



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA - ISB
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA- POLO 64

DANIEL PEREIRA DE MELO

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS INVESTIGATIVAS
PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE
FÍSICA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

COARI-AM

2025

DANIEL PEREIRA DE MELO

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS
INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS
CONCEITOS DE FÍSICA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Orientadora: Prof. Dra. Klenicy Kazumy de
Lima Yamaguchi

Orientadora: Prof. Dra. Ana Claudia Kaminski
Mечи

COARI-AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M528e Melo, Daniel Pereira de
Experimentação no ensino de física: estratégias investigativas para
promover a aprendizagem significativa dos conceitos de física no primeiro
ano do ensino médio / Daniel Pereira de Melo. - 2025.
156 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi.
Orientador(a): Ana Claudia Kaminski Mechi.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Física, Itacoatiara, 2025.

1. Metodologias ativas. 2. Educação básica. 3. Inovação. 4. Pedagógica.
I. Yamaguchi, Klenicy Kazumy de Lima. II. Mechi, Ana Claudia
Kaminski. III. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física. IV. Título

DANIEL PEREIRA DE MELO

**EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS
INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS
CONCEITOS DE FÍSICA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Orientadora: Prof. Dra. Klenicy Kazumy de
Lima Yamaguchi

Orientadora: Prof. Dra. Ana Claudia Kaminski
Mечи

Aprovada em: 14/04/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra: . Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi (Presidente)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dr: Salatiel Rocha Gomes (Membro)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dr: Tiago Gonçalves Santos (Membro)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dr: Marcel Bruno Pereira Braga (Membro)
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Em memória de meu pai, Simplício Correia de Melo, meu maior exemplo e fonte de
inspiração.

Dedico este trabalho...

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos...

A Deus, pela força invisível, mas sempre presente em cada etapa da construção deste trabalho.

À minha esposa, Edneuzza Matos de Lima, pelo companheirismo e apoio incondicional.

À minha orientadora, professora doutora Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi, pelo acompanhamento dedicado e esclarecedor, sempre presente em cada dúvida e desafio.

À minha família, representada por meu filho, Kaliel Tiago de Melo, minha mãe, Maria de Fátima Pereira de Melo, e minhas irmãs, Ruth Pereira de Melo e Roselanjá Pereira de Melo, pelo suporte inestimável, tanto no aspecto prático quanto emocional.

Aos professores, pela contribuição dada à minha formação, em especial aos que compõem o corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB/UFAM.

À Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade de estudos na pós-graduação *stricto sensu*.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela criação do MNPEF.

Aos colegas da turma, que me ajudaram bastante nessa jornada, e a todos que, de alguma forma, contribuíram para essa conquista.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

“A investigação em sala de aula leva os alunos a pensar cientificamente, formular hipóteses e buscar respostas de forma ativa e reflexiva.” (Carvalho, 2013, p. 78).

RESUMO

O estudo investigou estratégias de experimentação no ensino de Física, com o objetivo geral foi fomentar a aprendizagem por meio de um *e-book* de ensino investigativo, utilizando-o como uma estratégia para a compreensão da Física no cotidiano e promovendo a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos no primeiro ano do Ensino Médio. A pesquisa foi estruturada em cinco etapas: diagnóstico das dificuldades dos alunos, desenvolvimento do material didático, validação por especialistas, testagem em sala de aula e comparação dos resultados. O diagnóstico realizado com professores de Física de Coari indicou que os alunos apresentavam maior dificuldade em temas como movimento circular uniforme (15,4%) e aplicação das leis de Newton (11,5%). A partir desses dados, foi desenvolvido um e-book validado por especialistas, que obteve um Índice de Validade de Conteúdo (IVC) de 1,00 (100%). A testagem demonstrou uma melhora expressiva no desempenho dos estudantes, com um aumento de 43,72% na aprendizagem da turma que utilizou o e-book, comparada à turma que seguiu métodos tradicionais. Os resultados indicam que metodologias investigativas e o uso de ferramentas digitais são eficazes para aprimorar o ensino de Física, destacando a importância da inovação pedagógica na educação básica. Para alcançar esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos: realizar um diagnóstico detalhado para identificar os principais tópicos de Física em que os alunos apresentam maior dificuldade de compreensão, a fim de planejar estratégias pedagógicas adequadas para o desenvolvimento do aprendizado; criar e validar um produto educacional, desenvolvendo materiais e atividades que atendam às necessidades dos alunos e avaliando seu impacto no desempenho; investigar se o uso do produto educacional contribui para que os alunos identifiquem e compreendam princípios físicos em situações do cotidiano; Analisar os efeitos da aplicação de metodologias ativas no ensino de Física quanto à participação e aprendizagem dos alunos; avaliar o impacto de uma abordagem investigativa no desenvolvimento da curiosidade e do pensamento crítico em estudantes de Física em Coari.

Palavras-chave: Metodologias ativas, educação básica, inovação pedagógica

ABSTRACT

The study investigated experimentation strategies in Physics education, with the general objective of promoting learning through an investigative teaching e-book, using it as a strategy to enhance the understanding of Physics in everyday life and to foster Meaningful Learning (ML) of concepts in the first year of high school. The research was structured in five stages: diagnosis of students' difficulties, development of didactic material, validation by experts, classroom testing, and comparison of results. The diagnosis conducted with Physics teachers in Coari indicated that students had greater difficulty with topics such as uniform circular motion (15.4%) and the application of Newton's laws (11.5%). Based on this data, an e-book validated by experts was developed, which achieved a Content Validity Index (CVI) of 1.00 (100%). Testing demonstrated a significant improvement in student performance, with a 43.72% increase in learning in the group that used the e-book compared to the group that followed traditional methods. The results indicate that investigative methodologies and the use of digital tools are effective in enhancing Physics education, highlighting the importance of pedagogical innovation in basic education. To achieve this goal, the following specific objectives were defined: to carry out a detailed diagnosis to identify the main Physics topics that students find most difficult to understand, in order to plan appropriate pedagogical strategies for learning development; to create and validate an educational product by developing materials and activities that meet students' needs and assessing their impact on performance; to investigate whether the use of the educational product helps students identify and understand physical principles in everyday situations; to analyze the effects of applying active methodologies in Physics teaching regarding student participation and learning; and to evaluate the impact of an investigative approach on the development of curiosity and critical thinking in Physics students in Coari.

Keywords: Active methodologies, basic education, pedagogical innovation.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Fases e subfases do ensino investigativo	23
Figura 2	Philosophiae naturalis principia mathematica	37
Figura 3	1ª Lei de Newton	38
Figura 4	2ª Lei de Newton	40
Figura 5	3ª Lei de Newton	41
Figura 6	Lei de Newton entre dos corpos	42
Figura 7	Os principais conteúdos que os alunos têm dificuldade	50
Figura 8	Experiência profissional	51
Figura 9	Apresentação e credencias do livro experimento de física básica	53
Figura 10	Autores e índice do material didático	53
Figura 11	Sistematização de cada capítulo do e-book	54
Figura 12	Capa de alguns capítulos e material complementar	55
Figura 13	Conceito de inércia a partir das contribuições de Aristóteles, Galileu Galilei e Izaak Newton	59
Figura 14	Aplicações da 1ª lei de Newton e sequência didática	60
Figura 15	2ª lei de Newton – Princípio fundamental da dinâmica	62
Figura 16	Procedimento experimental	65
Figura 17	Definição da 3ª lei de Newton	66
Figura 18	Aplicações da 3ª lei de Newton	67
Figura 19	Esquematização da 3ª Lei de Newton	67
Figura 20	Levantamentos das hipóteses pelos grupos – Turma 1ª ano do curso técnico em administração	69
Figura 21	Discussões das hipóteses	70
Figura 22	Discussões das hipóteses	71
Figura 23	Discussões das hipóteses	72

Figura 24	Discussões das hipóteses	73
Figura 25	Esquematização da problemática, construção e experimentação	75
Figura 26	Avaliação de aprendizagem (turma do 1ª ano do curso técnico em administração -ifam	76
Figura 27	Testagem e validação do produto educacional com os alunos turma em administração	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Distribuição das notas da turma 1ª ano do curso técnico em administração	82
Gráfico 2	Distribuição das notas da turma 1ª ano do curso técnico em agropecuária	83
Gráfico 3	Desempenho das turmas em percentual	86
Gráfico 4	Dispersão das notas por turma	87
Gráfico 5	Evolução das notas por turma	88
Gráfico 6	Comparação visual do desempenho educacional entres as turmas	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Publicações sobre práticas experimentais no ensino de física	32
Quadro 2	Questionário	47
Quadro 3	Concordância dos especialistas – Professores	55
Quadro 4	Concordância dos alunos com os itens do <i>e-book</i>	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CANVA	Plataforma de design gráfico utilizada para a criação do material
CAAE	Certificado de Apresentação e Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNS	Conselho Nacional de Saúde
E-BOOK	Livro eletrônico
EJA	Educação de Jovens e Adultos
IBGE	IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Concordância
IFAM	Instituto Federal do Amazonas
IFMA	IFMA – Instituto Federal do Maranhão
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ISB	Instituto de Saúde e Biotecnologia
IVC	Índice de Validade de Conteúdo
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MCU	Movimento Circular Uniforme
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
MUV	Movimento Uniformemente Variado
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional

PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SI	Sistema Internacional de Unidades
TCLE	TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UEPS	UEPS – Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2 .OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo Geral.....	21
2.2 Objetivos específicos.....	22
3.REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 Ensino investigativo.....	22
3.2 Ensino de física.....	26
3.3 Papel do professor em propor ensino por investigação.....	27
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	29
4.1 Dificuldade no ensino de física.....	29
4.2 Experimentação	31
4.3 Levantamento sobre práticas no ensino de física.....	33
4.4 Teoria de física abordada.....	35
4.4.1 Leis de Newton.....	37
5.METODOLOGIA DO ENSINO.....	43
5.1 Diagnóstico dos principais temas de físicas em que os alunos apresentam dificuldade - percepções dos professores.....	43
5.2 Construção do produto educacional.....	44
5.3 Validação do produto educacional - juízes.....	45
5.4 Correções do adaptações no produto educacional.....	46
6. METODOLOGIA DO TRABALHO.....	46
6.1 Validação e testagem do produto educacional - alunos.....	46
6.2 Comparação do processo de ensino-aprendizagem entre os alunos.....	47
7. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	47
7.1 1ª Etapa - Diagnóstico dos principais temas de físicas em que os alunos apresentam dificuldade - percepções dos professores.....	48
7.2 2ª Etapa - Construção do produto educacional.....	52
7.3 3ª Etapa - Validação do produto educacional - juízes.....	55
7.4 4ª Etapa - Correções do adaptações no produto educacional.....	58
7.5 5ª Etapa - Validação e testagem do produto educacional - alunos.....	58
7.5.1 Encontro 01 - 1ª Lei de Newton (Inércia).....	58
7.5.2 Encontro 02 - 2ª Lei de Newton (Princípio fundamental da dinâmica).....	61
7.5.3 Encontro 03 - 3ª Lei de Newton (Ação e Reação).....	66
7.5.4 Encontro 04 - Discussões das hipóteses e testagem experimental.....	69
7.5.5 Encontro 05 - Avaliação de aprendizagem (Turma do 1ª ano de curso técnico em administração).....	74

7.5.6 Validação do produto educacional -alunos.....	76
7.6 6ª Etapa - Comparação no processo de ensino aprendizagem entres as turmas.....	82
8.CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS.....	98
ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA	107
ANEXO B- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CE.....	108
APÊNCIDE A – FICHA DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL (PROFESSORES).....	113
APÊNCIDE B – FICHA DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL (ALUNOS)	115
APÊNCIDE C – AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM	116
APÊNCIDE D – ARTIGO 01.....	117
APÊNCIDE E – ARTIGO 02.....	136

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física desempenha um papel fundamental no aprimoramento da compreensão das leis naturais, que são de suma importância para uma melhor compreensão do mundo que nos cerca. As leis naturais, essenciais para a explicação dos fenômenos que ocorrem em nosso universo, são abordadas por meio do estudo da Física. Como destaca a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Ciências da Natureza deve permitir que os estudantes “compreendam, utilizem e reflitam sobre conhecimentos científicos para explicar fenômenos naturais, processar informações e tomar decisões baseadas em evidências” (BNCC, 2018, p. 465).

No entanto, nem sempre os alunos conseguem ter clareza sobre a aplicação dessas leis no seu cotidiano, fazendo com que exista uma barreira entre o que estudam em sala de aula e sua vivência como indivíduo. Como destacam Medeiros, Silva e Medeiros (2023, p. 1), “a metodologia adotada por muitas escolas para a disciplina de física resulta no corpo discente a sensação de que todo o conhecimento por ela transmitido não está contido no seu cotidiano, ou pertence a uma realidade totalmente diferente da sua.

Para superar essa dificuldade, é essencial adotar metodologias ativas, como experimentação e projetos interdisciplinares, que aproximem a Física do cotidiano dos alunos. A contextualização por meio de exemplos práticos também facilita a compreensão e torna o aprendizado mais significativo.

De acordo com Martins (2018, p. 10)

O uso das Metodologias Ativas é aplicado em sala de aula para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, já há algum tempo. Entretanto, alguns profissionais ainda são resistentes à sua utilização em função de diversos aspectos pessoais e ou profissionais, de sua própria formação.

Contudo, quando se trata do ensino de ciências, muitos alunos encontram dificuldades em desenvolver habilidades essenciais, uma vez que, o uso de metodologias tradicionais, baseadas apenas na resolução de questões, em que o professor desempenha um papel central no processo de ensino-aprendizagem, revela-se insuficiente. Segundo Borrajo (2017), por vezes, os alunos conseguem até realizar os procedimentos exigidos sem, porém, compreenderem de fato o que estão fazendo. Assim, torna-se evidente a necessidade de abordagens mais dinâmicas e participativas, nas quais os alunos tenham um papel ativo em seu próprio processo de aprendizagem, visando o desenvolvimento integral das habilidades requeridas.

A grande maioria dos professores não consegue estabelecer a conexão entre o conteúdo e o cotidiano dos alunos, tornando assim, a compreensão mais desafiadora. Além disso, os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizado, sendo notória a grande barreira em conseguir relacionar a teoria desenvolvida em sala de aula com a realidade a sua volta (Bevilacqua; Silva, 2007).

Outro fator que contribui para o baixo interesse dos alunos no ensino de ciências é a falta de aulas práticas, que aborde os assuntos ensinados em sala de aula. Os motivos que contribuem para essa desmotivação são vários, falta de equipamento, reagentes, pouco tempo, sobrecarga de trabalho. Como consequência, os professores primam por aulas tradicionais, baseadas na instrução programada, onde todos os alunos são "treinados" a pensar da mesma forma, ou seja, uma educação behaviorista (Moreira, 2009).

Neste contexto, se faz necessário à utilização de diferentes métodos e estratégias no processo ensino-aprendizagem, relacionando os conteúdos abordados em sala de aula com o cotidiano dos alunos. (Carvalho *et al.*, 2019). Portanto, é fundamental promover práticas didáticas que se relacionem com os temas discutidos em sala de aula, além de facilitar a integração desses conceitos com a vida cotidiana dos estudantes, tornando a compreensão mais acessível e interessante.

Diante de um cenário de crescente insatisfação dos professores e alunos e desinteresse na área de ensino de física, no processo de ensino-aprendizagem, a busca por novas e inovadoras metodologias se torna imperativa. Estas metodologias têm o propósito de auxiliar os professores em sua prática pedagógica e, ao mesmo tempo, visam a motivar os alunos em seu processo de aprendizagem, abordando assim os desafios atuais que permeiam a educação.

Assim, uma atividade na qual os alunos venham a se engajar necessita possuir um caráter aberto e desafiador, que está presente nas atividades de Ensino por Investigação. Carvalho (2011), Sasseron (2015), Lima e Maués (2006) apontam este tipo de abordagem como um aporte teórico-metodológico que favorece o processo de ensino/aprendizagem, pois aproxima o cotidiano do aluno com a investigação científica, tornando-o mais ativo, aumentando seu interesse, motivação e engajamento nos conteúdos propostos e suas respectivas atividades.

O ensino investigativo busca incentivar e motivar os alunos, proporcionando-lhes autonomia no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, eles se tornam sujeitos ativos na construção do conhecimento. Clement *et al.* (2015) apontam que o “ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria

aprendizagem”. É importante ressaltar que, por meio do ensino investigativo, os estudantes não apenas adquirem informações, mas também desenvolvem habilidades de pesquisa, pensamento crítico e participam ativamente do processo de aprendizagem, tornando-se protagonistas na construção do próprio saber

Segundo Maués e Lima, (2006)

no ensino de Ciências por investigação, os estudantes interagem, exploram e experimentam o mundo natural, mas não são abandonados a própria sorte, nem ficam restritos a uma manipulação ativista e puramente lúdica. Eles são inseridos em processos investigativos, envolvem-se na própria aprendizagem, constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado”.

Diante dessa problemática, torna-se fundamental buscar alternativas pedagógicas que aproximem os conteúdos teóricos da realidade dos estudantes utilização de estratégias inovadoras, como a experimentação aliada a recursos digitais, surge como uma solução promissora para superar as limitações do ensino tradicional. Como afirmam Silva e Santos (2024), “a combinação de metodologias ativas e tecnologia promove uma aprendizagem mais significativa, permitindo que os estudantes se tornem protagonistas do próprio conhecimento.”

Ao integrar atividades experimentais por meio de um e-book investigativo, é possível proporcionar experiências práticas que favoreçam a compreensão dos fenômenos físicos, além de estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, como afirmado por Silva (2024, p. 45): "A utilização de recursos digitais na educação, especialmente os que envolvem atividades práticas e investigativas, promove um aprendizado mais dinâmico e significativo."

Esta pesquisa se justifica pela necessidade de aprimorar o ensino de Física no primeiro ano do Ensino Médio por meio de estratégias investigativas que promovam a aprendizagem significativa. O estudo busca contribuir para o avanço das práticas pedagógicas, especialmente na experimentação, oferecendo ferramentas eficazes para educadores. Além disso, visa melhorar o engajamento e o desempenho dos alunos, fortalecer a educação científica e atender às diretrizes curriculares. Com foco na inovação pedagógica, espera-se que os resultados auxiliem na modernização do ensino e na formação de estudantes mais preparados para os desafios científicos.

