisador/professor (participação, organização dos grupos, dúvidas frequentes); fotos do aparato e da dinâmica; pré-teste e pós-teste conceitual/percepção aplicados no início e ao final da aula.
- **Crítérios para avaliação posterior:** tempo de preparação, estabilidade do conjunto, legibilidade da leitura angular, repetibilidade operacional para comparar ângulos, possibilidade de medir alcance com baixa interferência.

Figura 1 – Experimento lançador de projéteis



Fonte: acervo pessoal (2025)

Figura 2 – Participação dos alunos no experimento



Fonte: acervo pessoal (2025)

3.3.2 Experimento 2: Visualização de ondas sonoras com laser e membrana (fenômenos ondulatórios, 2ª série)

- Objetivo didático: tornar visível a vibração associada ao som (onda mecânica), relacionando frequência e amplitude da fonte às variações do feixe refletido (distinção qualitativa entre graves e agudos).

- Materiais: lata metálica (fundo removido); bexiga esticada (membrana); pedaço de CD (superfície refletora); apontador laser; suporte com pedaço de mangueira; fita adesiva; superfície de projeção (parede/tela).
- Montagem: bexiga tensionada e fixada na borda da lata; pedaço de CD colado no centro da membrana; laser fixado no suporte para incidir no CD; projeção do ponto luminoso sobre uma parede a distância adequada. Tempo estimado: 5–7 minutos.
- Procedimento em sala: em turmas de 2ª série, após retomada teórica (ondas mecânicas, frequência, período), os alunos emitiram sons na abertura inferior da lata. A vibração da membrana deslocou o CD, modificando a direção do feixe refletido e o padrão do ponto projetado. Houve orientação de segurança com laser (não apontar para olhos; posição estável do feixe e dos estudantes).
- Registros para análise (Resultados): observações do pesquisador/professor (variação espontânea de sons, reconhecimento de padrões, perguntas); fotos; pré/pós-teste conceitual/percepção (Figuras 3 e 4).
- Critérios para avaliação posterior: tempo de montagem, estabilidade da membrana, clareza do ponto refletido, resposta perceptível do feixe a variações de frequência, controle seguro do laser.

Figura 3 – Experimento visualização de ondas sonoras com laser e membrana



Fonte: acervo pessoal (2025)

Figura 4 – Participação de aluno no experimento



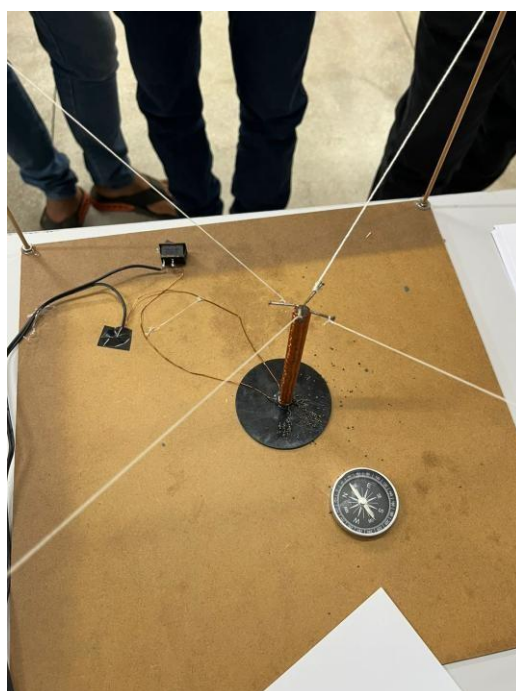
Fonte: acervo pessoal (2025)

3.3.3 Experimento 3: Eletroímã de baixo custo para estudo do eletromagnetismo (3ª série)

- **Objetivo didático:** explicitar a relação corrente elétrica $\leftrightarrow$ campo magnético por meio da magnetização temporária de um núcleo ferromagnético, diferenciando eletroímã de ímã permanente e conectando o princípio a aplicações tecnológicas (relés, solenóides, motores).
- **Materiais:** prego de aço (núcleo); fio de cobre esmaltado (bobina); base de madeira; quatro palitos de suporte; linhas para suspensão de quatro pregos pequenos; interruptor liga/desliga; fonte de 12 V; conexões simples.
- **Montagem:** fixação do prego maior (vertical) ao centro da base; enrolamento do fio de cobre formando a bobina, deixando terminais livres; fixação dos palitos nas bordas e das linhas com os quatro preguinhos, posicionados próximos ao núcleo; ligação dos terminais da bobina ao interruptor e à fonte de 12 V. Tempo estimado: 8–10 minutos.
- **Procedimento em sala:** em turmas de 3ª série (~30 alunos), após retomada teórica (linhas de campo, força magnética, eletroímã), os estudantes observaram o comportamento dos pregos com o circuito aberto e fechado e descreveram o efeito observado. Foram reforçados procedimentos de segurança elétrica (checagem das conexões, não tocar condutores nus, desligar antes de ajustes).

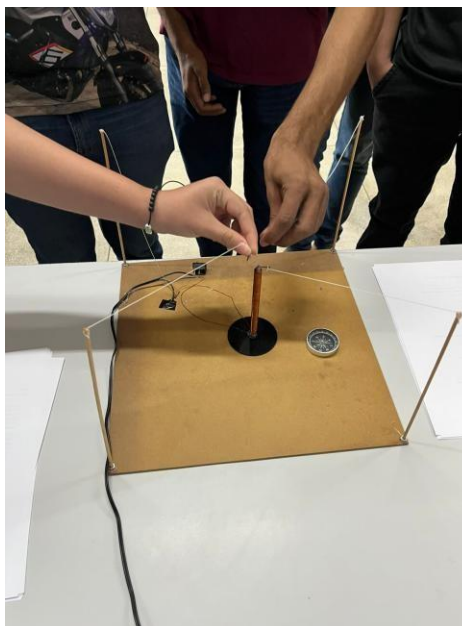
- Registros para análise (Resultados): observações do pesquisador/professor (descrições dos alunos, dúvidas recorrentes); fotos; pré/pós-teste conceitual/percepção (Figuras 5 e 6).
- Critérios para avaliação posterior: rapidez de montagem, intensidade do efeito com a fonte de 12 V, clareza do fenômeno (atração perceptível dos preguinhos), estabilidade do conjunto, operação segura do circuito.

Figura 5 – Experimento eletroímã de baixo custo para estudo do eletromagnetismo



Fonte: acervo pessoal (2025)

Figura 6 – Participação dos alunos no experimento



Fonte: acervo pessoal (2025)

3.4 Procedimentos de avaliação do impacto dos experimentos (pré-teste, pós-teste e observações)

O pré-teste foi desenvolvido para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto que iria ser aplicado no experimento e que foi trabalhado no decorrer do ano letivo. Posteriormente foram realizadas as aulas prática e teórica demonstrando o fenômeno físico do experimento e logo após, foi aplicado o pós-teste para avaliar o nível de conhecimento adquirido em cada série. Destaca-se ainda que as questões do pré e pós-teste foram distintas, para não induzir o aluno nas respostas corretas.

A avaliação do impacto pedagógico dos experimentos foi realizada mediante análise quantitativa dos dados coletados, utilizando o Microsoft Excel como ferramenta principal de tratamento e interpretação. O procedimento analítico centrou-se na comparação sistemática entre os resultados dos pré e pós-testes, visando quantificar a evolução na compreensão conceitual dos estudantes.

Para tal, foram calculados os percentuais de acerto por questão e o desempenho médio de cada turma, antes e após a intervenção experimental. O ganho de aprendizagem, expresso pela variação percentual entre esses dois momentos, permitiu identificar quais tópicos específicos registraram os avanços mais significativos.

Adicionalmente, a análise estatística descritiva dos dados permitiu mapear padrões de desempenho por série e por conceito físico, estabelecendo uma base objetiva para a discussão sobre a eficácia das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos investigados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa com os professores mostrou uma situação contraditória: todos consideram os experimentos importantes, mas quase não os usam por falta de estrutura, materiais e tempo de aula prática. Diante desse problema, os resultados dos experimentos de baixo custo aplicados comprovaram que é possível mudar essa realidade.

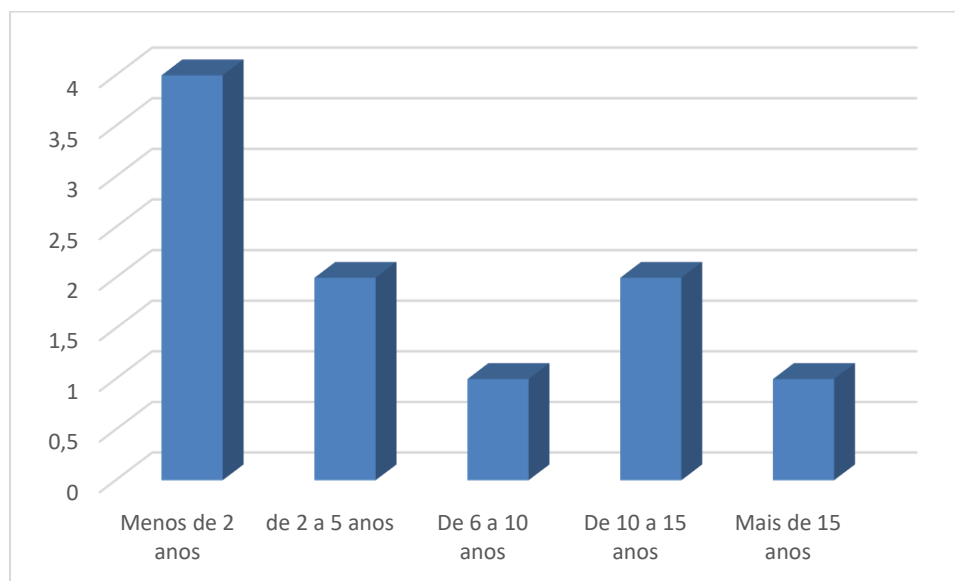
A comparação entre os testes antes e depois das atividades revelou que os alunos evoluíram significativamente no entendimento dos conceitos de Física em todas as séries. Os dados e as observações confirmaram que os protótipos funcionaram bem na prática, mesmo com os recursos limitados das escolas. Mais que isso, as atividades práticas se mostraram um meio eficaz para os alunos construírem seu conhecimento, fazendo com que enxergassem a Física como algo mais concreto e relacionado com o mundo real.

4.1 Dificuldades na implementação de atividades experimentais

O questionário foi respondido por dez professores que atuam no Ensino Médio de escolas públicas. A análise das respostas evidencia que a maioria dos participantes possui formação específica em Licenciatura em Física, havendo apenas um docente formado em Ciências da Natureza. Esse dado revela que os respondentes possuem formação diretamente relacionada ao componente curricular investigado, o que fortalece a consistência das informações coletadas.

Quanto ao tempo de experiência docente, observa-se um grupo heterogêneo: quatro professores possuem menos de dois anos de atuação; dois situam-se na faixa de dois a cinco anos; um possui entre seis e dez anos; dois têm entre dez e quinze anos; e um atua há mais de quinze anos no Ensino Médio (Gráfico 1). Essa diversidade permite captar percepções provenientes de diferentes estágios da carreira, contribuindo para uma compreensão mais abrangente do contexto escolar.

Gráfico 1 – Tempo de atuação como professor (a) de Física no Ensino Médio



Fonte: Autoria própria (2025).

No que se refere à percepção sobre a relevância das atividades experimentais no ensino de Física, a quase totalidade dos participantes indicou considerá-las muito relevantes. Tal resultado corrobora com Ferreira (2023), o qual afirma que a incorporação de atividades experimentais no ensino de Física traz contribuições fundamentais para o processo de aprendizagem, impactando positivamente o engajamento dos alunos, a assimilação dos conteúdos e a percepção de suas aplicações no dia a dia. Essa eficácia deve-se à capacidade dos experimentos em materializar a relação entre teoria e prática, tornando os fenômenos físicos tangíveis e mais próximos da realidade vivenciada por educadores e estudantes.

Além dessa dimensão, as atividades práticas estimulam uma reflexão profunda sobre os mecanismos de aprendizagem e as estratégias de ensino, consolidando-se como instrumentos de formação pedagógica. De acordo com Ferreira (2023), quando os docentes adotam essa perspectiva contextualizada da experimentação, independentemente de seu nível de atuação ou formação, o ensino de Física ganha efetividade e significado nos espaços educacionais.

Quanto às dificuldades consideradas mais significativas na realização de atividades experimentais em Física, foi evidenciado que os professores enfrentam obstáculos múltiplos, tanto de ordem estrutural quanto pedagógica e organizacional. As dificuldades mais frequentemente citadas foram: 1) Falta de tempo para planejamento e montagem dos experimentos, mencionada pela maioria dos respondentes; 2) Insuficiência de apoio da gestão escolar, percebida como um fator limitador das iniciativas práticas; 3) Turmas

numerosas, que dificultam o acompanhamento das atividades e a organização dos estudantes durante a prática;

4) Escassez de materiais e equipamentos específicos, frequentemente associada à ausência de laboratório; 5) Falta de materiais simples, recicláveis ou de reposição, indicando que a carência não se restringe a itens tecnológicos; 6) Carência de formação específica para o uso de experimentos, especialmente no que se refere a práticas de baixo custo; 7) Insegurança quanto à segurança dos estudantes durante as atividades, embora menos recorrente entre os participantes; 8) Dificuldade de relacionar os experimentos aos conteúdos curriculares, citada por um número menor de professores.