Essa proposta se fundamentou na abordagem da Sequência de Ensino Investigativa e na metodologia do Ensino de Ciências por Investigação. O foco principal recaiu sobre a criação de atividades experimentais investigativas, seguidas pela construção de um e-book educacional.

Considerando esses fundamentos, destaca-se que o ensino de Física enfrenta desafios persistentes relacionados à eficácia na transmissão de conhecimentos e à motivação dos alunos. A distância entre a teoria aprendida em sala de aula e sua aplicação prática no cotidiano dos estudantes cria uma barreira que compromete a compreensão profunda dos conceitos físicos. A predominância de metodologias tradicionais, aliada à resistência de alguns profissionais em adotar abordagens mais dinâmicas, contribui para uma aprendizagem mecânica e descontextualizada. Além disso, a falta de aulas práticas e a escassez de recursos têm impactos negativos no engajamento dos alunos, prejudicando o desenvolvimento de habilidades essenciais. Nesse contexto, como a implementação de um e-book investigativo com atividades experimentais pode transformar o ensino de Física, tornando-o mais atrativo e eficaz?

O presente trabalho propõe o uso da Experimentação no Ensino de Física como estratégia investigativa para promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos de física no primeiro ano do Ensino Médio e teve como objetivo fomentar a aprendizagem por meio de um e-book de experimentação em Física como uma estratégia para a compreensão dos fenômenos do cotidiano.

Diante do desafio de conectar os conceitos de Física ao cotidiano dos alunos e superar as resistências à adoção de metodologias ativas, a eficácia deste projeto sustenta que a aplicação de estratégias inovadoras, especialmente a Experimentação no Ensino de Física e o uso de e-books de experimentação, contribuirá significativamente para promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos de física no primeiro ano do Ensino Médio. Baseando-se na abordagem da Sequência de Ensino Investigativa e no Ensino de Ciências por Investigação, a proposta visa envolver os alunos de forma ativa na construção do conhecimento, proporcionando-lhes autonomia e incentivando a compreensão mais profunda dos fenômenos cotidianos. A expectativa é que essa abordagem dinâmica e participativa facilite a assimilação dos conceitos, promovendo uma educação mais envolvente e relevante.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Promover a compreensão dos conceitos de Física no cotidiano dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio por meio de um E-book de ensino investigativo, fortalecendo a conexão entre teoria e prática.

Fomentar a aprendizagem por meio de um *E-book* de ensino investigativo como uma estratégia para a compreensão da física no cotidiano buscando promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos no primeiro ano do Ensino Médio.

2.2 Objetivos específicos:

Realizar um diagnóstico detalhado para identificar os principais tópicos de Física nos quais os alunos apresentam maior dificuldade de compreensão, a fim de planejar estratégias pedagógicas adequadas para o desenvolvimento do aprendizado.

Criar e validar um produto educacional, desenvolvendo materiais e atividades que atendam às necessidades dos alunos, avaliando seu impacto no desempenho.

Investigar se o uso do produto educacional contribui para que os alunos identifiquem e compreendam princípios físicos em situações do cotidiano.

Analisar os efeitos da aplicação de metodologias ativas no ensino de Física quanto à participação e aprendizagem dos alunos.

Avaliar o impacto de uma abordagem investigativa no desenvolvimento da curiosidade e do pensamento crítico em estudantes de Física em Coari.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo está estruturado em três subseções. Na primeira delas, será abordado o conceito de ensino investigativo. Na segunda seção, será feita a caracterização do ensino de física. Na terceira seção, nosso objetivo é fomentar o ensino de Física. Por fim, a última seção concentra-se no papel do professor ao propor o ensino por investigação.

3.1 Ensino investigativo

O ensino investigativo refere-se a uma abordagem pedagógica que coloca ênfase na participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, encorajando a exploração, a descoberta e a resolução de problemas por meio de métodos investigativos. Nesse contexto, os educadores assumem o papel de facilitadores, guiando os alunos em direção à construção do conhecimento por meio da observação, experimentação e análise crítica (Nunes, 2015)

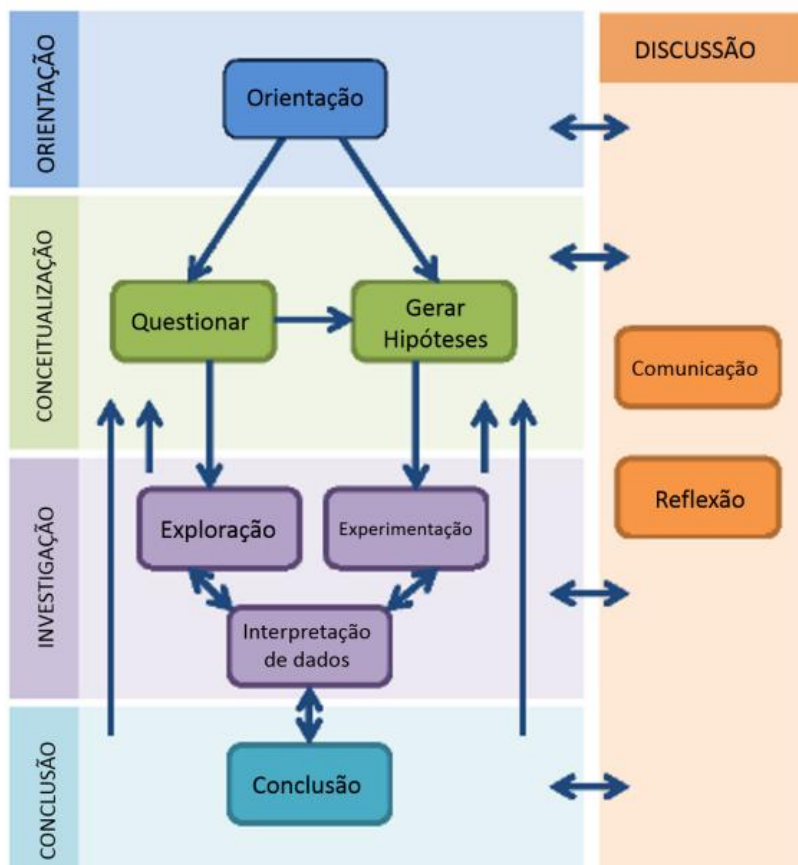
Segundo (Barrelo Junior, 2015, p.60)

As atividades experimentais centradas na investigação apresentam um maior potencial para a aprendizagem dos alunos, tanto no que se refere ao entendimento conceitual quanto na compreensão da natureza da ciência e são particularmente importantes em face das propostas de ensino e aprendizagem por investigação.

Com o propósito de guiar os educadores no desenvolvimento de atividades e sequências didáticas fundamentadas no ensino por investigação, a literatura de pesquisa oferece valiosas diretrizes relacionadas às etapas que compõem esse processo. Um exemplo

notável é a revisão realizada por Pedaste *et al.* (2015), que objetivou identificar os componentes essenciais do ensino por investigação já documentados. A partir dessa revisão, os autores delinearam as fases do ensino por investigação, conectando-as em um ciclo investigativo.

Figura 01 - fases e subfases do Ensino Investigativo



Fonte: Pedaste *et al.* (2015)

A etapa inicial do processo, denominada orientação, caracteriza-se pela definição do problema de pesquisa, estimulando a curiosidade dos alunos em relação a um determinado tópico e contextualizando-o. Durante a conceitualização, são formuladas questões de pesquisa e desenvolvidas explicações provisórias com base no conhecimento prévio dos alunos.

Na fase subsequente, a investigação, ocorre o planejamento dos métodos para coletar e analisar informações capazes de responder às questões estabelecidas. Esse processo pode se dar por meio de exploração, excluindo a aplicação de testes de hipóteses, ou por meio de experimentações controladas que envolvem a formulação e teste de hipóteses específicas.

A subfase de interpretação de dados desempenha um papel crucial, esperando-se que os dados coletados sejam atribuídos significado, permitindo a identificação de padrões e a

síntese de novos conhecimentos. A fase de conclusão envolve a resposta às questões de pesquisa, mediante a realização de inferências e a comparação com as explicações iniciais e oradas.

Ao longo de todas as fases, destaca-se a presença de uma intensa interação entre alunos e professores, onde ocorre a comunicação de dados e o compartilhamento de explicações, incluindo a subfase de comunicação. Essa interação é marcada por discussões críticas, avaliações e uma reflexão abrangente sobre todo o processo, caracterizando a subfase de reflexão. Este constante diálogo contribui para a construção coletiva do conhecimento e o aprimoramento contínuo do método de ensino por investigação.

Além disso, Coelho e Ambrózio (2019, p. 496) vão além quando afirmam que

[...] ao concebermos o ensino por investigação como uma postura pedagógica e não como um método a ser aplicado, estamos destacando a importância da mediação balizada por uma situação-problema possibilitar a criação de um ambiente investigativo em sala de aula tornando-a um espaço no qual os estudantes podem compartilhar experiências, informações e saberes uns com os outros e com o professor (Coelho; Ambrózio, 2019, p. 496).

Entre as possibilidades de contribuição para o ensino de física, tem-se metodologias didáticas investigativas que articulam o conhecimento prévio dos discentes com práticas lúdicas e experimentais (Silva, 2024)

Sasseron e Machado (2017) também explicam que, em uma abordagem investigativa, o aluno deve atuar como protagonista e ser incentivado a participar do problema, buscando justificar cientificamente suas conclusões. O ensino por investigação oportuniza que os alunos tenham contato com a cultura da investigação (Souza, 2015), tornando-se capazes de resolver problemas que apareçam em seu dia a dia.

A incorporação do ensino investigativo aliado a estratégias didáticas inovadoras tem como *objetivo* não apenas enriquecer o aprendizado, mas também capacitar os aprendizes para uma compreensão mais aprofundada e holística das interações físicas em seu cotidiano. Nesse contexto, torna-se fundamental que o processo de ensino de física vá além da simples transmissão de informações teóricas, proporcionando uma experiência educacional dinâmica e intimamente conectada com os desafios práticos do mundo real.

Segundo Base Nacional Comum Curricular:

O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (Brasil, 2017, p.320).

Ao adotar abordagens investigativas, os estudantes são incentivados a explorar, questionar e descobrir conceitos físicos por meio de experimentação ativa. Nascimento e Coutinho (2016) afirmam que através das metodologias ativas o aluno tem a liberdade de escolha nas atividades propostas, mantendo postura ativa diante do seu aprendizado, sendo desafiado através de problemas que o permitem pesquisar para descobrir soluções, de uma forma que esteja de acordo com a realidade.

A utilização dessas metodologias pode favorecer a autonomia do educando, despertando a curiosidade, estimulando tomadas de decisões individuais e coletivas, advindos das atividades essenciais da prática social e em contextos do estudante (Borges e Alencar, 2014, p.120).

O ensino por investigação surge como uma estratégia didática, que proporciona atividades centradas no aluno, desenvolvendo assim, sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas (Sá *et al.*, 2008). Clement *et al.* (2015, p. 117) apontam que “o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem.

Segundo Vygotsky (2000) e Piaget (1997) o processo de ensino e aprendizagem se desenrola mediante a interação entre o sujeito e seu ambiente. A premissa fundamental é que o aluno assimila o conhecimento de maneira mais eficaz quando interage com o ambiente que o cerca, bem como com seus pares. Portanto, é de suma importância desenvolver um planejamento educacional que incorpore atividades que estimulem a interação social entre os alunos, promovendo assim, um ambiente propício à aprendizagem colaborativa.

Moreira e Estumano (2016) ressaltam a utilização de atividades experimentais, especialmente aquelas que empregam materiais alternativos, no contexto escolar, representa estratégias de ensino de grande relevância. Tais estratégias têm o potencial de estimular a curiosidade e o interesse dos alunos, ao mesmo tempo em que contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como a capacidade de tomar decisões, resolver problemas e fomentar o pensamento científico.

Scarpa *et al.* (2017), por sua vez enfatizam que as atividades de Ciências que incorporam situações de investigação e argumentação proporcionam aos alunos a oportunidade de formular hipóteses e resolver desafios complexos, promovendo, assim, um aprendizado mais envolvente e significativo.

3.2 Ensino de física

No ensino de Física, é importante no âmbito educacional, pois é essencial para a compreensão dos fenômenos que nos cercam. Ao longo dos anos, a maneira de ensinar essa disciplina tem se modificado significativamente. Segundo Souza (2024), 'o ensino de Física tem evoluído para incorporar novas abordagens pedagógicas, adaptando-se às necessidades dos estudantes e às mudanças tecnológicas que impactam a sociedade'. É imperativo que haja uma constante atualização das metodologias pedagógicas, incorporando abordagens inovadoras e recursos tecnológicos, a fim de proporcionar uma aprendizagem mais dinâmica e efetiva. Além disso, é necessário incentivar práticas que estimulem a participação ativa dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizado mais envolvente e colaborativo. "Para que a educação acompanhe as transformações do mundo contemporâneo, é essencial a adoção de metodologias ativas e o uso de tecnologias educacionais, garantindo uma aprendizagem significativa e participativa" (Oliveira, 2024).

Nesse sentido:

A inovação pedagógica, hoje, é imprescindível na prática docente, uma vez que não se concebe mais aulas expositivas e discursivas, onde o aluno apenas recebe o conhecimento e o pratica através de exercícios repetitivos. Inovar é, antes de tudo, buscar novas metodologias de ensino que levem o aluno a questionar, a construir seu próprio conhecimento (Oliveira, 2011, p. 11).

É importante que os professores busquem engajar os alunos no conteúdo ministrado em sala de aula, motivando-os e incentivando a construção de seu próprio conhecimento. Além disso, é essencial explorar abordagens pedagógicas inovadoras visando aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.

Diante disso, Costa (2013) conclui que:

À necessidade do docente utilizar metodologias inovadoras que possam atrair o interesse dos alunos para a disciplina de Física e procurar mostrar na prática o que deve ser ensinado dentro da sala de aula fazendo com que os alunos possam assimilar a teoria com a prática, onde parte daquilo que é visto na teoria pode ser compreendido melhor na prática fazendo que torne mais fácil a compreensão dos alunos (Costa, 2013, p. 9).

O uso de metodologias inovadoras no ensino de Física é essencial para atrair o interesse dos alunos, integrando teoria e prática. Ao conectar os conceitos teóricos com experiências práticas, os estudantes compreendem melhor os fenômenos, facilitando a assimilação do conteúdo e tornando o aprendizado mais significativo (Peretti, 2020).

No entanto, a disciplina de Física é de fundamental importância na vida do ser humano, iniciando-se no 9º ano do Ensino Fundamental II de maneira mais aprofundada até o Ensino Médio (Nussenzveig, 2019). Contudo, nos dias atuais, as aulas de Física precisam ser

planejadas de maneira que os discentes se tornem agentes ativos na construção do conhecimento. Segundo Freire (1996, p. 25), "o educador deve ser capaz de envolver os alunos no processo de aprendizado, tornando-os sujeitos da própria aprendizagem". Isso implica não apenas em apresentar conteúdos, mas também em promover uma abordagem participativa, estimulando a interação e o questionamento por parte dos estudantes. Freire (2023) afirma enfatiza:

Que transferir conhecimentos mecanicamente não é ensinar. A construção do ensinar crítico-reflexivo e participativo inicia-se na significação crítica do ato de ensinar e no do aprender, pois para ele, "não existe ensinar sem aprender" e "o ensinante aprende primeiro a ensinar, mas aprende a ensinar algo que é reaprendido por estar sendo ensinado." (Freire, 2023, p. 28).

É fundamental que o processo educacional propicie oportunidades para a exploração, experimentação e reflexão, a fim de consolidar um aprendizado mais significativo e duradouro. Nesse sentido, estratégias pedagógicas inovadoras e recursos tecnológicos podem ser incorporados para enriquecer a experiência de aprendizagem, tornando as aulas de física mais envolventes e eficazes (Demo, 2015).

Dessa forma, compreende-se que o ensino fundamental deve constituir-se como um processo emancipatório e igualitário, capacitando o estudante para enfrentar os desafios da vida na sociedade. Nesse sentido, é essencial que o aluno se torne o protagonista ativo em sua própria realidade, fundamentado nos conhecimentos científicos, investigativos, teóricos e práticos adquiridos durante sua experiência nas salas de aula. (Saviani, 2013).

3.3 Papel do professor em propor ensino por investigação

Sasseron e Letta (2017) discutem a relevância do ensino de ciências por investigação, ressaltando que o professor deve atuar como mediador no processo de aprendizagem, criando oportunidades para que os alunos desenvolvam habilidades investigativas e alcancem a alfabetização científica.

Nas metodologias que propõem o ensino por investigação, é fundamental que o professor atue como mediador do conhecimento, criando um ambiente que estimule a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos. Dessa forma, o processo de ensino se torna mais eficaz, pois os estudantes são incentivados a participar ativamente das atividades, desenvolver autonomia e construir seu próprio aprendizado de maneira reflexiva e investigativa.

Nesse sentido,

"O professor tem o papel de mediar a construção do conhecimento pelos alunos, estimulando a participação ativa, a reflexão crítica e a autonomia no

processo de aprendizagem. Sua função é propiciar aos alunos as condições para que possam ser sujeitos do seu próprio aprendizado, desenvolvendo suas capacidades cognitivas e sociais" (Libâneo, 2013, p. 76).

Ao afirmar que o professor deve criar condições para que o aluno se torne sujeito do seu próprio aprendizado, destaca-se a importância de um ensino que seja interativo e engajador, no qual os alunos deixam de ser simples receptores de conteúdo para se tornarem protagonistas de seu processo educativo. Isso envolve um modelo de ensino que prioriza a autonomia, permitindo aos alunos o desenvolvimento das suas competências cognitivas e sociais de maneira completa e integrada.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que:

"O ensino deve ser orientado para o desenvolvimento de competências e habilidades que possibilitem aos alunos atuar de forma autônoma e crítica, promovendo a construção do conhecimento de maneira ativa e reflexiva, com o professor atuando como mediador desse processo. A aprendizagem deve ser significativa, envolvendo os alunos de forma integral, considerando suas dimensões cognitivas, sociais e emocionais" (Brasil, 2017).

Segundo Mendes (2019), "as atividades investigativas promoveram a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, proporcionando um ambiente que estimula o desenvolvimento das habilidades de autonomia e pensamento crítico.

Então, quando o professor propõe atividades de ensino investigativo, ele deve atuar como mediador do conhecimento, estimulando a participação ativa dos alunos na construção do saber. Dessa forma, o processo de aprendizagem se torna mais dinâmico e significativo, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades de análise, questionamento e autonomia na busca pelo conhecimento.

4. REVISÃO DA LITERATURA

A fundamentação teórica desta pesquisa está organizada em quatro subseções. A primeira aborda as dificuldades no ensino de Física, destacando os principais desafios enfrentados por alunos e professores nesse processo. A segunda seção trata da caracterização da experimentação, explorando seu papel como ferramenta pedagógica no ensino de Física, a terceira seção apresenta um levantamento sobre práticas experimentais aplicadas ao ensino da disciplina, analisando sua relevância e impacto na aprendizagem dos estudantes. Por fim teoria de física abordada.

4.1 Dificuldade no ensino de física

Alguns fatores relevantes têm contribuído para o baixo rendimento escolar dos discentes na disciplina de Física. Dentre eles, destaca-se o ensino de Física centrado apenas na resolução de questões, com ênfase na aplicação de equações matemáticas como apontam Fernandes e Moreira (2004), essa abordagem "exige do aluno o conhecimento da equação matemática e posterior aplicação dessa na resolução do problema". Outro aspecto é a carência de aulas práticas que contextualizem os assuntos abordados em sala de aula. Além disso, a falta de um local adequado para a realização de práticas experimentais no âmbito escolar também se configura como um desafio. Segundo Moreira (2015), "a falta de locais adequados para realização de experimentos e a dificuldade de encontrar profissionais qualificados" agravam essa situação.

Um fator que contribui significativamente para o baixo rendimento dos discentes no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de física é a abordagem centrada na resolução de questões e equações matemáticas.

Segundo Silva *et al* (2018, p. 829) “a Física vem se tornando cada vez mais um componente curricular de difícil aprendizado”, a abordagem tradicional da disciplina pautada na memorização de conceitos e fórmulas é um dos principais problemas apontados pelos alunos que dificultam o aprendizado de física.

Nesse sentido,

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula”. (Moreira, 2018)

Dentre esses problemas enfrentados pelos alunos está a falta de inovação nas formas de ensinar por parte dos professores e a descontextualização dos conteúdos.

Segundo Borges (2016, p. 20)

É comum no ensino Brasileiro a disciplina ser resumida a aplicação de fórmulas e resolução de exercícios, deixando de lado o entendimento dos conceitos na disciplina de Física. Esse tipo de problema traz uma defasagem no conhecimento científico uma vez que não é trabalhado o pensamento científico.

Assim, como mencionado anteriormente pelos autores, esse fator tem contribuído significativamente para o baixo rendimento escolar dos discentes na disciplina de física. A abordagem centrada na resolução de questões e equações matemáticas tem se mostrado limitada, carecendo de métodos que promovam uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conceitos.

A ausência de aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem tem se revelado como um aspecto significativo, influenciando a falta de compreensão por parte dos discentes em relação aos temas abordados em sala de aula. A limitação na oferta de experiências práticas priva os alunos de uma vivência mais concreta e aplicada dos conceitos teóricos, o que contribui para a dificuldade em assimilar e aplicar o conhecimento. Como destaca Peruzzi e Fofonka (2021, p. 1), "a aula prática constitui um importante recurso metodológico facilitador do processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas da área das Ciências da Natureza".

Nesse sentido, o uso de aulas experimentais é fundamental para a melhor compreensão da disciplina de Física, pois possibilita que os alunos visualizem na prática os conceitos teóricos abordados em sala de aula. "A melhor forma de aprender Física é fazê-la, isto é, construir e aplicar os conceitos que usamos para entender o mundo" (Souza, 2024). Através da experimentação, os estudantes desenvolvem habilidades como a observação crítica, o raciocínio lógico e a formulação de hipóteses, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Além disso, essa abordagem contribui para despertar o interesse dos alunos, estimulando a curiosidade científica e incentivando a investigação, o que torna o ensino mais atrativo e eficaz.

Conforme (Araujo; Adib, 2003, p. 02)

O uso de experimentos também seria uma alternativa exitosa para o ensino da Física, considerando que "o uso de atividades experimentais como estratégia para o ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades" de aprender e de se ensinar Física.

Por fim, a falta de um local adequado, ou seja, o laboratório de ciências, para a realização de práticas experimentais é um fator que contribui substancialmente para o baixo rendimento dos discentes na disciplina de física. A carência de um espaço dedicado para a execução de experimentos práticos impede a aplicação direta e aprofundada dos

conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula. Silva e Silva (2022, p. 45) enfatizam que 'o uso dos laboratórios portáteis no ensino de Física pode ser uma ferramenta que torna o aluno independente em relação à sua aprendizagem no curso de licenciatura em Física'.

Assim, as experiências práticas conduzidas em laboratório desempenham um papel significativo na compreensão dos fenômenos físicos, conforme destacado por Villani e Nascimento (2003, p. 206)

O laboratório didático introduz elementos específicos, que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares.

É relevante ressaltar que um laboratório didático atrai consideravelmente a atenção dos alunos, uma vez que eles têm interesse em aulas que se destacam. Como exemplo, podemos mencionar a realização de feiras de ciências, onde os estudantes conduzem experimentos. Iniciativas desse tipo possibilitam a conexão entre o conhecimento teórico e a prática

4.2 Experimentação

A experimentação refere-se ao processo de realizar experimentos, ou seja, conduzir testes, observações ou atividades controladas com o objetivo de obter dados, validar teorias, fazer descobertas ou desenvolver conhecimento em uma determinada área (Carl E, 2017)

A prática da experimentação é comum em vários campos, incluindo ciências naturais, física, química, biologia, psicologia e muitos outros. Como afirmam Silva e Oliveira (2020, p. 45), "a experimentação é a prática essencial no processo científico, sendo uma ferramenta indispensável para a descoberta e validação de teorias no campo das ciências naturais"

Conforme Costa (2013, p. 8)

Ao longo dos últimos quarenta anos, os pesquisadores em ensino de Física têm manifestado a importância e a necessidade da realização e atualização de abordagens experimentais para atrair o interesse dos alunos da educação básica para o estudo daquela disciplina.

As aulas experimentais são fundamentais no ensino de Física, pois facilitam a compreensão dos conceitos e estimulam a curiosidade e o pensamento crítico. Elas tornam o aprendizado mais dinâmico e envolvente para os alunos (Coelho, 2021).

A esse respeito:

O ensino de Física é carente de melhoria tanto nos recursos quanto na metodologia, por isso os professores precisam possibilitar aulas e atividades variadas para que o aluno tenha mais de uma possibilidade para aprender. As aulas práticas e experimentais e estratégias próximas da realidade do aluno são boas alternativas (Ferreira, Souza, 2019, p. 57).

Assim, as práticas experimentais são fundamentais no ensino de física, uma vez que essas metodologias têm o papel de unir teoria e prática de maneira integrada. A realização de experimentos proporciona aos alunos uma vivência concreta dos conceitos abordados em sala de aula, fortalecendo a compreensão e o aprendizado. De acordo com Oliveira (2011, p 15) os experimentos utilizados nas aulas de Física fazem com que os alunos possam associar a teoria estudada no livro didático com a prática realizada nos laboratórios de ciências ou laboratórios de informática e assim melhorar o entendimento do conteúdo ministrado em sala de aula.

Na concepção de Baratieri (2008, p. 22)

Promover a compreensão dos conceitos científicos e facilitar aos alunos a confrontação de suas concepções atuais com novas informações vindas da experimentação: desenvolver habilidades de organização e de raciocínio; familiarizar o aluno com o material tecnológico; oportunizar crescimento intelectual individual e coletivo.

Penaforte e Santos (2014, p. 9) ressaltam o grande interesse provocado nos alunos por essas atividades em diversos níveis de escolarização “pois faz com que a teoria se adapte à realidade, além de propiciar uma aprendizagem significativa (duradoura e prazerosa)”.

De acordo com Base Nacional Comum Curricular (BNCC) dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, especialmente no que se refere ao ensino de Física. Ela está relacionada a competências e habilidades que envolvem:

Competência Geral 2 da BNCC: "Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a experimentação e a reflexão crítica, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas."

Habilidade associada (EM13CNT101): "Planejar e executar experimentos ou simulações, discutindo a precisão e a exatidão das medidas e sua adequação aos modelos explicativos. A experimentação no ensino de ciências desempenha um papel fundamental na construção do conhecimento, permitindo que os alunos confrontem suas concepções prévias com novas informações científicas. Conforme destaca a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), esse processo não apenas promove a compreensão dos conceitos científicos, mas também desenvolve habilidades essenciais, como organização e raciocínio lógico. Além disso, a familiarização com materiais tecnológicos possibilita uma aprendizagem mais dinâmica e

conectada às demandas contemporâneas. Dessa forma, a abordagem investigativa no ensino de ciências contribui para a formação de indivíduos críticos e autônomos, capazes de utilizar o conhecimento científico para solucionar problemas e tomar decisões de forma consciente na sociedade.

4.3 Levantamento sobre práticas experimentais no ensino de física

Vale ressaltar que o uso da experimentação no ensino de Física é uma prática consolidada, demonstrando ser uma abordagem eficaz para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, tornando os conteúdos mais acessíveis, dinâmicos e significativos para os estudantes. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a experimentação permite que os alunos desenvolvam a capacidade de investigar fenômenos naturais, formular hipóteses e interpretar dados, promovendo uma aprendizagem ativa e crítica (Brasil, 2018).

No Quadro 01, são apresentados diversos trabalhos científicos que abordaram a experimentação como uma ferramenta pedagógica essencial no processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física. Esses estudos destacam a importância das atividades experimentais para estimular a curiosidade dos alunos, facilitar a compreensão dos conceitos teóricos e promover uma aprendizagem mais interativa e significativa.

Quadro 01- Publicações sobre práticas experimentais no ensino de física.

Nº	Autor/ano	Tema	Série	Estratégia metodológica
1	Nascimento (2025)	Termodinâmica e Cargas Elétricas	2º e 3º ano do Ensino Médio	Uso de material de baixo custo
2	Moreira (2025)	Dilatação dos Sólidos	2º ano do Ensino Médio	Uso do Dilatômetro
3	Leite (2024)	Queda livre	1º ano do Ensino Médio	Arduíno
4	Lira (2024)	termodinâmica e óptica	2º ano do Ensino Médio	Forno Solar parabólico
5	Santos(2024)	Magnetismo	3º ano do Ensino Médio	Uso de material de baixo custo
6	Leal (2023)	Física moderna	3º ano do Ensino Médio	Uso de material de baixo custo
7	Ramalho (2023)	Dilatação térmica linear	2º ano de Ensino Médio	Uso de material de

				baixo custo
8	Leão (2022)	Eletromagnetismo	3º ano Ensino Médio	Laboratório de Ensino de Ciências da Escola
9	Pereira (2020)	Cinemática	1º ano do Ensino Médio	plataforma nivelada
10	Gonçalves (2019)	Hidrodinâmica	2º ano do Ensino Médio	Uso de material de baixo custo

Analisando a literatura sobre o uso da experimentação aliada às metodologias ativas, podemos perceber que essas práticas são amplamente utilizadas no processo de ensino e aprendizagem. Elas desempenham um papel fundamental na construção do conhecimento, estimulando a participação ativa dos alunos e promovendo uma maior contextualização dos conteúdos. Além disso, sua importância é ressaltada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e está em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que incentivam abordagens pedagógicas inovadoras, colaborativas e interdisciplinares. Essas metodologias favorecem o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas, tornando o aprendizado mais significativo e dinâmico.

No Quadro 01, apresentam-se dez trabalhos publicados relacionados à temática estudada. Vale ressaltar a existência de diversos estudos que abordam a experimentação como ferramenta essencial no processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Física. Essas pesquisas destacam a importância das atividades experimentais na construção do conhecimento, favorecendo a compreensão dos conceitos físicos e estimulando o pensamento crítico dos estudantes.

Nascimento (2025), ao aplicar sua pesquisa, investigou a experimentação como uma ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Os resultados mostraram que, em uma das questões relacionadas a cargas elétricas, 71% dos alunos obtiveram êxito em suas respostas. No entanto, após a realização das práticas experimentais, os estudantes foram submetidos a um novo questionamento e alcançaram 100% de acerto, evidenciando a eficácia das atividades experimentais na assimilação dos conceitos de Física.

Ao analisar o trabalho de Pereira (2020), no qual foi aplicado um questionário para obter conhecimentos prévios dos alunos acerca do conceito de referencial nos conteúdos de Cinemática, observou-se que apenas 34% dos estudantes obtiveram êxito em suas respostas. No entanto, após a realização de práticas experimentais, os alunos foram submetidos a um

novo questionamento e, dessa vez, alcançaram um aproveitamento de 100%, evidenciando a eficácia das atividades experimentais no processo de aprendizagem.

Como já destacado tanto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) quanto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a experimentação é uma ferramenta pedagógica essencial no processo de ensino-aprendizagem, pois possibilita que o aluno atue como protagonista na construção do conhecimento. Essa abordagem promove uma aprendizagem mais dinâmica, interativa e significativa, permitindo que os estudantes compreendam os conceitos de maneira mais concreta e aplicada à realidade.

Essa importância é evidenciada no Quadro 01, que apresenta diversos autores que adotaram esse recurso metodológico em suas práticas de ensino. Suas pesquisas demonstram que a experimentação não apenas facilita a assimilação de conteúdo, mas também desperta maior interesse e engajamento por parte dos alunos, tornando o processo educativo mais eficiente e enriquecedor.

4.4 Teoria de física abordada

Isaac Newton (1643–1727) nasceu em Woolsthorpe, na Inglaterra, em um período de intensas transformações políticas, científicas e culturais, conhecido como Revolução Científica. O século XVII foi uma época em que o pensamento científico começou a romper com as tradições escolásticas e religiosas, enfatizando a observação, o método experimental e a razão.

Segundo *Jacob Bronowski* (1973), em seu livro *"The Ascent of Man"*, "Newton simboliza o momento em que a ciência moderna se torna consciente de seu próprio poder, rompendo com as autoridades passadas para construir um conhecimento baseado na investigação crítica" (Bronowski, 1973, p. 215). A contribuição de Newton consolidou o método científico iniciado por precursores como Galileu Galilei e Johannes Kepler.

Durante sua juventude, a Inglaterra enfrentava a Guerra Civil (1642–1651), a execução de Carlos I e a breve república de Oliver Cromwell. Newton ingressou no Trinity College, em Cambridge, onde estudou as ideias emergentes de Descartes, Boyle e outros cientistas modernos. Como afirma *Richard Westfall* em *"Never at Rest: A Biography of Isaac Newton"* (1980), "Newton não se limitou a seguir os caminhos abertos por seus predecessores; ele construiu uma nova estrada, integrando a mecânica celeste e a física terrestre sob as mesmas leis" (Westfall, 1980, p. 6).

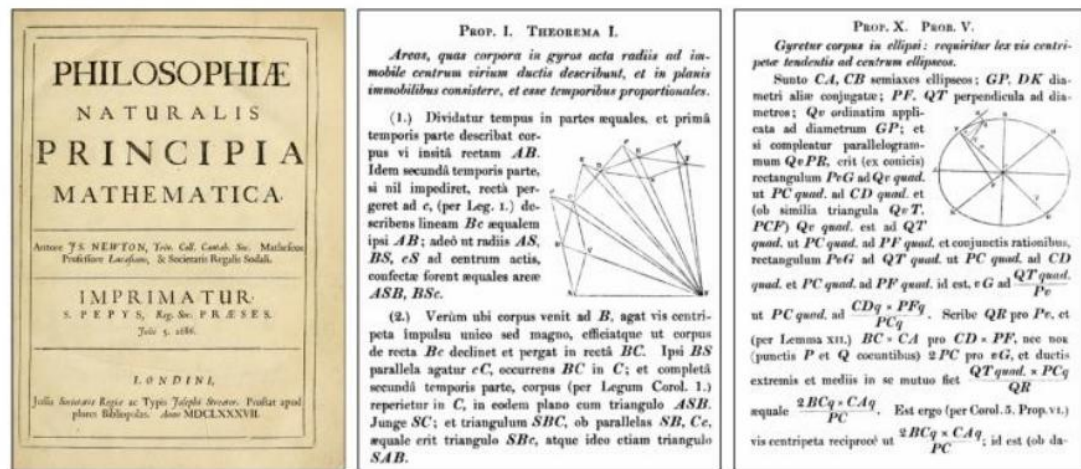
O período da peste bubônica (1665–1666) foi especialmente produtivo para Newton, que se retirou para Woolsthorpe e desenvolveu as bases do cálculo, da ótica e da teoria gravitacional. Sua obra máxima, "*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*" (1687), revolucionou a ciência. De acordo com *Alexandre Koyré* em "*From the Closed World to the Infinite Universe*" (1957), "Newton estabeleceu a primeira teoria coerente do universo físico, fundamentada em leis matemáticas universais" (Koyré, 1957, p. 276).

Entretanto, a visão de Newton não se restringia à física e matemática. Ele também dedicou considerável tempo à alquimia e aos estudos teológicos. Como analisa *Betty Jo Teeter Dobbs* em "*The Foundations of Newton's Alchemy*" (1975), "a busca de Newton por uma verdade divina por meio da alquimia e da interpretação bíblica complementava seu trabalho científico, refletindo uma tentativa de entender tanto as leis naturais quanto os desígnios de Deus" (Dobbs, 1975, p. 13).

Reconhecido em vida como uma das maiores mentes de seu tempo, Newton presidiu a Royal Society e foi nomeado cavaleiro pela Rainha Ana em 1705. Sua influência permaneceu incontestável por séculos. Como sintetiza *Stephen Hawking* em "*On the Shoulders of Giants*" (2005), "Newton não apenas descobriu as leis que regem os corpos celestes; ele ensinou ao mundo que o universo é um livro aberto à razão humana" (Hawking, 2005, p. 123).

Entre 1684 e 1686, Isaac Newton dedicou-se intensamente à elaboração de sua principal obra, chegando a se isolar quase completamente da vida social. De acordo com o relato de seu secretário, Humphrey Newton (Brennan, 2000), o cientista frequentemente esquecia de se alimentar e mostrava pouco ou nenhum senso de humor, tamanho era o grau de concentração em seu trabalho. Nesse período, Newton reuniu e sistematizou mais de vinte anos de pesquisas, resultando na publicação, em 5 de julho de 1687, do *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. A obra só foi possível graças ao incentivo e apoio financeiro de Edmond Halley, que reconheceu sua importância para a ciência.