Esses achados convergem com pesquisas com docentes da rede pública de ensino que apontam consistentemente a carência de infraestrutura como um dos principais obstáculos para a realização de atividades experimentais. Conforme evidenciado por Silva *et al.* (2021), a realidade em diversas instituições obriga os educadores a recorrerem à improvisação com materiais limitados, os quais nem sempre permitem a obtenção dos resultados pedagógicos esperados. Este cenário configura um ambiente particularmente desfavorável para a implementação de práticas laboratoriais eficientes.

Os principais obstáculos descritos pelos professores foram a falta de materiais adequados, falta de equipamentos e materiais, alta carga horária de conteúdos teóricos, laboratório sucateado e materiais quebrados e pouco tempo para aulas práticas. A resolução deste problema demanda investimentos substanciais na infraestrutura das escolas, abrangendo desde a construção e modernização de laboratórios até a aquisição de equipamentos atualizados e materiais didáticos em quantidade suficiente. Lira e Senna Júnior (2024) reforçam que a importância das políticas públicas, a fim de assegurar a sustentabilidade desses investimentos por meio da manutenção permanente dos espaços e recursos.

Nesse contexto, a escassez de recursos didáticos e tecnológicos emerge como uma barreira crítica. Professores frequentemente encontram dificuldades para ministrar aulas práticas devido à falta de itens essenciais como microscópios, reagentes e manuais especializados. A ausência desses materiais leva os educadores a adotarem soluções alternativas que, embora bem-intencionadas, nem sempre são adequadas aos experimentos, prejudicando a qualidade do ensino e restringindo o envolvimento dos estudantes (Silva *et al.*, 2021).

A carência se estende também ao campo tecnológico, onde a falta de ferramentas educacionais digitais, como computadores, softwares e laboratórios virtuais, impede a oferta

de uma abordagem de ensino mais interativa e dinâmica. Muitas vezes, os poucos equipamentos disponíveis encontram-se obsoletos ou em quantidade insuficiente para atender à demanda discente, limitando assim a aplicação de metodologias ativas que poderiam enriquecer significativamente o processo de aprendizagem (Gecer; Zengin, 2015).

Diante desse quadro, torna-se imprescindível que as políticas educacionais priorizem não apenas o fornecimento inicial de materiais e equipamentos, mas também a sua manutenção contínua. Superar essas limitações é um passo fundamental para elevar a qualidade do ensino, assegurando que todos os alunos tenham acesso a uma formação prática e experimental que os prepare para os desafios futuros (Lira; Senna Júnior, 2024).

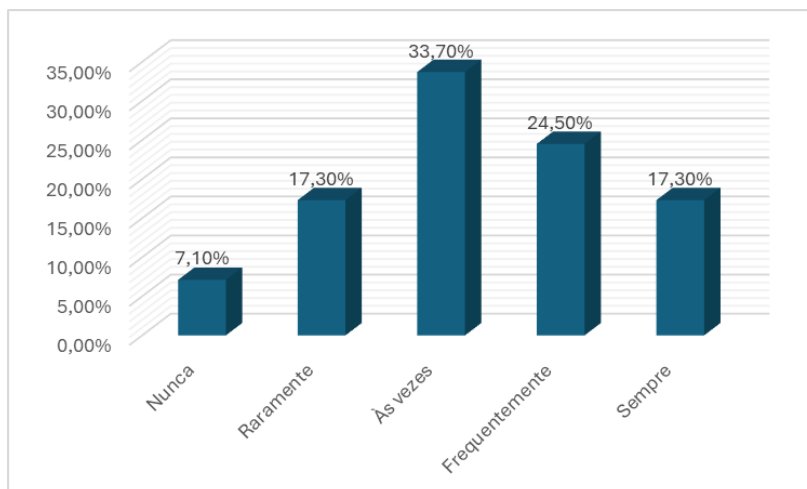
4.2 Percepção dos alunos quanto ao ensino de Física

Ao total, 98 alunos responderam ao questionário. A análise das respostas revela um cenário com contradições importantes: os alunos avaliam bem as aulas de Física, mas ao mesmo tempo reconhecem claramente que têm dificuldade para aprender os conceitos da matéria.

De maneira geral, os alunos deram avaliações medianas a positivas para o ensino de Física em sua escola. Porém, quando perguntados especificamente sobre sua compreensão dos conteúdos, uma parte significativa admitiu ter dificuldade para entender os conceitos de Física. Essa aparente contradição é reveladora: sugere que, embora os alunos não critiquem duramente as aulas, o método de ensino atual não está sendo totalmente eficaz para fazer com que aprendam de verdade.

Esta situação fica ainda mais clara quando olhamos para a frequência de atividades práticas. Os dados mostram de forma consistente que os alunos quase não participam de experimentos ou aulas práticas de Física (Gráfico 2). A aprendizagem permanece majoritariamente no campo teórico, com poucas oportunidades de ver os fenômenos físicos acontecerem na prática. Este resultado confirma perfeitamente o que os professores já haviam dito: eles gostariam de fazer experimentos, mas encontram barreiras que impedem, e os alunos confirmam que essas atividades realmente não acontecem.