Figura 02 - Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica



Fonte: <https://ichi.pro/pt/o-genio-de-isaac-newton-268027725330708>

4.4.1 Leis de Newton

No Livro III da obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Isaac Newton apresenta a solução para a dinâmica dos corpos celestes, além de formular as três leis fundamentais que regem o movimento dos objetos. Essas leis descrevem de maneira precisa a relação entre as forças aplicadas a um corpo e o seu comportamento em movimento.

Ao discutirmos as leis de Newton, utilizaremos constantemente o termo "força". No entanto, é importante observar que não adotaremos uma definição fixa para essa palavra. Mesmo entre pessoas fora do meio científico, ao serem questionadas sobre o conceito de força, é comum que respondam associando-a a ações como empurrar ou puxar. A partir deste momento, faremos referência ao termo "força" em nossos estudos, sem, contudo, prender-nos a uma definição única. Como destacado por Kazuhito et al. (1988, p. 161), "a parte da mecânica que analisa os movimentos, fazendo a relação entre as causas e os efeitos, é denominada dinâmica".

Um referencial inercial é um sistema de coordenadas S no qual as leis de Newton são válidas. Se existir um segundo sistema de coordenadas S' , que se desloca em movimento uniforme em relação a S , então S' também pode ser considerado inercial. Como afirma Tipler (2009, p. 94), "se não há forças atuando sobre um corpo, qualquer referencial no qual a aceleração do corpo permanece zero é um referencial inercial". Assim, podemos concluir que todo referencial que se move com velocidade constante em relação a um referencial inercial também é inercial, e que as leis de Newton mantêm sua validade em todos esses referenciais.

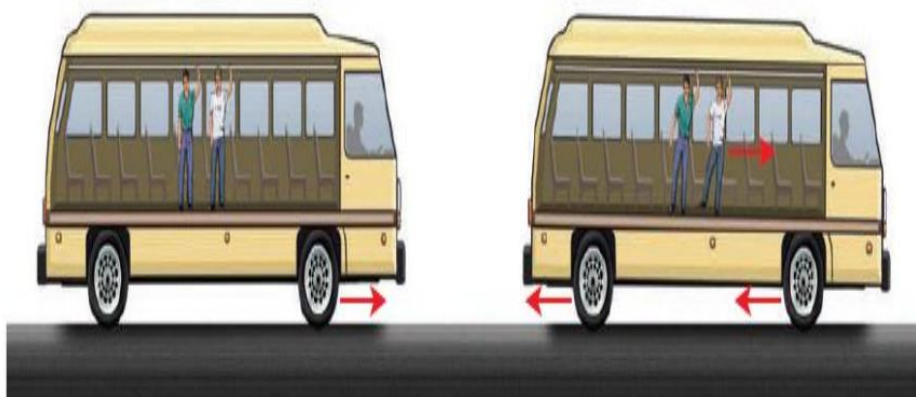
É comum, no uso cotidiano, que as pessoas confundam os conceitos de massa e peso, embora sejam grandezas distintas. Para esclarecer, a **massa** é uma grandeza física fundamental que quantifica a resistência de um objeto a alterações em seu estado de movimento quando submetido a uma força — ou seja, mede sua **inércia**. Já o **peso** corresponde à força gravitacional exercida sobre um corpo, sendo calculado pelo produto da massa pela aceleração da gravidade.

Com base nas definições anteriores, podemos agora introduzir as leis de Newton, começando pela **Primeira Lei**. Ela afirma que: "Todo corpo persiste em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele" (Nussenzveig, 2013, p. 68). Além disso, conforme destaca Neto (2004), essa lei é conhecida como **Lei da Inércia** ou **Lei de Galileu**, pois estabelece o conceito de referenciais inerciais, nos quais o comportamento dos corpos é descrito de acordo com essa condição de permanência no movimento ou no repouso.

De acordo com (Kazuhito, *et al*, 1988) uma partícula está em equilíbrio quando sua velocidade $\vec{v}$ é constante no decorrer do tempo, em relação, a um referencial. O mesmo autor enfatiza que temos dois tipos de equilíbrio: O equilíbrio estático, onde a partícula permanece em repouso e o equilíbrio dinâmico onde a partícula se encontra em MRU.

Um exemplo clássico da **Primeira Lei de Newton** é descrito por (Ramalho 2009, p. 198): "Considere um ônibus em movimento retilíneo uniforme (MRU) em relação ao solo; ao ser freado, os passageiros tendem, por inércia, a continuar com a velocidade que possuíam em relação ao solo". Esse exemplo ilustra como, na ausência de uma força resultante que atue diretamente sobre eles, os corpos mantêm seu estado de movimento.

Figura 03- 1ª lei de Newton



Fonte: Ramalho, *et al*, 2009.

Seja um corpo de massa m num referencial inercial:

$$\vec{F}_{res} = 0 \rightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = 0 \rightarrow \vec{v} = 0 \quad (1)$$

Logo, o movimento do corpo é descrito por:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}t \quad (2)$$

Em que:

$\vec{r}_0 = \text{posição inicial}$

$\vec{v} = \text{velocidade constante}$

Este desenvolvimento matemático traduz de forma clara o que a Primeira Lei de Newton (ou Lei da Inércia) descreve: um corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme se a força resultante sobre ele for nula. A equação (2), refletindo um movimento sem aceleração. Esse modelo é fundamental para entender o comportamento de objetos em situações ideais (sem atrito, por exemplo) e é a base para estudos mais avançados em dinâmica.

A Segunda Lei de Newton é considerada a lei fundamental da dinâmica, estabelecendo que a força resultante sobre um corpo é igual ao produto da sua massa pela aceleração. Nos livros didáticos do Ensino Médio, essa definição costuma ser apresentada sem a notação vetorial, e, em termos de módulo, temos:

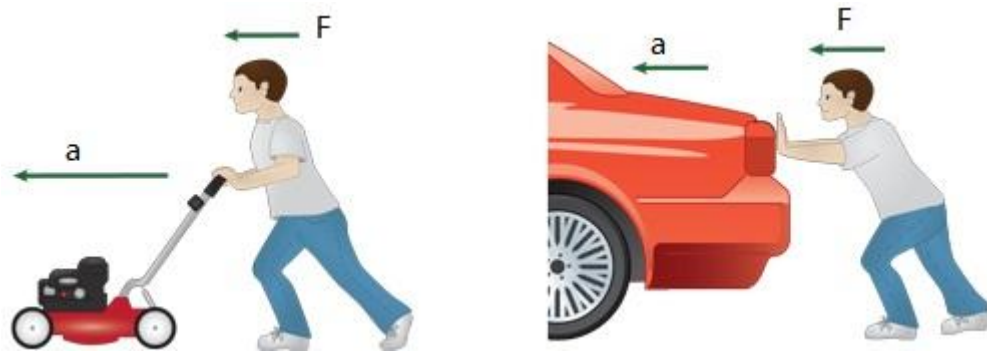
$$F = ma \quad (3)$$

Segundo Brennan (2000), a equação (3) demonstra que uma força maior provoca uma mudança mais significativa no movimento e que a combinação de várias forças também resulta em uma alteração no movimento. Essas forças combinadas podem ter diferentes intensidades e direções, e a mudança de movimento é expressa por uma aceleração, que, por sua vez, representa a variação da velocidade em função do tempo.

Na equação (3), m representa a massa inercial do objeto, ou seja, a quantidade de matéria que ele possui. É importante destacar que a Segunda Lei de Newton pode ser utilizada como um teste para medir a inércia de uma partícula. Como afirmam (Kazuhito *et al.* 1988, p. 166), "a inércia é uma propriedade da matéria, pela qual uma partícula, sob ação de força re-

sultante nula, permanece em equilíbrio estático (repouso) ou dinâmico (movimento retilíneo uniforme), mantendo a velocidade vetorial constante."

Figura 04 – 2ª Lei de Newton



Em termos de momento linear, a equação (3) pode ser interpretada da seguinte maneira: "A variação do momento linear é proporcional à força aplicada e ocorre na direção dessa força" (Nussenzveig, 2013, p. 72).

O momento linear ($\vec{p}$) de um corpo é definido como:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (4)$$

Onde $\vec{F}_{res}$ é a resultante das forças que atuam sobre o objeto ou a partícula e $\vec{p}$ e seu momento linear que pode ser definido em módulo como $p = mv$. Se a massa for constante, podemos expressar a 2ª segunda lei por:

$$\vec{F}_{res} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

Logo,

$$\vec{F}_{res} = m\vec{a} \quad (5)$$

A expressão (4) pode ser reescrita da seguinte forma para o item $\vec{F}_{res}$ assim:

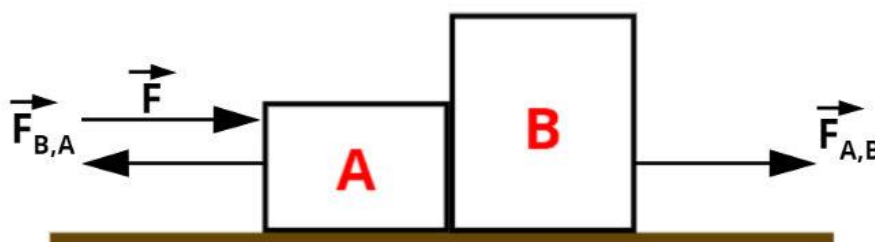
$$\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \dots \dots \dots + \vec{F}_N = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (6)$$

Segundo Neto (2004), a Primeira Lei de Newton pode ser deduzida da Segunda Lei ao se considerar a força resultante nula ($\vec{F}_{res} = \vec{0}$) na equação (5). No entanto, é importante destacar que, nesse caso, a partícula deve estar livre de interações externas. Assim, o momento linear permanece constante, o que corresponde exatamente ao princípio da inércia estabelecido pela Primeira Lei de Newton, relacionado à noção de equilíbrio.

Vamos agora conceituar a Terceira Lei de Newton, popularmente conhecida como Lei da Ação e Reação. Essa lei afirma que as forças sempre ocorrem em pares: se um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, então o corpo B exerce uma força de mesma intensidade e direção, porém em sentido oposto, sobre o corpo A. Essas forças formam um par, representado por $\vec{F}_{AB}$ e $\vec{F}_{BA}$.

É importante destacar que essas forças atuam em corpos diferentes, mas sempre na mesma direção e com intensidades iguais, apenas com sentidos opostos. Segundo Tipler (2009), é inadequado referir-se a essas forças como "ação e reação" no sentido de causa e consequência, pois ambas surgem simultaneamente e nenhuma é responsável pela existência da outra — qualquer uma pode ser chamada de ação ou de reação.

Figura 05 – 3ª Lei de Newton



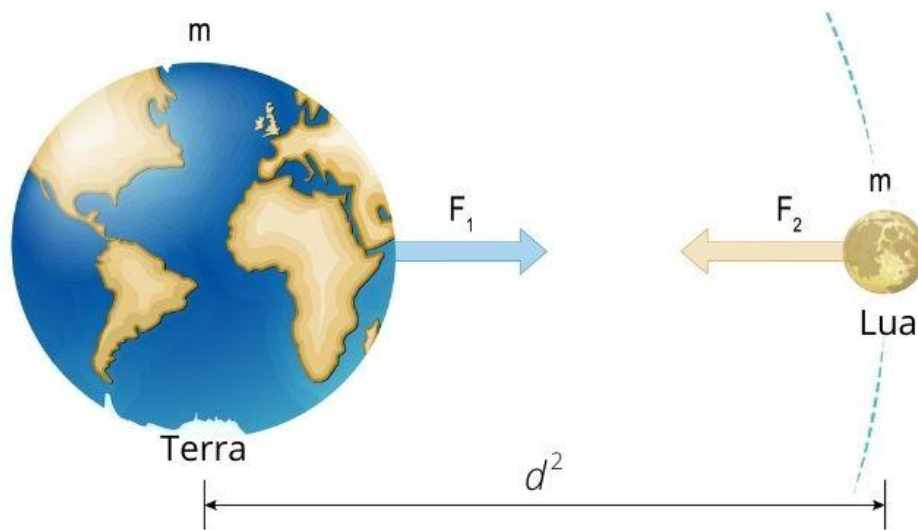
Fonte: Brasil Escola (2025)

A Terceira Lei de Newton possui as seguintes características: as forças envolvidas apresentam mesma direção, sentidos opostos, mesmo módulo (intensidade) e mesma natureza, podendo ser forças de contato ou de campo. Com base na situação ilustrada acima, podemos afirmar que:

$$|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}| \quad (7)$$

A Terceira Lei de Newton se aplica às interações entre dois corpos, mesmo que possuam massas diferentes, como ocorre nos sistemas Sol e planeta, planeta e satélite, ou ainda entre um objeto e a superfície de um planeta.

Figura 06 – 3ª Lei de Newton entre dois corpos



Fonte: Mundo Educação (2020)

As Leis de Newton

1ª Lei – Princípio da Inércia:

Estabelece a existência dos referenciais inerciais, nos quais um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme se nenhuma força resultante atuar sobre ele.

2ª Lei – Princípio Fundamental da Dinâmica:

Relaciona a força resultante que age sobre um corpo à variação temporal da sua quantidade de movimento. Em casos de massa constante, expressa-se por $\vec{F}_{res} = m\vec{a}$, constituindo uma equação diferencial do movimento.

3ª Lei – Princípio da Ação e Reação:

Afirma que, para toda força exercida por um corpo sobre outro, existe uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto. Esse princípio fundamenta a conservação da quantidade de movimento nos sistemas isolados.

As Leis de Newton formam a base da Mecânica Clássica, permitindo a descrição e previsão do movimento dos corpos a partir das forças que atuam sobre eles. Ao compreender essas leis, o estudante desenvolve uma visão estruturada da Física, capaz de conectar fenômenos observáveis do cotidiano com os modelos matemáticos que os explicam. Essa compreensão é essencial para o aprofundamento em áreas mais complexas da ciência e da engenharia

5. METODOLOGIA DO ENSINO

A metodologia é um processo que permite que a pesquisa seja operacionalizada e alcance seus resultados (Minayo, 1994). Prodanov (2013, p. 14) afirma “a metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”, para a realização da pesquisa faz-se necessário delinear os métodos norteadores e as técnicas e instrumentos que serão utilizadas.

Dito isso, do ponto de vista dos objetivos do estudo, optou-se pela investigação do tipo de pesquisa exploratória, visto que a pesquisa assumiu um caráter eminentemente exploratório e investigativo com método quantitativo. Nesse contexto, a busca não se restringiu apenas à obtenção de respostas para questões preexistentes; houve também a intenção de aprofundar a compreensão de fenômenos ou contextos pouco explorados. O método exploratório permite uma imersão mais aprofundada no objeto de estudo, enquanto a natureza investigativa visou descobrir novas perspectivas, relações e nuances associadas ao tema em análise. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p 80.) afirmam que "o método exploratório tem como objetivo principal fornecer uma visão geral sobre um problema, sem, no entanto, buscar conclusões definitivas, sendo útil em fases iniciais da pesquisa". Assim, o objetivo da pesquisa não se limitou a responder a questões específicas, mas buscou também contribuir para a expansão do conhecimento e para a identificação de descobertas relevantes no âmbito abordado.

Segundo Leão, (2017, p 17.)

As pesquisas exploratórias visa proporcionar maiores informações sobre o um assunto investigado, familiarizar-se com o fenômeno ou conseguir nova compreensão desse, a fim de poder formular um problema mais preciso de pesquisa ou criar novas hipótese. Pode ser também o passo inicial em um processo de pesquisa.

Assim, a pesquisa de natureza exploratória e investigativa revelou-se essencial para a compreensão aprofundada dos assuntos abordados.

5. 1 Diagnóstico dos principais temas de física em que os alunos apresentam dificuldades – percepção dos professores de física.

No município de Coari, foi realizado um diagnóstico para identificar os principais temas de Física que apresentam maior dificuldade para os alunos. Para isso, 16 professores foram selecionados de forma aleatória, contribuindo com suas percepções e experiências no ensino da disciplina. Segundo Creswell (2010, p. 158), "a seleção aleatória é um processo em

que os participantes são escolhidos de forma que todos os membros da população tenham a mesma probabilidade de serem incluídos na amostra, reduzindo possíveis vieses na pesquisa."

Para coletar as informações, utilizou-se um instrumento de entrevista composto por um questionário com perguntas fechadas, elaborado para coletar a percepção dos docentes sobre os desafios enfrentados pelos alunos no aprendizado da matéria. Essa abordagem possibilitou uma análise mais aprofundada das dificuldades relatadas, oferecendo uma visão detalhada dos aspectos conceituais e metodológicos que demandam maior atenção no ensino de Física.

Vale ressaltar que o critério de inclusão adotado foi a seleção de professores com mais de 5 anos de experiência em sala de aula, lecionando a disciplina de Física. O critério de exclusão incluiu professores afastados da sala de aula durante o período da pesquisa. Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos, foi submetida à Plataforma Brasil para tramitação ética de análise, avaliação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Destaca-se que foi aprovada e executada após parecer consubstanciado do CEP, com o CAAE: 77899024.5.0000.5020.

Os professores responderam às seguintes perguntas:

1ª) Como você avalia a aprendizagem dos alunos em Física?

2ª) Quais as dificuldades que você acredita que os alunos têm em aprender física?

Um dos principais fatores que têm contribuído para o baixo rendimento dos alunos na disciplina de física é a deficiência no conhecimento básico de matemática, na interpretação das questões e na associação dos conceitos físicos com o cotidiano.

O fato da dificuldade que os alunos têm em matemática implicar na aprendizagem de física é uma realidade para outras ciências, como em química. No trabalho de Albano e Delou (2023) é reportado que a pouca base matemática é um dos principais entraves para que os alunos tenham dificuldade em compreender química.

Nesse sentido, com o diagnóstico realizado e analisado, a etapa seguinte consistiu na elaboração do Produto Educacional.

5.2 Construção do produto educacional

Na segunda fase, foi elaborado um *e-book* educativo de acordo com as recomendações para a concepção e eficácia de materiais educativos, considerando os seguintes aspectos: acurácia científica, conteúdo, apresentação literária, ilustração, material específico e compreensível, e qualidade da informação (Silveira-Castro *et al.*, 2007).

Foi construído o *e-book Ensino de Física Investigativo*, contendo cinco capítulos selecionados com base em um levantamento realizado na fase anterior junto aos professores.

Esses capítulos foram indicados como os temas em que os alunos enfrentam maior dificuldade de compreensão. O e-book foi desenvolvido na plataforma Canva, garantindo um design atrativo e funcional.

Cada capítulo foi estruturado de forma padronizada, com seções que incluem:

- **Introdução:** Apresentação dos conceitos fundamentais para contextualizar o tema;
- **Aplicações práticas:** Exemplos que relacionam o conteúdo à vida cotidiana ou a situações reais;
- **Sequência didática:** Um roteiro detalhado para apoiar professores no planejamento das aulas;
- **Aula experimental:** Propostas práticas para consolidar o aprendizado de maneira interativa;
- **Atividade final:** Exercícios e desafios que estimulam a aplicação e fixação dos conteúdos.

5.3 Validação do produto educacional- Juízes

Na terceira etapa, foi conduzido o processo de validação pelos juízes, composto por 10 professores da área de Física, selecionados com base em sua experiência acadêmica e atuação no ensino. O objetivo dessa etapa foi garantir uma avaliação criteriosa e embasada em conhecimentos sólidos da disciplina.

O grupo era formado por 2 docentes do Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e 8 professores da rede estadual de ensino no município de Coari, proporcionando uma diversidade institucional na análise.

Esse processo de validação seguiu as diretrizes propostas por Leite (2019), abrangendo critérios essenciais para garantir a qualidade e a eficácia do material avaliado. Para essa análise, utilizou-se a escala *Likert* como instrumento, permitindo uma avaliação quantitativa e qualitativa dos itens considerados. Os critérios avaliados incluíram: a estética e a organização do material educativo, a estrutura dos capítulos do e-book, o estilo de escrita, a relevância e a consistência do conteúdo didático, a análise da proposta pedagógica apresentada e a criticidade do material como um todo. Essa abordagem criteriosa, combinada com a aplicação da escala *Likert*, assegurou uma avaliação detalhada e embasada, contribuindo para o aprimoramento do e-book e para a sua adequação às necessidades do público-alvo.

5.4 Correções e adaptações no produto educacional

A etapa seguinte envolveu a realização de correções e adaptações que foram sugeridas pelos juízes durante a fase anterior. Essas modificações tiveram como principal objetivo promover a melhoria contínua do material produzido, assegurando sua adequação aos critérios estabelecidos e a conformidade com os objetivos iniciais. Além disso, foi priorizada a garantia de que o conteúdo fosse claro, preciso e relevante, buscando não apenas o aprimoramento da qualidade do material, mas também sua eficácia no alcance dos resultados desejados.

Essas correções e ajustes foram feitos com base nas fichas de validação preenchidas pelos professores juízes, que forneceram um feedback detalhado, além das valiosas sugestões apontadas por eles. O processo de revisão foi realizado de forma colaborativa, sempre com o objetivo de tornar o conteúdo mais acessível, impactante alinhado às necessidades e expectativas do público-alvo.

6. METODOLOGIA DO TRABALHO

6.1 Validação e testagem do produto educacional – alunos

Na etapa final, realizada no mês de dezembro de 2024, ocorreu a testagem e validação do produto educacional, *e-book* o "Ensino de Física Investigativo", no Instituto Federal do Amazonas (IFAM), junto à turma do curso técnico em Administração. A atividade contou com a participação de 33 alunos, que contribuíram para a análise e aprimoramento do material, visando sua aplicação prática e eficácia no contexto educacional.

Com o objetivo de comparar o aprendizado, foram ministradas aulas teóricas na turma do curso técnico em Agropecuária, sem o auxílio de materiais digitais. Nesse processo, não foi utilizado o *e-book Ensino de Física Investigativo*, que propõe uma abordagem prática e interativa para o ensino de Física. A intenção foi avaliar o impacto do uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, comparando as metodologias tradicionais com aquelas que integram ferramentas digitais no ensino de ciências.

No processo de validação, os docentes avaliadores analisaram o produto educacional com base em 11 critérios organizados em 4 temas principais. Esses temas incluíram aspectos como: a apresentação de um texto atrativo e de fácil compreensão; o uso de uma linguagem acessível, evitando termos desnecessários ou excessivamente complexos; a atratividade do

conteúdo apresentado no e-book, que deveria estimular o interesse e a leitura; e uma avaliação geral sobre como o produto educacional (PE) e o e-book de Física contribuem para o processo de ensino-aprendizagem. Para coletar as opiniões, utilizou-se uma escala do tipo *Likert*, permitindo medir a percepção e a satisfação dos avaliadores em relação aos critérios propostos.

6.2 Comparação do processo de ensino-aprendizagem entre as turmas.

A comparação do processo de ensino-aprendizagem entre as turmas do primeiro ano dos cursos técnico em Administração e Agropecuária foi realizada por meio da análise de desempenho dos alunos em atividades e avaliações ao longo da pesquisa. Na turma de Administração, o produto educacional foi integrado ao planejamento das aulas, sendo utilizado de maneira contínua para facilitar a compreensão dos conteúdos e promover o desenvolvimento de habilidades específicas, como a análise crítica e a aplicação prática dos conceitos. Já na turma de Agropecuária, o ensino seguiu uma abordagem convencional, sem o uso de recursos adicionais, como o produto educacional. Para avaliar a efetividade do produto, foram comparados os resultados das avaliações, o engajamento dos alunos nas atividades propostas e a assimilação dos conceitos, o que permitiu identificar uma maior fluidez no aprendizado dos alunos de Administração, evidenciando a contribuição do recurso no processo de aprendizagem.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, apresentaremos os resultados da nossa pesquisa e realizaremos uma discussão sobre os mesmos. Para isso, dividimos a análise em seis etapas: Diagnóstico, no qual identificamos as necessidades e desafios relacionados ao tema; Construção, etapa em que desenvolvemos a proposta de intervenção com base nas informações coletadas; Validação com os juízes, momento em que especialistas analisam criticamente a proposta; Correções, fase de ajustes e refinamentos a partir do feedback recebido; Testagem e validação com os alunos, na qual implementamos o produto educacional em ambiente real de ensino para avaliar sua efetividade; e, por fim, Comparação no processo de ensino-aprendizagem entre as turmas, permitindo analisar os impactos da intervenção ao comparar o desempenho dos estudantes que utilizaram o recurso com aqueles que seguiram metodologias convencionais.

7.1.-1ª Etapa - Diagnóstico dos principais temas de física em que os alunos apresentam dificuldades – percepção dos professores de física.

Foram selecionados, de forma aleatória, 16 professores de Física do município de Coari para participar de um estudo que investiga a percepção deles sobre as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem da disciplina. O objetivo foi traçar um panorama detalhado dos temas de Física que apresentam maior complexidade para os estudantes, identificando os fatores que contribuem para essas dificuldades e possíveis estratégias para superá-las.

No quadro 1, é apresentado os resultados das questões sobre o ensino de física. -As respostas oferecem percepções sobre práticas pedagógicas e percepções dos educadores, contribuindo para melhorias no ensino.

Quadro 02 - Questionário

Questões	Opções	Nº	%
1.Como você avalia a aprendizagem dos alunos em Física?	Ruim	3	18,8
	Regular	6	37,5
	Médio	5	31,3
	Bom	2	12,5
	Ótimo	0	0
	Total	16	100
2.Quais as dificuldades que você acredita que os alunos têm em aprender física?	Opções	Nº	%
	Deficiência no conhecimento básico em matemática	11	68,8
	Interpretação	1	6,2
	Abstração dos conceitos	3	18,8
	Falta de conexão com o cotidiano	1	6,2
	Total de entrevistados	16	100

Fonte: Autor (2025)

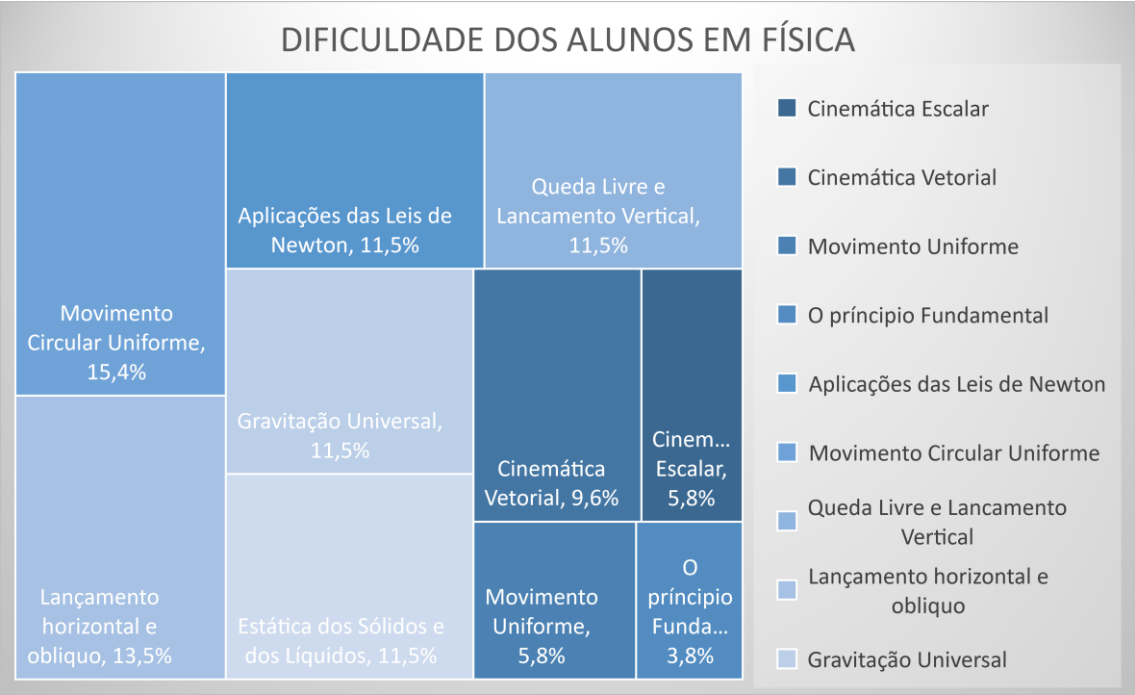
Em relação ao desempenho dos alunos no quadro 2, acerca do processo de ensino-aprendizagem na disciplina de física, é relevante notar que nenhum dos educadores afirmou que os alunos possuem um nível ótimo no componente curricular analisado. Apenas 12,5% dos professores indicaram que os alunos alcançam um nível satisfatório, enquanto um expressivo número, correspondendo a 18,85%, demonstram dificuldades, classificados como "ruim". Nesse contexto, é importante destacar que nenhum estudante foi classificado com nível ótimo na disciplina de física. É fundamental ressaltar que os professores participantes foram selecionados em quatro Escolas Estaduais do município de Coari, além do Instituto Federal do Amazonas – IFAM.

O comprometimento com o nível de desempenho dos alunos na disciplina de física e seu baixo rendimento têm refletido diretamente nas avaliações externas. A falta de dedicação e o desinteresse dos estudantes têm sido fatores determinantes para os resultados abaixo do esperado nessas avaliações. Este panorama se reflete em todo o estado do Amazonas, segundo a divulgação das notas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, conforme INEP. No entanto os docentes responderam quais são as principais dificuldades que os alunos enfrentam, as quais impactam diretamente no baixo rendimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de física. Destaca-se que 68,8% dos professores afirmaram que a deficiência no conhecimento básico de matemática tem afetado substancialmente a compreensão dos assuntos de física. Além disso, para 18,8% dos professores, a dificuldade de abstração dos conceitos é um fator que contribui para o insucesso dos alunos na disciplina de física.

No que se refere aos conteúdos nos quais os alunos demonstraram mais dificuldade, entre os dez assuntos abordados na pesquisa, destaca-se o movimento circular uniforme, com cerca de 15,4% dos docentes afirmando que os estudantes têm considerável dificuldade na compreensão desse conteúdo específico. Além disso, 11,5% dos docentes mencionaram que os alunos enfrentam dificuldades na aplicação das leis de Newton. Os percentuais relativos aos assuntos nos quais os alunos enfrentam maiores desafios na compreensão estão representados na figura 3. Esses dados evidenciam a necessidade de reforçar o ensino e a metodologia aplicada a esses tópicos específicos, visando melhorar a compreensão e o desempenho dos alunos em física.

Conforme ilustrado na figura abaixo, podemos observar dez assuntos da disciplina de física nos quais os alunos demonstram maior dificuldade de compreensão. Essa representação visual destaca os tópicos específicos onde a compreensão dos estudantes é mais desafiadora, proporcionando uma visão clara das áreas que necessitam de maior atenção e reforço pedagógico. Identificar esses pontos críticos é fundamental para desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e direcionadas, visando melhorar o desempenho dos alunos e facilitar o entendimento dos conceitos mais complexos da física.

Figura 07 - Principais conteúdos que os alunos têm dificuldade.



Fonte: Autor (2025)

Fonte: Autor (2025)

Um dos principais fatores que têm contribuído para o baixo rendimento dos alunos na disciplina de física é a deficiência no conhecimento básico de matemática, na interpretação das questões e na associação dos conceitos físicos com o cotidiano.

O fato da dificuldade que os alunos têm em matemática implicar na aprendizagem de física é uma realidade para outras ciências, como em química. No trabalho de Albano e Delou (2023) é reportado que a pouca base matemática é um dos principais entraves para que os alunos tenham dificuldade em compreender química.

Destaca-se que 15,4% dos alunos têm dificuldade no assunto Movimento Circular Uniforme, que é caracterizado por uma trajetória circular com velocidade constante. A direção da velocidade muda continuamente devido à aceleração centrípeta, que aponta para o centro do círculo. O período é o tempo necessário para completar uma volta, e uma força centrípeta é necessária para manter o objeto em sua trajetória circular.

Ao estudar Movimento Circular Uniforme (MCU), os alunos geralmente enfrentam dificuldades em compreender a aceleração centrípeta, interpretar as forças envolvidas, relacionar velocidade linear e angular, calcular o período e a frequência, aplicar corretamente as equações, visualizar o movimento, e conectar os conceitos teóricos com aplicações práticas.

Segundo o trabalho de Leal, Pereira e Pasqualetto (2020), a dificuldade de compreender o assunto do movimento circular uniforme é atribuída à falta de aplicação desse tema na realidade dos alunos.

Com base nos artigos mencionados posteriormente podemos perceber que os cálculos, comumente, são trabalhados antes que o estudante compreenda a situação ou conceito estudado. Tornam-se repetitivos, destituídos de sentido, e os alunos não sabem quando deverão aplicá-los. Entretanto, como os modelos matemáticos são necessários à Física, estes deverão ser trabalhados gradativamente, como instrumentos auxiliares à assimilação de conceitos novos, como afirma Lopes (2004, p.335):

A relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva, isto é, a exploração física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida. Logo que esse passo esteja assegurado, a situação física que se está a estudar deve ser aperfeiçoada e precisada com a introdução progressiva da linguagem matemática. A tentação de se fazer ao contrário é grande.

Oportunizar a fala do estudante quanto às suas principais dificuldades representa uma atividade importante para o professor que entende que estes subsídios podem auxiliá-lo a superar as limitações de toda ordem, e promover melhorias na aprendizagem em Física.

Figura 08 – Experiência profissional



Fonte: Autor (2025)

Dos 16 docentes entrevistados, observou-se que 43,75% possuíam 5 anos de experiência em sala de aula ministrando a disciplina de física, conforme pode ser observado na figura 1. Além disso, 37,5% dos professores tinham de 6 a 8 anos de experiência, enquanto 18,75% possuíam 10 ou mais anos de experiência no ensino da disciplina de física. Esses dados indicam uma variada gama de experiência entre os docentes, com uma significativa

parcela tendo uma experiência intermediária de 5 anos, enquanto um número menor, mas ainda substancial, possui uma longa trajetória de ensino superior a uma década

7.2.-2ª Etapa- Construção do produto educacional

Na segunda etapa, foi elaborado um *e-book* educativo de acordo com as recomendações para a concepção e eficácia de materiais educativos, considerando os seguintes aspectos: acurácia científica, conteúdo, apresentação literária, ilustração, material específico e compreensível, e qualidade da informação (Silveira-Castro *et al.*, 2007).

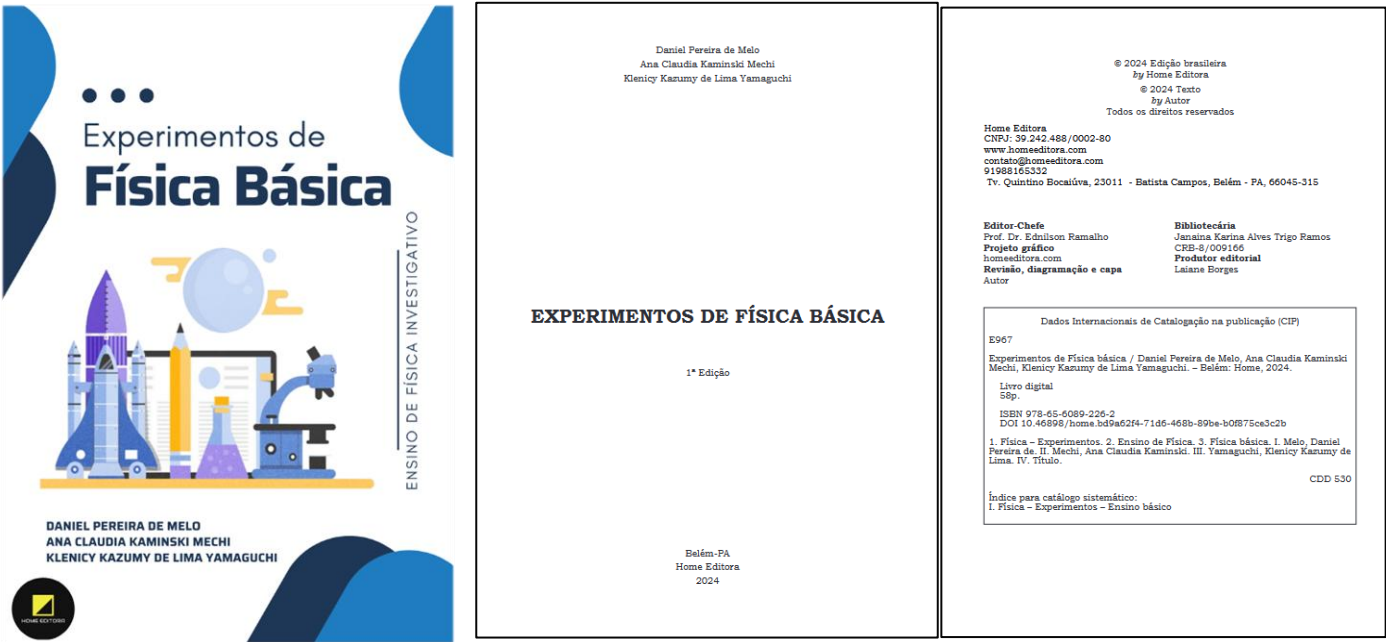
O *e-book* Ensino de Física Investigativo foi elaborado com o objetivo de auxiliar no aprendizado dos estudantes, abordando conteúdos que apresentam maior nível de dificuldade. Sua construção baseou-se em um levantamento prévio realizado junto aos professores na etapa anterior, identificando os principais temas que exigem estratégias diferenciadas para melhor compreensão dos alunos.