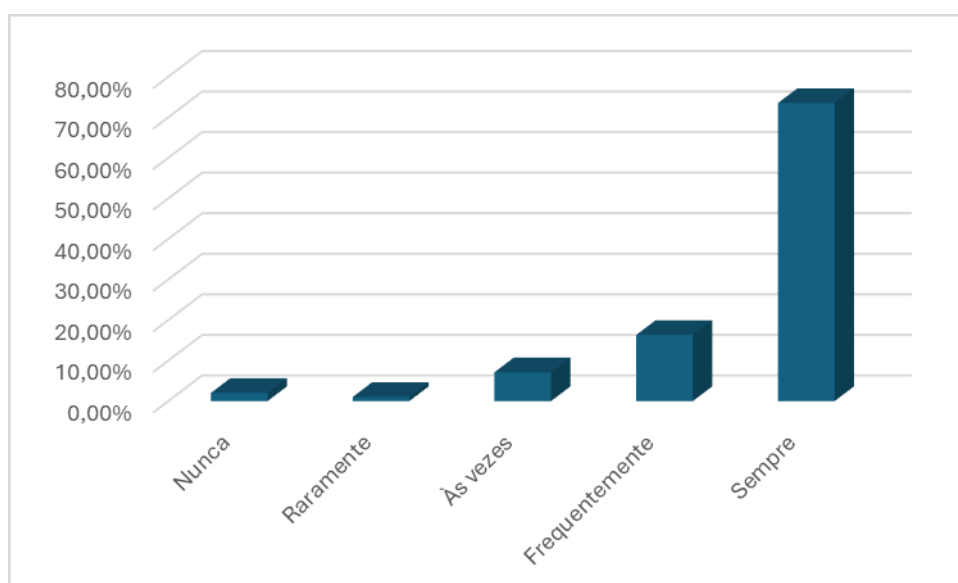
Gráfico 2 – Frequência de participação em aulas práticas ou experimentos de Física



Fonte: Autoria própria (2025).

O dado mais significativo deste questionário aparece quando perguntamos sobre o potencial dos experimentos. Aqui, as respostas foram quase unânimes: a grande maioria dos alunos acredita que as atividades práticas ajudariam a entender melhor a teoria e tornariam as aulas mais interessantes (Gráfico 3). Os estudantes percebem que a experimentação poderia ser a ponte entre a dificuldade que sentem com a teoria abstrata e o entendimento concreto dos fenômenos físicos.

Gráfico 3 – Percepção dos alunos quanto ao potencial dos experimentos nas aulas de Física



Fonte: Autoria própria (2025).

Diante disso, fica evidente que existe um potencial não explorado nas aulas de Física. De acordo com Reis Júnior e Silva (2013), a experimentação em sala de aula configura-se como uma estratégia pedagógica de grande potencial para o ensino de Física, por favorecer dinâmicas interativas que transcendem a relação professor-aluno. Por meio dessas atividades, estimulam-se o diálogo, a troca de informações e a colaboração entre os estudantes, elementos essenciais para a construção coletiva do conhecimento.

Os autores ressaltam ainda que a sala de aula deve ser compreendida como um ambiente de criação e realização prática, no qual o professor assume o papel de mediador, orientando a execução das atividades de forma contextualizada. Ao relacionar conceitos teóricos com a prática experimental, o educador não apenas facilita a compreensão dos fenômenos físicos, mas também motiva os alunos na busca autônoma por novos saberes, enriquecendo significativamente sua experiência de aprendizagem (Reis Júnior; Silva, 2013).

4.3 Desempenho pré-teste

Foram realizados pré-testes para os alunos da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio, para identificar os conhecimentos prévios sobre os conceitos físicos que seriam trabalhados nos experimentos. A análise dos resultados revela um cenário de fragilidade conceitual generalizada nas três séries. A tabela 1 caracteriza o desempenho das três séries e a média percentual em cada uma.

Tabela 1 – Desempenho do pré-teste em cada série do Ensino Médio

Série	Tema	Total de Alunos	Q1 (%)	Q2 (%)	Q3 (%)	Q4 (%)	Q5 (%)	Média de Acertos (%)
1ª	Lançamento Oblíquo	25	56%	48%	28%	60%	52%	48.8%
2ª	Ondas Sonoras	25	24%	32%	48%	16%	36%	31.2%
3ª	Eletromagnetismo	25	60%	52%	56%	56%	8%	46.4%

Fonte: Dados da pesquisa

Os estudantes da primeira série demonstraram dificuldades significativas na compreensão dos conceitos básicos de lançamento oblíquo. Apenas uma minoria conseguiu identificar corretamente a composição do movimento em suas componentes horizontal e vertical.

A questão sobre o alcance máximo do projétil (ângulo de 45°) foi a que obteve o melhor desempenho, com cerca de metade dos alunos acertando. No entanto, conceitos mais refinados mostraram-se particularmente problemáticos. A maioria dos estudantes não compreendia o que ocorre com a velocidade no ponto mais alto da trajetória, com respostas distribuídas entre todas as alternativas incorretas.

Houve também uma confusão generalizada sobre qual grandeza permanece constante durante o movimento, com muitos alunos escolhendo opções relacionadas à altura ou velocidade total, em vez da aceleração da gravidade. De maneira geral, os resultados indicam que os alunos chegam à atividade experimental com uma compreensão muito limitada da cinemática do lançamento de projéteis, com um percentual de acerto de 48,8% entre as cinco questões.

Já os alunos da segunda série apresentaram sérias confusões conceituais sobre a natureza do som e suas propriedades. A classificação do som como onda mecânica e longitudinal foi identificada corretamente por apenas uma pequena parcela dos respondentes, com a maioria optando erroneamente por "eletromagnética e transversal".

A relação entre frequência e altura do som (grave/agudo) foi compreendida por menos da metade da turma. Da mesma forma, a conexão entre amplitude e volume do som mostrou-se um conceito frágil, com os alunos distribuindo suas respostas entre várias alternativas incorretas.

O conceito que apresentou maior dificuldade foi a dependência da velocidade do som em relação ao meio de propagação. Quase nenhum aluno soube que a velocidade do som aumenta na água em comparação com o ar, revelando uma compreensão muito superficial das propriedades ondulatórias do som. A média de acertos foi de 31,2%, considerada a menor entre as três séries do Ensino Médio.

Os estudantes da terceira série demonstraram um conhecimento inconsistente sobre os princípios do eletromagnetismo. A compreensão de que o campo magnético depende da circulação de corrente elétrica foi a que obteve melhor desempenho, embora ainda com uma taxa de acerto modesta.

A função do núcleo de ferro em amplificar o campo magnético foi identificada corretamente por aproximadamente metade dos alunos. No entanto, o comportamento do campo magnético ao desligar o circuito mostrou-se um conceito particularmente desafiador, com muitos estudantes acreditando que o campo permanece constante ou simplesmente inverte de direção.

A questão sobre aplicações tecnológicas do princípio do eletroímã (relé elétrico) foi

a que obteve o pior desempenho, com a grande maioria escolhendo alternativas incorretas como pilhas ou lâmpadas. Isso indica uma dificuldade em conectar o princípio físico estudado com suas aplicações no mundo real. A média de acertos desta série foi de 46,4%.