Foram selecionados cinco capítulos que tratam dos seguintes conteúdos: Leis de Newton, Movimento Circular, Queda Livre e Movimento Vertical, Lançamento Horizontal e Oblíquo, e Gravitação Universal. Esses tópicos foram escolhidos por se destacarem como os que geram mais dificuldades para os estudantes, exigindo uma abordagem mais investigativa e contextualizada.

O *e-book* foi desenvolvido na plataforma *Canva*, garantindo um design visualmente atrativo e uma estrutura funcional, que favorece a leitura e a compreensão dos conceitos físicos. Além disso, o material apresenta uma organização didática que permite aos professores utilizá-lo como suporte pedagógico, incentivando a participação ativa dos alunos por meio de atividades investigativas e questionamentos orientados.

O livro digital foi estruturado em 59 páginas, incluindo capa, contracapa com uma breve apresentação do autor, escopo, índice, capítulos, referências e quizzes interativos ao final de cada capítulo. Sua organização foi desenvolvida para facilitar a assimilação dos conceitos e estimular o engajamento dos estudantes, integrando teoria, prática e investigação.

Figura 09 – Apresentação e Credenciais do Livro Experimentos De Física Básica

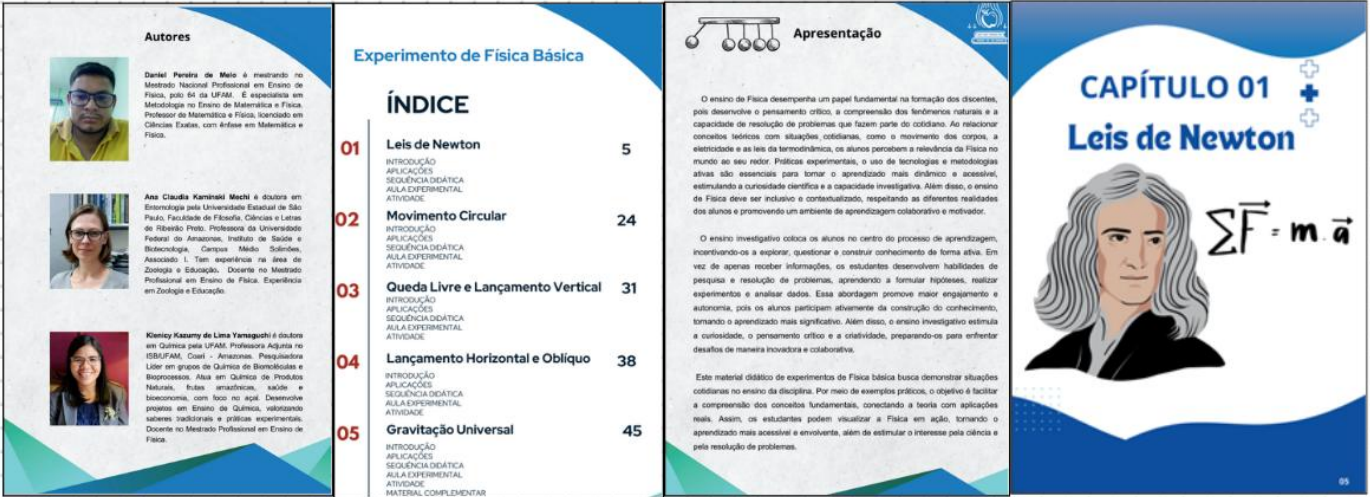


Fonte: Autor (2025)

Na **Figura 04**, são apresentadas as páginas iniciais do e-book. A capa exhibe uma ilustração representativa do tema abordado, proporcionando uma identidade visual alinhada ao conteúdo da obra. Em seguida, encontram-se as credenciais do livro, incluindo informações sobre a autoria e a publicação.

Vale destacar a presença da ficha catalográfica, que organiza os dados bibliográficos essenciais da obra. Esse registro é fundamental, especialmente considerando que o e-book já foi publicado pela **Editora Home**, conferindo-lhe maior credibilidade e acessibilidade ao público leitor

Figura 10 – Autores e índice do Material Didático

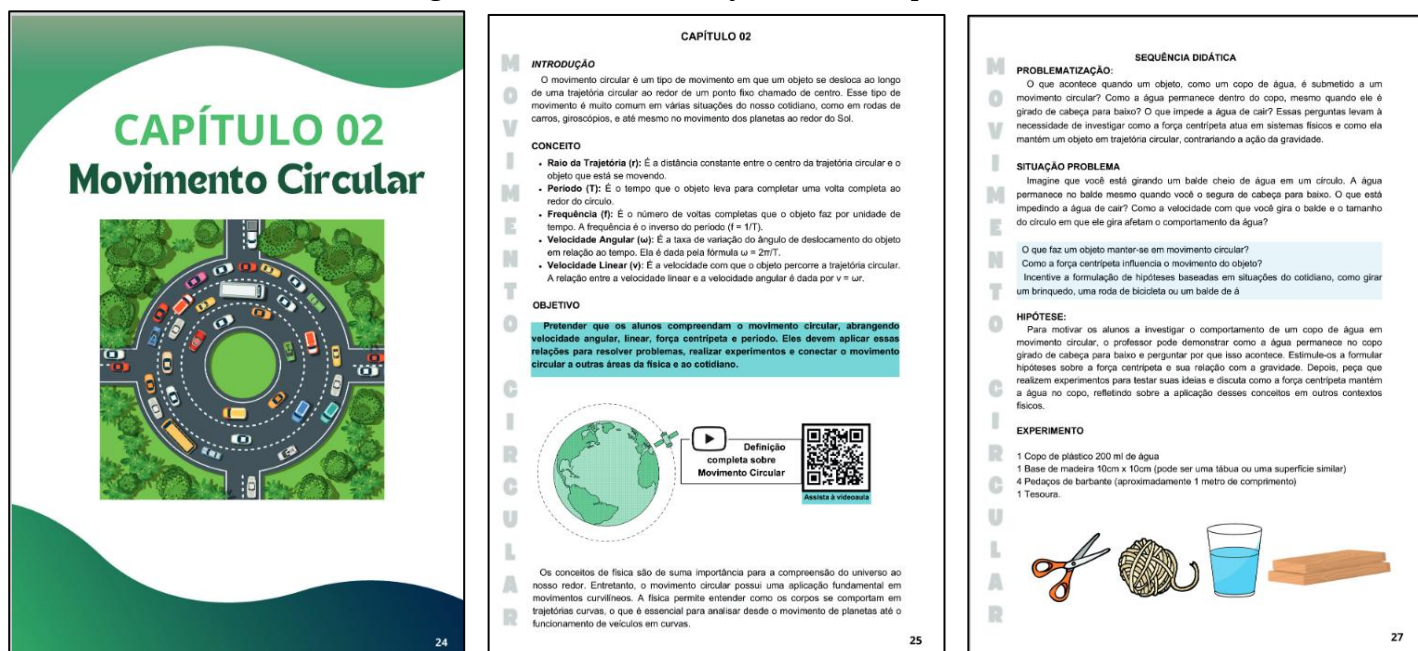


Fonte: Autor (2025)

Na **Figura 10**, é apresentada uma breve biografia dos autores que contribuíram para a elaboração do e-book intitulado *Experimentos de Física Básica*. Em seguida, são exibidos o índice de conteúdo e os principais temas abordados na obra, incluindo: Leis de Newton, Movimento Circular, Queda Livre e Lançamento Vertical, Lançamento Horizontal e Oblíquo, além da Gravitação Universal.

Além disso, a figura contém uma página dedicada à apresentação do livro digital aos leitores, destacando seus objetivos e abordagem didática. Por fim, é exibida, de forma ilustrativa, a capa do primeiro capítulo, proporcionando um prévio visual do material.

Figura 11 - A sistematização de cada capítulo do e-book.



Na **Figura 11**, é apresentada a sistematização de cada capítulo do e-book. Ela é composta pela capa de cada capítulo, seguida de uma introdução ao tema abordado, desenvolvida em consonância com a literatura de Física. Como referência, foram utilizados livros como *Fundamentos de Física 1*, do autor Ramalho, e *física para o Primeiro Ano do Ensino Médio*, de autoria de Silva.

Após a introdução, são apresentadas aplicações práticas do tema no cotidiano, destacando a relevância do conteúdo para situações reais e conectando a teoria com a vivência dos leitores. Vale ressaltar que, para facilitar a compreensão, foram utilizadas figuras e ilustrações selecionadas e contextualizadas, garantindo uma abordagem visual que

complementa a explicação textual. Esse recurso visual contribui para tornar o material mais atrativo e acessível, especialmente para leitores com diferentes estilos de aprendizado.

Após a conceituação do tema abordado, o capítulo apresenta uma sequência didática de cunho investigativo, contendo etapas fundamentais como problematização, situação-problema, levantamento de hipóteses e experimentação para testagem. Por fim, é fornecido um protocolo de atividades para que os professores possam desenvolver em sala de aula.

Vale destacar que o ensino investigativo é embasado nos princípios defendidos por (Delizoicov *et al.*, 2011) que afirma: *"O ensino investigativo desafia os estudantes a se apropriarem dos conhecimentos científicos por meio da construção de hipóteses, validação empírica e sistematização das conclusões, promovendo o desenvolvimento de uma postura crítica e autônoma."*

Essa abordagem estimula o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem e contribui para a formação de habilidades essenciais ao pensamento científico.

Todos os capítulos seguem a mesma estrutura mencionada anteriormente, com uma organização consistente para facilitar o entendimento e a continuidade do conteúdo. Cada seção foi elaborada de forma a manter uma coerência temática, garantindo que os leitores possam acompanhar o desenvolvimento das ideias de maneira clara e objetiva.

Figura 12 - Capa de alguns capítulos e material complementar.



Fonte: Autor (2025)

A Figura 12 apresenta a capa de alguns capítulos e destaca o material complementar disponível na última página do *e-book*. Esse material inclui um quiz para cada capítulo, com

10 questões de múltipla escolha, projetado para reforçar o aprendizado. O acesso ao quiz é facilitado por meio de um QR Code, permitindo que os leitores utilizem seus celulares para interagir de forma dinâmica e prática.

7.3.-3ª Etapa - Validação do produto educacional- juízes

A avaliação do e-book contou com a participação de um total de 10 professores, selecionados de forma aleatória. Dentre os avaliadores, 90% eram do sexo masculino, evidenciando a predominância desse grupo na análise realizada. A participação ativa desses profissionais foi essencial para garantir uma avaliação ampla e criteriosa, proporcionando uma visão diversificada sobre a eficácia, aplicabilidade e relevância do material proposto.

No que se refere à titulação acadêmica dos participantes, verificou-se que três possuíam o título de mestre, sete estavam cursando mestrado e um era doutorando. Esses dados demonstram o alto nível acadêmico dos avaliadores, conferindo maior credibilidade às observações e sugestões registradas ao longo do processo de avaliação. A qualificação dos participantes contribuiu significativamente para aprimorar a qualidade e o rigor científico do e-book, assegurando que o conteúdo estivesse alinhado às necessidades didáticas e metodológicas do ensino de Física.

Dentre os 20 itens avaliados, 12 obtiveram respostas de "Concordo Totalmente", indicando plena aceitação, enquanto os outros 8 apresentaram respostas entre "Concordo Totalmente" e "Concordo Parcialmente", refletindo uma alta concordância geral. Todos os itens alcançaram índice de concordância (IC), com 100% deles atingindo um Índice de Validade de Conteúdo (IVC) igual a 1,00 (100%), conforme preconizado por Alexandre e Coluci (2011). Isso reforça a adequação do material ao seu propósito e sugere que ele atende plenamente aos critérios de relevância, clareza e aplicabilidade.

Quadro 3. Concordância dos especialistas(professores) com os itens do *E-book*.

Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC; Índice de Validação de Conteúdo.					
Item Avaliado	Juízes especialistas (n=10)				
	CT	CP	DP	DT	IC(%) / IVC
1. O Produto Educacional promove o diálogo entre o texto verbal e o visual, além de apresentar um texto atrativo e de fácil compreensão.	10	0	0	0	100,0
2. A estrutura do Produto Educacional está bem organizada, favorecendo a compreensão para aplicação em sala de aula.	10	0	0	0	100,0

3. As figuras/ilustrações no Produto Educacional são relevantes.	10	0	0	0	100,0
4. O Produto Educacional apresenta capítulos interligados e coerentes	10	0	0	0	100,0
5. (Contextualização teórica), aborda todos os conceitos necessários para facilitar a compreensão do Produto Educacional	9	1	0	0	100,0
6. As atividades práticas descritas na Etapa “Metodologia” da proposta didática são adequadas e executáveis	10	0	0	0	100,0
7.Quanto à avaliação da aprendizagem dos alunos, está descrita de forma clara e coerente com os alunos do 1º ano do Ensino Médio.	10	0	0	0	100,0
8. O Produto Educacional apresenta conceitos e argumentos claros, explicando todos os termos técnicos e expressões científicas.	7	3	0	0	100,0
9. Apresenta escrita acessível, estruturando as ideias, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender, respeitando as normas gramaticais.	10	0	0	0	100,0
10. O conteúdo abordado está alinhado com os objetivos de aprendizagem estabelecidos.	10	0	0	0	100,0
11. O material contribui para o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas.	10	0	0	0	100,0
12. O material aborda tópicos relevantes e aplicáveis à realidade dos estudantes.	9	1	0	0	100,0
13. As explicações são claras e compreensíveis para o público-alvo?	9	1	0	0	100,0
14. Metodologia proposta contribui para o desenvolvimento das competências e habilidades pretendidas.	10	0	0	0	100,0
15. A proposta utiliza abordagens inovadoras que estimulam o interesse e a participação dos alunos.	8	2	0	0	100,0
16. As atividades propostas são contextualizadas e relevantes para a aplicação prática do conhecimento?	9	1	0	0	100,0
17. A proposta estimula a reflexão crítica e a transferência de aprendizado para diferentes contextos.	7	3	0	0	100,0
18. O material apresenta diferentes perspectivas e abordagens sobre o tema.	9	1	0	0	100,0
19. Incentiva os alunos a questionar, analisar e avaliar as informações apresentadas.	10	0	0	0	100,0
20. Este produto educacional atende às expectativas do professor de Física que atua com o primeiro ano do Ensino Médio.	10	0	0	0	100,0

Fonte: Autor (2025)

Em relação aos itens avaliados no material educacional, os participantes indicaram que o conteúdo apresentava excelente adequação, com Índice de Validade de Conteúdo (IVC) igual a 1,00 (100%) para todos os itens analisados.

7.4.-4ª Etapa - Correções e adaptações no produto educacional

Os ajustes sugeridos pelos juízes foram implementados, resultando em melhorias significativas na clareza dos termos técnicos, na organização visual do conteúdo e na contextualização das atividades propostas. Essas alterações não apenas tornam o material mais acessível e didático, mas também aumentam sua relevância para os estudantes e professores, favorecendo uma abordagem mais eficaz no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, a revisão contribuiu para uma melhor fluidez na apresentação dos conceitos, garantindo que o material seja compreendido de maneira mais intuitiva e aplicado de forma mais eficiente no contexto educacional.

7.5. 5ª Etapa- Validação e testagem do produto educacional – alunos

A validação e testagem do produto educacional intitulado *Experimento de Física Básica* foi realizada no Instituto Federal do Amazonas, no município de Coari. A instituição está localizada na estrada Coari-Itapéua, km 02, S/N – Bairro Itamaraty, e foi inaugurada oficialmente no dia 10 de setembro de 2008.

A instituição oferece aulas nos três turnos, com cursos de nível médio técnico, subsequente e superior. Os cursos de nível médio e subsequente são: Administração, Agropecuária, Manutenção e Suporte em Informática e Informática para Internet. Desde 2023, a instituição também oferta o curso superior em Administração.

A validação e testagem do Projeto Educacional (PE) foram realizadas ao longo de cinco encontros, cada um com duração de duas horas, totalizando dez horas de atividades. Esses encontros ocorreram na turma do primeiro ano do curso técnico em Administração do ensino médio, proporcionando um ambiente propício para a aplicação e análise do material desenvolvido. Durante esse período, que se estendeu de 7 de novembro a 5 de dezembro de 2024, foram conduzidas diversas atividades para avaliar a eficácia e a aplicabilidade do projeto, permitindo a coleta de feedbacks e ajustes necessários para sua melhoria.

7.5.1 – Encontro 01: Leis de Newton – Inércia

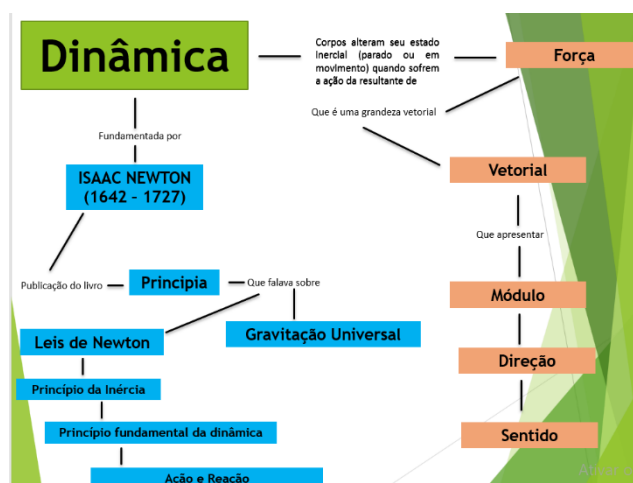
No primeiro encontro, realizado no dia 7 de novembro de 2024, ocorreram duas aulas com duração de uma hora cada. No primeiro momento, foi feita uma breve conversa com a turma para apresentar o projeto, explicando seus objetivos e as etapas seguintes. Em seguida, foram distribuídos aos alunos a ficha de avaliação do PE e os termos de consentimento, tanto

para os estudantes quanto para seus responsáveis, garantindo a transparência e a participação consciente no processo.

A turma participante é composta por 33 alunos do curso técnico em Administração, e, neste encontro, todos os estudantes estavam presentes, demonstrando engajamento e interesse na atividade. Para a apresentação e desenvolvimento das atividades, foram utilizados diversos recursos didáticos e tecnológicos, como o data show, que permitiu a exibição dos conteúdos de forma visual e dinâmica, facilitando a compreensão dos conceitos abordados. Além disso, um material elaborado em PowerPoint serviu como suporte para a explicação dos tópicos do projeto. O e-book "*Experimentos de Física Básica*" foi utilizado como material principal no processo de ensino-aprendizagem, oferecendo aos alunos uma abordagem prática e interativa para a assimilação dos conteúdos. Esse material foi disponibilizado via *WhatsApp*, permitindo o acesso em dispositivos pessoais e promovendo maior autonomia e aprofundamento nos temas trabalhados.

Iniciamos a aula contextualizando o conceito de inércia a partir das contribuições de Aristóteles, Galileu Galilei e Isaac Newton. Aristóteles defendia que um corpo só se manteria em movimento com uma força contínua. Galileu refutou essa ideia, mostrando que um objeto em movimento permanece assim, a menos que uma força externa atue sobre ele. Newton consolidou esse princípio em sua Primeira Lei do Movimento. Essa abordagem histórica ajudou os alunos a compreender a evolução do pensamento científico e a importância do embasamento experimental na Física. Como mostra na figura 08.

Figura 13 - O conceito de inércia a partir das contribuições de Aristóteles, Galileu Galilei e Isaac Newton



Fonte: Autor (2025)

Em seguida, foi exibida uma vídeoaula com um breve histórico sobre Isaac Newton, disponível na página 11 do *e-book* por meio de um *QR Code*. Esse recurso digital tornou a aprendizagem mais dinâmica e interativa, permitindo que os alunos acessassem o conteúdo posteriormente.

Posteriormente, foi realizada a definição da Primeira Lei de Newton, conforme mencionado na página 13 do *e-book Experimento de Física Básica*. Além disso, em sala de aula, foi discutido o objetivo de estudar as Leis de Newton e suas aplicações, conforme abordado na página 8. Essa abordagem permitiu contextualizar os conceitos e reforçar a importância dessas leis na compreensão dos fenômenos físicos do cotidiano.

Figura 14 – Aplicações da Lei de Newton e Sequência Didática



Fonte: Autor (2025)

Na Figura 14, apresentar aplicações da Primeira Lei de Newton no cotidiano, destacando situações em que a inércia se manifesta de forma clara e relevante. Além disso, seguir a sequência didática mencionada na página 14 do *e-book Experimentos de Física*, garantindo uma abordagem estruturada que facilite a compreensão do conceito.

No ensino por investigação, o professor é um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos. (Trivelato; Tonidandel, 2015). Com base nessa abordagem, a sequência didática sobre a Primeira Lei de Newton foi estruturada de maneira investigativa, estimulando a curiosidade dos alunos por meio da experimentação e da análise de situações concretas. Dessa forma, o aprendizado se torna mais significativo e dinâmico.

Conforme sinalizado na página 14 do *e-book*, no que se refere à sistematização da sequência didática de cunho investigativo, apresenta-se a seguinte problematização: *Como a massa de diferentes objetos afeta a sua resposta à mudança de estado de movimento? Mais especificamente, como a inércia influencia o comportamento de objetos com diferentes massas quando submetidos a uma força externa?*

A partir da problematização, tivemos diversas respostas dos alunos da turma, dentre as quais se destacaram as seguintes:

Aluno 01: *Objetos com maior massa têm mais inércia, então resistem mais à mudança de movimento. Isso significa que, ao aplicar a mesma força, um objeto mais leve acelera mais do que um mais pesado.*

Aluno 02: *Quanto maior a massa de um objeto, maior será sua resistência à mudança de movimento devido à inércia. Isso significa que um objeto mais pesado precisa de uma força maior para acelerar ou parar em comparação com um mais leve.*

Diante dessas respostas, foram apresentadas situações-problema relacionadas à temática. Posteriormente, os alunos foram incentivados a levantar hipóteses, dentre as quais se destaca a seguinte, formulada por um dos alunos:

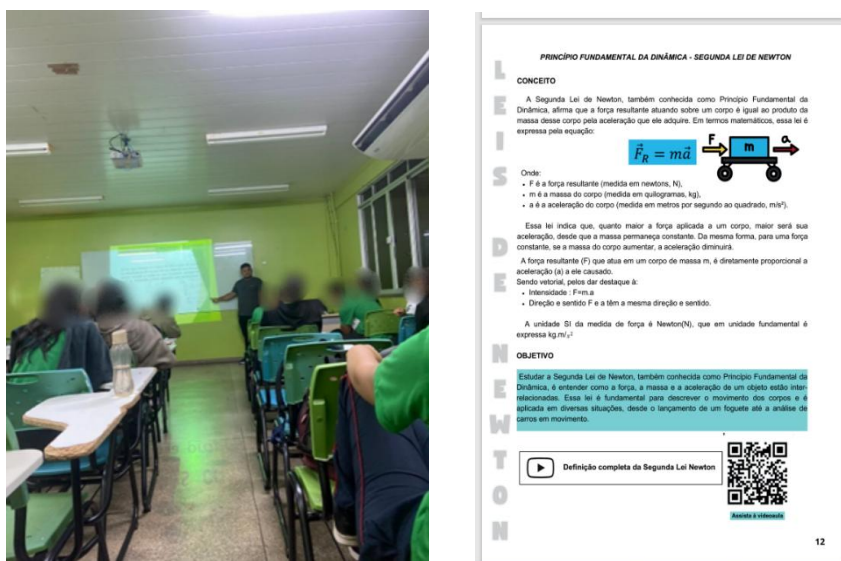
Aluno 03: *Se a massa de um objeto for maior, então ele precisará de uma força maior para alterar seu estado de movimento, pois sua inércia será maior.*

Com as hipóteses levantadas, a próxima fase consistiu na testagem por meio do experimento indicado no *e-book Experimentos de Física Básica*, mencionado na página 14. A avaliação da aprendizagem ocorreu ao longo de todo o percurso metodológico, considerando a participação dos alunos nas etapas investigativas. Por fim, eles responderam a questões relacionadas ao tema abordado, conforme proposto no livro digital.

7.5.2 – Encontro 02: 2ª Lei de Newton- Princípio fundamental da Dinâmica

O segundo encontro ocorreu na sala de aula, em duas aulas com duração de uma hora cada, no dia 14 de novembro de 2024. A atividade foi dividida em quatro momentos. No primeiro, apresentamos aos estudantes os conceitos, objetivos e aplicações da 2ª Lei de Newton, conforme indicado na Figura 10 abaixo.

Figura 15 – Conceito da 2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica



Fonte: Autor (2025)

A Figura 10 apresenta as definições iniciais sobre a temática abordada, conforme indicado no *e-book* na página 17. Além disso, os alunos assistiram a uma breve videoaula para complementar a explicação e visualizar melhor os conceitos. Esse momento foi finalizado com uma discussão, na qual os estudantes compartilharam exemplos de situações do cotidiano em que a 2ª Lei de Newton pode ser observada, promovendo uma conexão entre a teoria e a prática.

Segundo memento conforme sinalizado na página 19 do *e-book*, no que se refere à sistematização da sequência didática de cunho investigativo, apresenta-se a seguinte problematização:

- No dia a dia, percebemos que a força necessária para mover diferentes objetos varia, como quando tentamos empurrar uma bicicleta em uma superfície plana comparada a um carro parado.
- Essa questão nos leva a refletir sobre como a massa de um objeto afeta sua resposta a uma força, levando-nos a explorar a relação entre força, massa e aceleração descrita pela Segunda Lei de Newton.

Questões norteadoras.

Imagine que você precisa empurrar um carrinho de supermercado. Se o carrinho estiver vazio, ele se move facilmente. Mas o que acontece se o carrinho estiver cheio? A força necessária para movê-lo é a mesma? Como isso se relaciona com o movimento do carrinho?

A partir da problematização proposta, os alunos da turma apresentaram diversas respostas, refletindo diferentes formas de compreender a questão. Entre as respostas registradas, algumas se destacaram por sua originalidade, profundidade e conexão com os conceitos discutidos, demonstrando o envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem. Dentre essas, destacam-se as seguintes:

Aluno 4: *Se o carrinho estiver cheio, será mais difícil movê-lo, pois sua massa será maior. Isso significa que será necessária uma força maior para acelerar o carrinho, de acordo com a 2ª Lei de Newton.*

Aluno 05: *Não, a força necessária não é a mesma. Quando o carrinho está vazio, ele tem menos massa e se move com mais facilidade. Já quando está cheio, sua massa aumenta, exigindo uma força maior para produzir a mesma aceleração.*

Aluno 06: *A 2ª Lei de Newton explica isso: a força necessária para mover um objeto depende de sua massa. Quanto maior a massa do carrinho, maior a força necessária para acelerá-lo.*

No terceiro momento, foi realizada uma discussão sobre as respostas dos alunos, incentivando a participação ativa de todos. Esse diálogo permitiu que os estudantes argumentassem, refletissem e relacionassem os conceitos abordados com suas experiências. Essa abordagem favoreceu uma aprendizagem significativa, pois, como afirma Vygotsky (1984), 'o aprendizado desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando o aluno interage com outras pessoas em seu ambiente'. Dessa forma, ao construir conhecimento de maneira colaborativa, os alunos assimilaram os conteúdos de forma mais profunda e contextualizada.

E, por fim, após as discussões acerca da situação-problema e das questões norteadoras propostas no e-book, na página 19, os alunos foram incentivados a levantar hipóteses sobre o tema. Esse momento foi essencial para que eles pudessem aplicar os conceitos discutidos, formular explicações e desenvolver um raciocínio crítico sobre o fenômeno em estudo. Dessa forma, o levantamento de hipóteses serviu como base para a etapa seguinte, promovendo um aprendizado ativo e reflexivo. Como destaca Ribas *et al.* (2024), 'a Teoria da Aprendizagem Significativa concebe a aprendizagem como uma interação processual e intencional, de natureza cognitiva, entre conhecimentos prévios e novas informações.

Com base nas respostas dos alunos, foram apresentadas situações-problema relacionadas à temática para aprofundar a discussão. Em seguida, os estudantes foram estimulados a formular hipóteses, entre as quais se destaca a seguinte, propostas dos participantes:

Aluno 07: *Se a massa do carrinho for mantida constante, então a aceleração resultante será proporcional à força exercida pelo ar que sai da bexiga, conforme descrito na Segunda Lei de Newton ($F=m.a$).*

Aluno 08: *Se aumentarmos a quantidade de ar na bexiga, a força exercida sobre o carrinho também aumentará, resultando em uma aceleração maior, conforme previsto na Segunda Lei de Newton ($F=m.a$).*

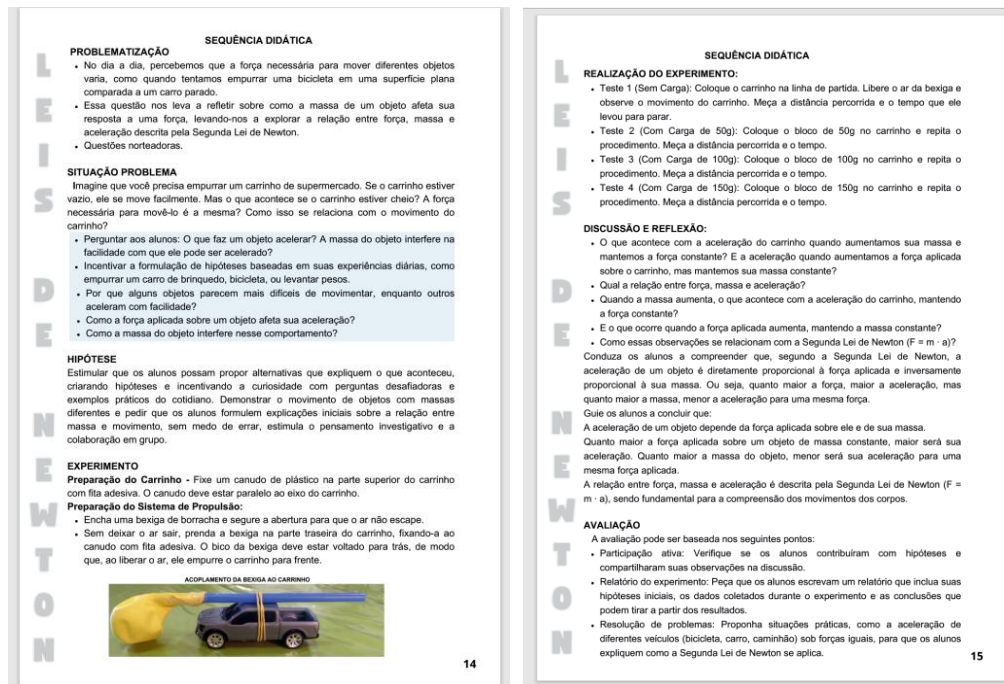
Aluno 09: *Se adicionarmos mais massa ao carrinho, mantendo a força exercida pelo ar da bexiga constante, então a aceleração do carrinho diminuirá, conforme descrito na Segunda Lei de Newton ($a=F/m$).*

Após o levantamento das hipóteses, a próxima etapa consistiu na testagem, que foi realizada por meio de um experimento planejado e descrito no e-book *Experimentos de Física Básica*, na página 19. Esse experimento foi escolhido por sua relevância para a verificação das hipóteses levantadas, permitindo uma análise criteriosa dos fenômenos estudados.

Durante a testagem, foram seguidos todos os procedimentos detalhados no material de referência, garantindo a precisão dos dados obtidos e a confiabilidade dos resultados. Além disso, houve a preocupação de registrar cada etapa do experimento, documentando as observações feitas ao longo do processo. Esses registros possibilitaram uma comparação mais precisa entre os resultados esperados e os obtidos na prática, contribuindo para a validação ou reformulação das hipóteses inicialmente propostas.

Dessa forma, a testagem desempenhou um papel fundamental na investigação, fornecendo subsídios para uma análise mais aprofundada dos conceitos físicos envolvidos.

Figura 16 – Procedimento experimental



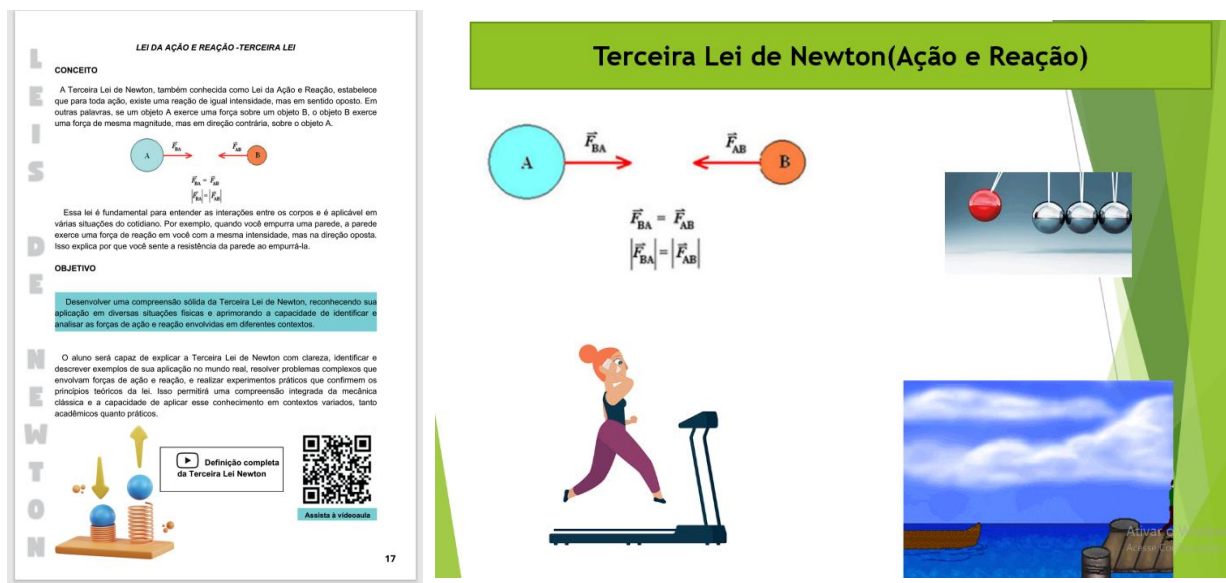
Fonte: Autor (2025)

Após a realização dos procedimentos experimentais e a testagem das hipóteses levantadas pelos estudantes, conforme ilustrado na Figura 11, foi realizada uma avaliação abrangente da aprendizagem sobre o tema abordado. Essa avaliação considerou tanto a compreensão teórica discutida em sala de aula quanto a aplicação prática por meio da experimentação. Além disso, todo o processo avaliativo seguiu as orientações sinalizadas no e-book, na página 21, garantindo uma abordagem integrada entre teoria e prática, reforçando a construção do conhecimento de forma significativa.

7.5.3 – Encontro 03: 3ª Lei de Newton - Ação e reação

No dia 21 de novembro de 2024, ocorreu o terceiro encontro em sala de aula com os alunos do curso de Administração. A dinâmica desse encontro seguiu a mesma estrutura e sequência dos encontros anteriores, garantindo a continuidade do processo de ensino e aprendizagem. As aulas foram realizadas no período da manhã e tiveram como foco aprofundar os conhecimentos discutidos previamente, proporcionando um ambiente interativo e participativo para os estudantes.

Figura 17 – Definição da Terceira Lei de Newton (Ação e Reação)



Fonte: Autor (2025)

Inicialmente, foram realizadas as definições da Primeira e da Terceira Lei de Newton. O recurso utilizado foi o livro digital, conforme sinalizado na Figura 12. A aula foi conduzida de maneira participativa e democrática, permitindo que os alunos interagissem ativamente no processo de aprendizagem. Como destaca Paulo Freire (1996), *"ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção."* Dessa forma, a metodologia adotada buscou estimular a reflexão e a autonomia dos estudantes, tornando-os protagonistas no desenvolvimento do conhecimento.