4.4 Desempenho pós-teste

A aplicação dos experimentos de baixo custo resultou em avanços significativos na compreensão conceitual dos estudantes em todas as séries analisadas. Os resultados dos pós-testes demonstram uma superação clara das dificuldades identificadas no diagnóstico inicial, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho do pós-teste em cada série do Ensino Médio

Série	Tema	Total de Alunos	Q1 (%)	Q2 (%)	Q3 (%)	Q4 (%)	Q5 (%)	Média de Acertos (%)
1 ^a	Lançamento Obliquo	25	100%	92%	100%	96%	96%	96,8%
2 ^a	Ondas Sonoras	25	96%	92%	92%	80%	88%	89,6%
3 ^a	Eletromagnetismo	25	96%	96%	100%	100%	96%	97,6%

Fonte: Dados da pesquisa

Os alunos da 1^a série demonstraram domínio excepcional dos conceitos após o experimento. Todos compreenderam que o alcance máximo ocorre a 45° (100% de acerto) e que existe um ângulo ótimo para maximizar o alcance (100%). O conceito da velocidade vertical nula no ponto mais alto, que era a maior dificuldade no pré-teste (28%), foi compreendido por 92% dos estudantes. A identificação das fontes de erro e do movimento parabólico também alcançou índices acima de 96%.

Houve uma evolução notável na compreensão da natureza do som com os alunos da 2^a série. A relação entre as vibrações da membrana e o movimento do ponto de luz foi compreendida por 96% dos alunos. O conceito de que o som é uma onda mecânica que precisa de meio para se propagar, que tinha apenas 24% de acerto no pré-teste, alcançou 92% no pós-teste. A relação entre frequência e altura do som (agudo/grave) foi assimilada por 92% dos estudantes.

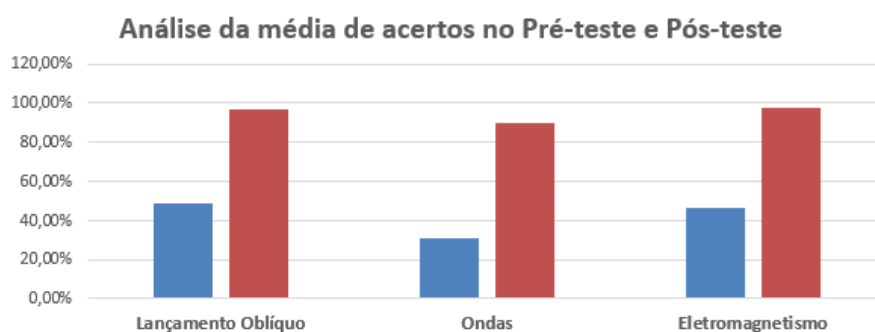
Já com os alunos da 3^a série, os resultados foram excelentes, com destaque para a compreensão unânime (100%) de que aumentar o número de espiras amplifica o campo

magnético e que o fenômeno envolvido é o eletromagnetismo. A aplicação prática do princípio (relé/alto-falante), que era o conceito mais crítico no pré-teste com apenas 8% de acerto, foi compreendida por 96% dos alunos após o experimento. A dependência do campo magnético da corrente elétrica também foi assimilada pela quase totalidade dos estudantes (96%).

Os resultados comprovam que os experimentos de baixo custo foram altamente eficazes na promoção da aprendizagem significativa. Em todas as séries, os índices de acerto superaram 89%, com a 1ª e 3ª séries alcançando médias superiores a 96%. Esta evolução demonstra que a abordagem experimental, mesmo com recursos simples, é capaz de superar as barreiras de aprendizagem identificadas no ensino tradicional de Física.

A análise comparativa entre os resultados dos pré e pós-testes revela um impacto notável da intervenção experimental. Em todas as séries, observou-se uma melhoria expressiva no percentual médio de acertos, evidenciando a eficácia da abordagem.

Figura 7 – Média de acertos no pré e pós-teste



Fonte: Dados da pesquisa

A maior evolução percentual ocorreu na 2ª série, que partiu da média mais baixa no pré-teste (31,2%). Este salto sugere que a atividade prática foi particularmente eficaz para sanar as graves confusões conceituais sobre a natureza mecânica e longitudinal do som, um conteúdo tipicamente abstrato. Na 1ª série, a intervenção permitiu superar dificuldades centrais da cinemática, como a compreensão da velocidade no ponto mais alto da trajetória, elevando a média de 48,8% para 96,8%. Já na 3ª série, o experimento foi decisivo para articular a teoria à aplicação tecnológica, um ponto crítico no pré-teste, resultando em uma média final próxima à perfeição (97,6%).

A organização dos estudantes em grupos para a realização de experimentos é uma estratégia fundamental, pois potencializa a contribuição mútua entre os participantes,

facilitando tanto a montagem das atividades quanto a construção do conhecimento coletivo. De acordo com Silva e Soares (2011), a Aprendizagem Colaborativa exige o envolvimento ativo de todos no processo de construção do saber, desenvolvendo nos alunos autonomia e capacidade crítica. Nessa abordagem, o estudante é constantemente desafiado a testar seus conhecimentos, uma vez que precisa socializar seus posicionamentos e concepções, submetendo-se a uma avaliação contínua durante a aprendizagem.

Atividades baseadas na Aprendizagem Colaborativa criam ambientes que favorecem a aprendizagem ativa, o pensamento crítico e a interação entre os estudantes. Torres e Irala (2014) ressaltam que, nessa modalidade, os alunos assumem a responsabilidade de ensinar e aprender uns com os outros durante a resolução conjunta de problemas. Os autores destacam que, ao buscarem soluções para as questões que surgem durante a atividade, os participantes desenvolvem habilidades metacognitivas ao precisarem chegar a um consenso a partir de ideias compartilhadas.

É importante diferenciar a abordagem colaborativa da cooperativa. Enquanto na cooperativa as tarefas são divididas pelo professor, na colaborativa todos os estudantes trabalham juntos no planejamento e na resolução das variáveis do processo, o que impacta positivamente a aprendizagem de cada um (Collazos; Muñoz; Hernández, 2019).

Collazos, Muñoz e Hernández (2019) enumeram diversas vantagens da Aprendizagem Colaborativa, destacando que: a) uma equipe tem mais facilidade para compreender um problema do que um aluno isolado; b) os erros são identificados com maior rapidez; c) o trabalho em grupo gera um repertório de conhecimento mais amplo, facilitando a solução de problemas; d) a análise coletiva permite filtrar informações com mais eficiência; e) a interação com colegas mais experientes torna o aprendizado mais acessível a todos.

A experiência acumulada no ensino de Física indica que uma das principais dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos estudantes está diretamente relacionada à carência de laboratórios didáticos. Esses espaços são fundamentais para a observação e verificação dos fenômenos físicos, complementando de forma essencial a teoria trabalhada em sala de aula. As atividades práticas em laboratório despertam nos alunos uma compreensão única sobre a relevância da Física e suas aplicações cotidianas, facilitando significativamente a assimilação dos conteúdos (Silva; Leal, 2017).

Diante desse cenário, torna-se urgente a implementação de iniciativas que minimizem as lacunas decorrentes dessa formação deficitária em Física, estimulando o interesse dos estudantes pelas áreas de ciência e tecnologia e promovendo uma assimilação mais clara dos conteúdos teóricos e práticos (Silva; Leal, 2017).

Em pesquisa recente, Baldow *et al.* (2024) constataram que o desenvolvimento de experimentos de Física de baixo custo com estudantes do ensino médio, além de viável, estimulou a criatividade e o pensamento crítico. Os alunos foram desafiados a encontrar soluções adaptadas às particularidades dos materiais disponíveis, desenvolvendo capacidade de adaptação e trabalho em equipe. A prática pedagógica colaborativa proporcionou uma experiência mais próxima da realidade profissional, onde a busca por soluções raramente segue um caminho linear.

A combinação entre a reutilização de equipamentos eletrônicos e a Aprendizagem Colaborativa mostrou-se não apenas uma estratégia eficiente para o ensino de Física, mas também um meio de conscientizar os estudantes sobre sustentabilidade e preservação ambiental, contribuindo para a formação de cidadãos mais responsáveis diante dos desafios ambientais contemporâneos (Baldow *et al.*, 2024).

A abordagem colaborativa desenvolvida nessa pesquisa demonstrou ser altamente eficaz para o ensino médio. Por meio da interação em grupos, os estudantes compartilharam conhecimentos, discutiram ideias e buscaram soluções conjuntas, resultando em um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e significativo. Essa metodologia promoveu maior engajamento e autoconfiança dos alunos, além de desenvolver habilidades metacognitivas através da reflexão sobre suas ações e escolhas durante o processo experimental (Baldow *et al.*, 2024).

Segundo Baldow *et al.* (2024) a utilização de materiais recicláveis e o reaproveitamento de recursos demonstraram ser alternativas viáveis para a realização de experimentos com custos reduzidos e menor impacto ambiental. Dessa forma, este tipo de experimento reforça a importância de incentivar abordagens pedagógicas colaborativas que promovam a participação ativa dos estudantes em sua própria aprendizagem, encorajando-os a construir conhecimento de maneira mais autônoma e significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados da presente pesquisa confirmaram que o desenvolvimento de protótipos com materiais acessíveis e de baixo custo constitui uma alternativa viável e pedagogicamente eficaz para superar as barreiras materiais identificadas no ensino público.

Os três experimentos desenvolvidos (lançador de projéteis, visualizador de ondas sonoras e eletroímã) não apenas funcionaram tecnicamente, mas produziram impactos mensuráveis na aprendizagem dos estudantes. Os expressivos índices de acerto nos pós-testes, que variaram entre 89,6% e 97,6%, comprovam que a abordagem experimental facilita a compreensão conceitual de forma significativa. Particularmente relevante foi a superação de dificuldades específicas: o entendimento da velocidade no ponto mais alto da trajetória (1ª série), a natureza mecânica do som (2ª série) e as aplicações tecnológicas do eletromagnetismo (3ª série), conceitos que se mostraram especialmente resistentes ao ensino tradicional.

A contribuição prática deste trabalho materializa-se na proposta metodológica sistematizada, que traduz os achados da pesquisa em um guia aplicável para professores da educação básica. Os roteiros detalhados para cada experimento consideram as reais condições de trabalho do professor público - tempo limitado, recursos escassos e turmas numerosas - oferecendo não apenas descrições de montagem, mas estratégias de mediação, questões para discussão e adaptações possíveis.

Os resultados validam a premissa de que o desenvolvimento de experimentos de baixo custo representa mais que uma alternativa econômica, configurando-se como uma ferramenta pedagógica poderosa para tornar o ensino da Física mais atraente, significativo e conectado com a realidade dos estudantes.

Este trabalho reafirma que a qualidade do ensino de Física depende menos da abundância de recursos materiais e mais da capacidade do educador em transformar o simples em significativo, demonstrando que é possível fazer ciência de excelência mesmo em condições adversas, desde que haja criatividade, compromisso e uma adequada fundamentação pedagógica.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA REAL DAS CIÊNCIAS DA SUÉCIA. Comunicado de imprensa. **Os laureados com o Prêmio Nobel de Física de 2025** – Experimentos que demonstram o tunelamento quântico macroscópico e a quantização de energia em circuitos elétricos. Estocolmo: Academia Real das Ciências da Suécia, 2025. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics>. Acesso em: 27 out. 2025.
- ARAÚJO, Mauro M.; ABIB, Maria Lucia V. Experimentação no ensino de Física: um olhar sobre as concepções de professores do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–189, 2003.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- DEMO, Pedro. **A pesquisa em sala de aula pelos olhos de Pedro Demo**. Univates, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/noticia/18777-a-pesquisa-em-sala-de-aula-pelos-olhos-de-pedro-demo>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- BALDOW, Rodrigo et al. Experimentos de baixo custo e ensino de física: construindo habilidades a partir da aprendizagem colaborativa no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 37-50, 2024.
- BLOOM, Benjamin Samuel et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: Longmans, Green, 1964.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O ensino de Ciências e a proposição de atividades experimentais**. São Paulo: Cortez, 1996.
- CHALMERS, Alan F. **O que é ciência afinal?**. Trad. Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.
- COLLAZOS, César; MUÑOZ, Jaime; HERNÁNDEZ, Yosly. **Aprendizaje colaborativo apoyado por computador**. 2019.
- FERREIRA, Álex de Carvalho. Experimentação no ensino de Física: enfoque no processo de ensino e aprendizagem. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 8, n. 1, p. e11959-e11959, 2023.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educação em Ciências: produção de significados e autonomia através da experimentação**. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.
- GECER, K. A.; ZENGİN, Raşit. Science teacher's attitudes towards laboratory practices and

problems encountered. **International Journal of Education and Research**, v. 3, n. 11, p. 137-146, 2015.

GIL-PÉREZ, Daniel et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 125-153, 2001.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física. Vol. I.** Grupo Gen-LTC, 2016.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LIRA, Aline Telma Silva; SENNA JUNIOR, Vicente Antonio. Desafios na aplicação de práticas laboratoriais de ciências e biologia nas escolas públicas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 5697-5710, 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

PIAGET, Jean. **Piaget's theory of intelligence**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1978.

PIETROCOLA, Maurício. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em debate**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

REIS JÚNIOR, Elival Martins; SILVA, Otto HM. Atividades experimentais: uma estratégia para o ensino da física. **Caderno Intersaberes**, v. 1, n. 2, p. 38-56, 2013.

SILVA, Andressa Isabela Ferreira et al. Atividades práticas em espaços laboratoriais no ensino de Ciências e Biologia: relatos de uma experiência com estudantes dos anos finais da educação básica da Ilha de São Luís-MA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e86101421676-e86101421676, 2021.

SILVA, João Batista da; NARDI, Roberto. A utilização de materiais recicláveis na experimentação de Física: uma abordagem didática e ambiental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 23-41, 2010.

SILVA, José Carlos Xavier; LEAL, Carlos Eduardo dos Santos. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, p. e1401, 2017.

SILVA, Marcos Antônio da. **A evolução da Física e o conhecimento científico: rupturas e continuidades**. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, V. de A.; SOARES, M. H. F. B. A Aprendizagem Colaborativa: desenvolvimento de conceitos químicos em nível médio de ensino. *In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*. Campinas-SP. 2011. p. 1-12.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. Livros Técnicos e Científicos, 2009.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano Freitas. Aprendizagem colaborativa:

teoria e prática. *In*: TORRES, P. L. (Org.). **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar, p. 61-93, 2014.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WEINBERG, Steven. **Para explicar o mundo**: a descoberta da ciência moderna. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Emani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

APÊNDICE I – DIFICULDADES NA IMPLEMENTAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM FÍSICA

1- Sua formação inicial é:

2- Tempo de atuação como professor(a) de Física no Ensino Médio:

- a) Menos de 2 anos
- b) De 2 a 5 anos
- c) De 6 a 10 anos
- d) De 10 a 15 anos
- e) Mais de 15 anos

3- Em relação às condições da sua escola para a realização de atividades experimentais em Física, como você avalia os itens abaixo?

- a) Existência de laboratório ou espaço próprio para experimentos
- b) Disponibilidade de materiais e equipamentos básicos
- c) Acesso a materiais simples ou recicláveis para experimentos de baixo custo
- d) Apoio da gestão escolar para realização de atividades práticas
- e) Tempo disponível na carga horária para planejamento e execução dos experimentos

4- Com que frequência você realiza atividades experimentais (práticas ou demonstrações) nas aulas de Física?

- a) Em praticamente todas as unidades de conteúdo
- b) Algumas vezes por bimestre
- c) Raramente (1 ou 2 vezes ao ano)
- d) Nunca realizo atividades experimentais
- e) Outro.

5- Quais são, na sua percepção, os principais fatores que dificultam a realização de atividades experimentais nas suas aulas de Física?

I- Falta de laboratório ou espaço adequado

II- Falta de materiais e equipamentos específicos

III- Falta de materiais simples/recicláveis organizados

IV- Falta de tempo para planejamento e montagem dos experimentos

V- Turmas numerosas e dificuldade de organização durante a prática

VI- Falta de formação específica para trabalhar com experimentação

VII- Falta de apoio da gestão escolar

VIII- Insegurança quanto à segurança dos alunos durante os experimentos

IX- Dificuldade de relacionar os experimentos aos conteúdos do currículo

X- Outro.

6- Descreva uma situação em que você gostaria de ter utilizado uma atividade experimental em Física, mas não conseguiu. Quais foram os principais obstáculos nessa situação?

7- Na sua percepção, quão relevante você considera o uso de experimentos no ensino de Física?

APÊNDICE II - Percepção dos Alunos em Relação ao Ensino de Física

Nas perguntas abaixo, marque uma das opções segundo seu grau de satisfação com a afirmação exposta, sendo 1 – Nada satisfeito, 2 – Pouco satisfeito, 3 – Neutro, 4 – Satisfeito e 5 – Muito satisfeito.

- 1- Como você avalia o ensino de Física em sua escola?
- 2- Você sente dificuldade em compreender os conceitos de Física?
- 3- Com que frequência você participa de aulas práticas ou experimentos de Física?
- 4- Na sua opinião, os experimentos de Física ajudam a entender melhor os conteúdos teóricos?
- 5- Você acredita que experimentos poderiam tornar as aulas de Física mais interessantes e compreensíveis?

APÊNDICE III – PRÉ-TESTE DE FÍSICA 1ª SÉRIE

ECIT VALDEMIRO WANDERLEY DE OLIVEIRA – SANTA CRUZ, PARAÍBA.

Conceito central: cinemática bidimensional, decomposição vetorial, alcance e altura máxima.

Nome:

1. No lançamento oblíquo, o movimento da bolinha pode ser analisado como a combinação de:
 - a) Dois movimentos retilíneos uniformes.
 - b) Um movimento vertical acelerado e outro horizontal uniforme.
 - c) Dois movimentos acelerados.
 - d) Um movimento circular e outro parabólico.
2. O que acontece com o alcance do projétil quando o ângulo de lançamento é aumentado de 20° para 45° , mantendo a mesma velocidade inicial?
 - a) O alcance diminui.
 - b) O alcance aumenta.
 - c) O alcance permanece o mesmo.
 - d) O alcance se torna imprevisível.
3. Em um lançamento oblíquo, a velocidade no ponto mais alto da trajetória é:
 - a) Nula em todas as direções.
 - b) Nula apenas no eixo vertical.
 - c) Máxima no eixo vertical.
 - d) Constante no eixo vertical e horizontal.
4. Qual das grandezas abaixo permanece constante durante todo o movimento, desconsiderando o atrito do ar?
 - a) Aceleração da gravidade.
 - b) Velocidade total.
 - c) Altura.
 - d) Força resultante.
5. O alcance máximo é obtido quando o ângulo de lançamento é aproximadamente:
 - a) 30° .
 - b) 45° .
 - c) 60° .
 - d) 90° .

PÓS-TESTE DE FÍSICA 1ª SÉRIE

1. Durante o experimento, observou-se que o alcance máximo do projétil ocorreu quando o ângulo de lançamento foi próximo de:
 - a) 20°
 - b) 30°
 - c) 45°
 - d) 60°
2. No ponto mais alto da trajetória do lançamento, a componente vertical da velocidade da bolinha é:
 - a) Nula
 - b) Máxima
 - c) Constante
 - d) Igual à componente horizontal
3. O que pôde ser concluído a partir da comparação entre os diferentes ângulos de lançamento realizados no experimento?
 - a) O ângulo não interfere na distância percorrida.
 - b) O aumento do ângulo sempre aumenta o alcance.
 - c) Existe um ângulo ótimo que maximiza o alcance.
 - d) O alcance é sempre igual, independentemente do ângulo.
4. Uma das fontes de erro observadas durante o experimento foi:
 - a) A inexistência da gravidade.
 - b) A resistência do ar e irregularidade na compressão da mola.
 - c) O uso de diferentes tipos de bolas.
 - d) A ausência de atrito entre o tubo e o ar.
5. Com base no experimento, o que melhor representa a trajetória do projétil lançado?
 - a) Uma linha reta.
 - b) Um arco parabólico.
 - c) Uma curva circular.
 - d) Um movimento em zigue-zague.

APÊNDICE IV – PRÉ-TESTE DE FÍSICA 2ª SÉRIE

ECIT VALDEMIRO WANDERLEY DE OLIVEIRA – SANTA CRUZ, PARAÍBA.

Conceitos centrais: natureza do som, frequência, amplitude, velocidade de propagação e reflexão das ondas.

Nome:

1. O som é classificado como uma onda:
 - a) Mecânica e longitudinal.
 - b) Eletromagnética e transversal.
 - c) Mecânica e transversal.
 - d) Eletromagnética e longitudinal.
2. A frequência de uma onda sonora está relacionada diretamente com:
 - a) A altura do som (grave ou agudo).
 - b) O volume do som (forte ou fraco).
 - c) A velocidade do som no ar.
 - d) A densidade do meio de propagação.
3. Quando dizemos que um som é mais agudo do que outro, significa que:
 - a) Ele possui menor amplitude.
 - b) Ele possui maior frequência.
 - c) Ele possui maior comprimento de onda.
 - d) Ele possui menor velocidade de propagação.
4. O que acontece com a velocidade de propagação do som quando ele passa do ar para a água?
 - a) Diminui, pois a água é mais densa.
 - b) Aumenta, pois as partículas estão mais próximas.
 - c) Permanece igual em qualquer meio.
 - d) Depende apenas da intensidade do som.
5. Em relação à amplitude de uma onda sonora, podemos afirmar que:
 - a) Está relacionada ao volume do som.
 - b) Depende apenas da frequência.
 - c) Diminui sempre que o som é mais grave.
 - d) Não interfere na percepção auditiva.

PÓS-TESTE 2ª SÉRIE

1. No experimento com o laser e a membrana, o movimento do ponto luminoso na parede foi causado por:
 - a) Mudanças de temperatura na sala.
 - b) Vibrações da membrana produzidas pelas ondas sonoras.
 - c) Reflexão irregular da luz no CD.
 - d) Interferência entre dois feixes de laser.
2. O que foi possível concluir sobre a natureza do som a partir da prática experimental?
 - a) O som é uma onda eletromagnética.
 - b) O som é uma onda mecânica que precisa de um meio para se propagar.
 - c) O som pode se propagar no vácuo.
 - d) O som é formado por partículas luminosas.
3. Quando os alunos produziram sons mais agudos, o ponto de luz refletido:
 - a) Vibrava mais rapidamente.
 - b) Movia-se mais lentamente.
 - c) Permanecia imóvel.
 - d) Apagava-se completamente.
4. A diferença entre sons graves e agudos está relacionada principalmente à:
 - a) Amplitude da onda.
 - b) Frequência da onda sonora.
 - c) Velocidade do som no ar.
 - d) Duração do som emitido.
5. O experimento permitiu visualizar indiretamente que o som:
 - a) É um tipo de energia luminosa.
 - b) É produzido apenas por objetos metálicos.
 - c) Provoca vibrações no ar e em superfícies.
 - d) É percebido apenas quando há eco.

APÊNDICE V – PRÉ-TESTE DE FÍSICA 3ª SÉRIE

ECIT VALDEMIRO WANDERLEY DE OLIVEIRA – SANTA CRUZ, PARAÍBA.

Conceito central: relação entre corrente elétrica, campo magnético e eletroímã.

Nome:

1. Um eletroímã só produz campo magnético quando:
 - a) Está frio.
 - b) Há corrente elétrica circulando em suas espiras.
 - c) Está feito de ferro puro.
 - d) Está em contato com um ímã permanente.
2. O núcleo de ferro do eletroímã tem a função de:
 - a) Impedir a passagem de corrente elétrica.
 - b) Ampliar o campo magnético produzido pela corrente.
 - c) Reduzir o atrito entre as espiras.
 - d) Manter o circuito em temperatura constante.
3. Quando o circuito do eletroímã é desligado, o que acontece com o campo magnético?
 - a) Aumenta.
 - b) Permanece constante.
 - c) Diminui até desaparecer.
 - d) Inverte a direção.
4. O fenômeno que explica o funcionamento do eletroímã é a relação entre:
 - a) Temperatura e pressão.
 - b) Corrente elétrica e campo magnético.
 - c) Potência e resistência.
 - d) Calor e magnetismo natural.
5. Qual dos dispositivos abaixo funciona com o mesmo princípio de um eletroímã?
 - a) Lâmpada incandescente.
 - b) Relé elétrico.
 - c) Pilha comum.
 - d) Bateria de carro.

PÓS-TESTE 3ª SÉRIE

1. No experimento do eletroímã, observou-se que os pregos pequenos foram atraídos pelo núcleo de ferro somente quando:
 - a) A corrente elétrica estava circulando.
 - b) O circuito estava aberto.
 - c) O fio estava frio.
 - d) O núcleo estava isolado.
2. O desaparecimento da atração ao desligar o circuito comprova que:
 - a) O campo magnético é permanente.
 - b) O campo magnético depende da passagem de corrente elétrica.
 - c) O prego se tornou um ímã natural.
 - d) O núcleo de ferro perde suas propriedades elétricas.
3. O aumento do número de espiras do fio ao redor do núcleo tem como efeito:
 - a) Diminuir o campo magnético.
 - b) Aumentar o campo magnético gerado.
 - c) Eliminar a resistência elétrica.
 - d) Aumentar a temperatura do fio.
4. O fenômeno físico que explica o funcionamento do eletroímã é conhecido como:
 - a) Efeito fotoelétrico.
 - b) Eletromagnetismo.
 - c) Indução térmica.
 - d) Polarização óptica.
5. Um exemplo de aplicação prática do mesmo princípio do experimento é:
 - a) Uma lâmpada incandescente.
 - b) Um alto-falante ou relé elétrico.
 - c) Um painel solar.
 - d) Um resistor elétrico.