Posteriormente, foram apresentadas aplicações da Terceira Lei de Newton no cotidiano, por meio de uma exposição em sala de aula, conforme ilustrado na página 23 do *e-book Experimentos de Física Básica*. Durante a atividade, os alunos participaram ativamente, identificando e descrevendo situações do dia a dia em que essa lei pode ser observada. Entre os exemplos citados, destacaram-se uma pessoa caminhando, nadando, o impacto em uma luta de boxe, a decolagem de um foguete e o impulso gerado ao saltar. A troca de ideias permitiu uma melhor compreensão do princípio da ação e reação, demonstrando sua presença em diversos contextos da vida cotidiana.

Figura 18 – Aplicações da Terceira Lei de Newton (ação e reação)



Fonte: Autor (2025)

A Figura 18 apresenta a aplicação da Terceira Lei de Newton, também conhecida como princípio da ação e reação. Esse conceito fundamental da mecânica clássica estabelece que, para toda força exercida por um corpo sobre outro, existe uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto, agindo no corpo que aplicou a força. Essa relação pode ser observada em diversas situações do cotidiano, como no movimento de um barco impulsionado pelos remos, no recuo de uma arma de fogo após o disparo ou na propulsão de foguetes.

Segundo Halliday e Resnick (2012), a Terceira Lei de Newton, também conhecida como princípio da ação e reação, estabelece que "se um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, então o corpo B exerce uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto sobre o corpo A". Essas forças sempre ocorrem em pares e atuam em corpos distintos, sendo fundamentais para a compreensão das interações entre objetos no universo físico. A Figura 14 abaixo apresenta a esquematização dessa definição mencionada.

Figura 19 – Esquematização da Terceira lei de Newton



Fonte: Brasil Escola (2025)

Com a definição apresentada e a discussão realizada com a turma sobre as aplicações da Terceira Lei de Newton, foi introduzida a seguinte problematização no contexto: como a variação na pressão do ar comprimido afeta a altura atingida pelo foguete de água e ar comprimido? Além disso, de que maneira a quantidade de água no foguete influencia a eficiência da propulsão e o alcance do foguete? Essa questão foi proposta aos alunos do 1º ano do curso de Administração, estimulando a reflexão sobre os princípios físicos envolvidos na propulsão.

Com seguinte situação problema: Imagine que você está empurrando uma parede. Você aplica uma força na parede, mas a parede não se move. No entanto, a parede exerce uma força igual e oposta em você. Como isso se relaciona com o movimento e a interação entre os corpos?

A partir da situação-problema proposta para a turma, obtivemos diversas respostas, entre as quais se destacam as seguintes. Essas respostas evidenciam diferentes níveis de compreensão dos alunos sobre a Terceira Lei de Newton e sua aplicação em fenômenos do cotidiano, demonstrando a importância da experimentação e do raciocínio crítico no aprendizado da Física.

Aluno 10: *Quando empurro a parede, ela me empurra de volta com a mesma força, mas em sentido oposto. Isso acontece por causa da Terceira Lei de Newton.*

Aluno 11: *Quando aplico uma força na parede, a parede aplica em mim uma força de mesma intensidade e direção, mas em sentido contrário. Como a parede está fixa e não se move, não vejo essa força causando movimento nela. Mas, se eu estivesse sobre um skate, por exemplo, poderia sentir essa força me empurrando para trás.*

Aluno 12: *Quando empurro a parede, ela exerce em mim uma força de mesma intensidade e sentido oposto. Como a parede não se move, essa força não gera deslocamento nela, mas eu poderia ser empurrado para trás se estivesse em uma superfície de baixo atrito, como gelo ou um skate.*

Após as respostas dos alunos e a discussão sobre a temática, a sala foi dividida em cinco grupos para o levantamento das hipóteses. Cada grupo ficou responsável por analisar a questão proposta, formular possíveis explicações e registrar suas ideias de forma organizada. Em seguida, os grupos compartilharam suas hipóteses com a turma, promovendo um debate que permitiu a troca de conhecimentos e o aprimoramento das ideias iniciais. Essa etapa foi

fundamental para estimular o pensamento crítico e incentivar a participação ativa dos alunos no processo investigativo.

Figura 20 - Levantamento das hipóteses pelos grupos – Turma 1ª ano do Curso em Administração



Fonte: Autor (2025)

Na Figura 20, é possível observar os grupos da referida turma discutindo sobre a problemática proposta e realizando o levantamento das hipóteses. Durante essa etapa, os alunos trocaram ideias, analisaram diferentes perspectivas e buscaram fundamentar suas suposições com base nos conhecimentos adquiridos. Segundo Moran (2018, p. 32), “a aprendizagem ativa envolve interação, colaboração e reflexão, permitindo que os alunos construam conhecimento de forma mais significativa.” Essa dinâmica favoreceu a colaboração e o desenvolvimento do pensamento crítico, tornando o processo de investigação mais enriquecedor.

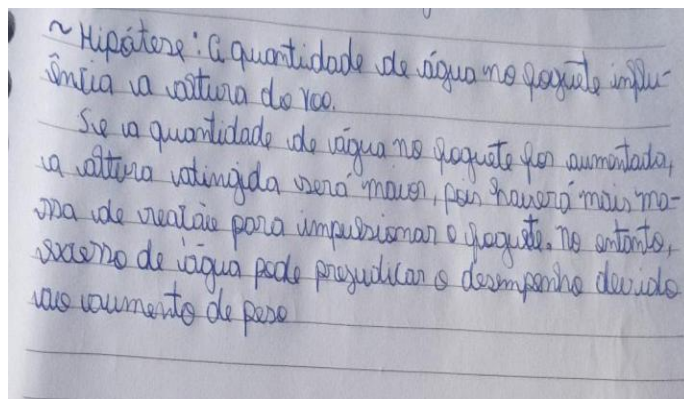
7.5.4 - Encontro 04: 3ª Lei de Newton -Ação e reação (discussões das hipóteses e testagem experimental)

O quarto encontro ocorreu no dia 28 de novembro e foi dividido em dois momentos distintos. No primeiro momento, as atividades foram realizadas em sala de aula, onde os alunos participaram de discussões e debates sobre as hipóteses apresentadas pelos grupos. Esse diálogo permitiu a análise crítica das suposições levantadas, promovendo a troca de conhecimentos e o aprimoramento das ideias.

No segundo momento, a atividade ocorreu na parte externa da instituição de ensino, onde os estudantes tiveram a oportunidade de testar e comprovar suas hipóteses por meio da experimentação. Essa etapa prática foi essencial para consolidar o aprendizado, permitindo que os alunos aplicassem conceitos teóricos na resolução de problemas reais, desenvolvendo

habilidades investigativas e reforçando a importância do método científico no processo educativo.

Figura 21 – Discussão das Hipóteses

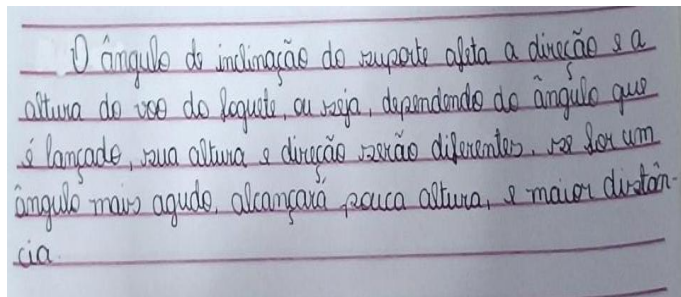


Fonte autor (2025)

Na Figura 21, é possível observar a sinalização da seguinte hipótese: "A quantidade de água no foguete influencia a altura do voo." Essa suposição se baseia no fato de que a variação na quantidade de água altera a massa do foguete e a força de propulsão gerada pela expulsão do líquido sob pressão.

Após a realização dos testes experimentais, verificou-se que a quantidade de água tem um impacto significativo na altura atingida pelo foguete. Quando há pouca água, a força de propulsão gerada é insuficiente para impulsionar o foguete a grandes alturas. Por outro lado, quando há excesso de água, o peso do foguete aumenta, dificultando sua aceleração. Os experimentos demonstraram que existe um equilíbrio ideal entre a quantidade de água e o volume de ar comprimido, sendo que aproximadamente 1/3 do volume da garrafa preenchido com água proporciona a maior altura de voo. Esses resultados confirmam a hipótese, destacando a importância da relação entre massa e força propulsora no desempenho do foguete.

Figura 22 - Discussão das Hipóteses



Fonte: Autor (2025)

Na Figura 22, é possível observar outra hipótese levantada pelos alunos do 1º ano do curso técnico em Administração do Instituto Federal do Amazonas (IFAM). A hipótese formulada pelos estudantes afirma que "o ângulo de inclinação do suporte afeta tanto a direção quanto a altura do voo do foguete." Isso significa que, dependendo do ângulo em que o foguete for lançado, sua trajetória e altura atingida serão diferentes.

De acordo com essa hipótese, ângulos mais agudos (menores que 45°) resultam em menor altura e maior alcance horizontal, enquanto ângulos mais elevados (próximos de 90°) favorecem maior altura, mas com menor deslocamento horizontal. Para testar essa suposição, os alunos realizaram experimentos variando o ângulo de lançamento e analisando os resultados. Através das observações, foi possível perceber que o desempenho do foguete está diretamente relacionado ao equilíbrio entre altura e distância percorrida, sendo o ângulo de 45° geralmente o mais eficiente para alcançar a maior distância possível.

Esses testes permitiram compreender melhor os princípios da física envolvidos no lançamento de projéteis, como a decomposição das forças, a influência da gravidade e a resistência do ar, enriquecendo o aprendizado prático dos alunos.

Figura 23 – Discussão das hipóteses



No experimento do foguete de garrafa PET, é possível demonstrar a Terceira Lei de Newton: se o ar comprimido empurra a água para fora da garrafa (ação), o fluxo de água expelido gera uma força que impulsiona o foguete na direção oposta (reação). Supõe-se que, quanto maior a pressão do ar comprimido, maior será a força de expulsão da água, resultando em uma maior velocidade e alcance do foguete.

Fonte: Autor (2025)

Na Figura 23, o terceiro grupo apresentou a seguinte hipótese: "No experimento do foguete de garrafa PET, é possível demonstrar a Terceira Lei de Newton: se o ar comprimido empurra a água para fora da garrafa (ação), o fluxo de água expelido gera uma força que impulsiona o foguete na direção oposta (reação)." Além disso, os alunos supuseram que quanto maior a pressão do ar comprimido, maior será a força de expulsão da água, resultando em uma maior velocidade e alcance do foguete.

Para testar essa hipótese, foram realizados experimentos variando a pressão do ar dentro da garrafa e observando o impacto na altura e distância percorrida pelo foguete. Os resultados confirmaram que o princípio da **ação e reação** descrito pela **Terceira Lei de Newton** é claramente evidenciado no lançamento do foguete.

Observou-se que, ao aumentar a pressão do ar dentro da garrafa, a água era expelida com mais força, resultando em maior impulso e, consequentemente, em um voo mais alto e com maior alcance. No entanto, foi percebido que existe um limite: se a pressão for excessiva, a estrutura da garrafa pode não suportar, podendo comprometer o experimento.

Os testes reforçaram a compreensão de que a força gerada pelo jato de água expelido é proporcional à pressão aplicada, validando a hipótese inicial. Dessa forma, o experimento serviu como uma demonstração prática da **Terceira Lei de Newton**, permitindo que os alunos visualizassem de maneira concreta a relação entre ação e reação.

Figura 24 – Discussão das hipóteses



O material e o formato das aletas influenciam a estabilidade e a trajetória do voo do foguete. Aletas maiores e com formatos aerodinâmicos reduzem a resistência do ar e ajudam a manter o foguete em uma trajetória mais retilínea, enquanto a ausência ou o desalinhamento das aletas pode causar instabilidade e desvio na direção do voo.

Fonte: Autor (2025)

E, por fim, na Figura 19, está indicada a seguinte hipótese: "O material e o formato das aletas influenciam a estabilidade e a trajetória do voo do foguete." Aletas maiores e com formatos aerodinâmicos reduzem a resistência do ar e ajudam a manter o foguete em uma trajetória mais retilínea, enquanto a ausência ou o desalinhamento das aletas pode causar instabilidade e desvio na direção do voo. Essa hipótese foi proposta pelo grupo de alunos anteriormente mencionado.

Para testar a hipótese de que o material e o formato das aletas influenciam a estabilidade e a trajetória do voo do foguete, foram realizados experimentos comparando lançamentos de foguetes com diferentes tipos de aletas, incluindo variações no tamanho, formato e alinhamento.

Os resultados confirmaram que aletas bem projetadas melhoram significativamente a estabilidade do foguete durante o voo. Foguetes com aletas maiores e simétricas apresentaram trajetórias mais retilíneas e previsíveis, enquanto aqueles com aletas desalinhadas ou ausentes sofreram maior instabilidade, desviando-se da trajetória ou girando descontroladamente.

Além disso, verificou-se que a aerodinâmica das aletas influencia diretamente a resistência do ar: aletas com formatos mais finos e alongados reduziram a turbulência e aumentaram a eficiência do voo, enquanto aletas com bordas irregulares ou materiais flexíveis geraram instabilidade.

Portanto, a hipótese foi confirmada, demonstrando que o design das aletas desempenha um papel crucial na estabilidade e no desempenho do foguete.

Figura 25 – Esquemática da problemática, construção e experimentação

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PROBLEMATIZAÇÃO

- Como a variação na pressão do ar comprimido afeta a altura atingida pelo foguete de água e ar comprimido? Além disso, de que maneira a quantidade de água no foguete influencia a eficiência da propulsão e o alcance do foguete?

SITUAÇÃO PROBLEMA

Imagine que você está empurrando uma parede. Você aplica uma força na parede, mas a parede não se move. No entanto, a parede exerce uma força igual e oposta em você. Como isso se relaciona com o movimento e a interação entre os corpos?

O que acontece quando dois corpos interagem?
Como as forças de ação e reação afetam o movimento dos corpos?
Obs.: Incentive a formulação de hipóteses baseadas em situações cotidianas, como pular em um trampolim ou empurrar um carrinho de compras.

HIPÓTESE

- O professor pode começar com uma demonstração prática e perguntas que ajudem os alunos a formular hipóteses sobre o impacto da pressão e da quantidade de água no foguete. Depois, os alunos planejam e realizam experimentos para testar essas hipóteses, variando as condições experimentais. A análise e discussão dos resultados ajudam a entender a relação entre pressão, volume e propulsão.

EXPERIMENTO:

- GARRAFAS PET VAZIAS (2 LITROS)
- CANO DE PVC (20MM)
- JOELHO (DOIS DE 20MM)
- T (UM DE 20MM)
- UM PICO DE CÂMARA
- CAP TAMPA (DOIS DE 20MM)
- ABRAÇADEIRA DE NYLON OU ABRAÇADEIRA DE PLÁSTICO (CINCO)
- UMA ABRAÇADEIRA DE METAL (20MM)
- BOMBA DE AR MANUAL OU COMPRESSOR ÁGUA.
- COLA PARA COLAR CANO



19

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

PREPARAÇÃO DA BASE DE LANÇAMENTO

- Montagem:**
 - Cole dois pedaços de cano de 10 cm nas extremidades do T.
 - Fixe um joelho em cada uma das pontas desses canos.
 - Em cada joelho, cole mais um pedaço de cano de 10 cm.
 - Nas extremidades dos canos de 10 cm, fixe as tampas, sendo uma delas com válvula.
 - Cole o pedaço de cano de 25 cm na terceira extremidade do T, formando um ângulo de 45 graus.
- Acabamento:**
 - No pedaço de 25 cm, a aproximadamente 10 cm da base, enrole três voltas de esparadrapo.
 - Corte braçadeiras de nylon de 10 cm.
 - Com a braçadeira de metal fixada na base, distribua as braçadeiras de nylon ao redor do cano, onde o esparadrapo foi colocado.



Base de lançamento do Foguete.

PREPARAÇÃO DO FOGUETE DE GARRAFA PET

- Duas garrafas de mesmo tamanho
- Corte uma das garrafas ao meio.
- Pegue a parte superior da garrafa cortada.
- Encha um balão com um pouco de água.
- Coloque o balão na parte superior da garrafa cortada.
- Cole essa parte da garrafa, com o balão como peso, na garrafa inteira, como esta ilustrada na figura a abaixo.
- Para dar estabilidade no foguete cole 4 aletas.



Construção do Foguete



Dimensões e formato da aleta

20

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Foguete pronto fixado na base de lançamento



REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

- Adicione 500ml de água no foguete de garrafa pet;
- Coloque o foguete, previamente preenchido com água, na base de lançamento, garantindo que esteja firmemente encaixado no trilho de lançamento.
- Já com o foguete encaixado na base de lançamento, pressurize a garrafa com ar comprimido utilizando a bomba;
- Com o foguete devidamente pressurizado e posicionado na base de lançamento, que deve apresentar uma inclinação de 45°, proceda puxando o gatilho apropriado. Esse movimento é essencial para permitir a efetiva liberação da água e, consequentemente, iniciar o processo de propulsão do foguete. Certifique-se de seguir esse procedimento com atenção para garantir resultados precisos durante o experimento.

DISCUSSÃO E REFLEXÃO

- Discussão:** Conduza uma discussão sobre as observações feitas. Pergunte aos alunos o que perceberam sobre as forças de ação e reação. Como a força aplicada em um carrinho gerou uma força de reação igual e oposta no trilho de lançamento?
- Reflexão:** Ajude os alunos a compreender que a Terceira Lei de Newton afirma que para toda ação há uma reação igual e oposta. Discuta como essa lei é observada em seu experimento e em outros exemplos do cotidiano, como pular em um trampolim ou o impulso de um foguete.
- Guie os alunos a concluir que, segundo a Terceira Lei de Newton, para toda força aplicada há uma força de reação de igual magnitude e em sentido oposto. Esse princípio é fundamental para entender como as interações entre corpos resultam em movimento e como as forças se equilibram.

AValiação

Participação ativa: Avalie a participação dos alunos na formulação de hipóteses, condução do experimento e discussão dos resultados.

Relatório do experimento: Peça aos alunos para escrever um relatório que inclua suas hipóteses, os dados coletados e as conclusões tiradas a partir do experimento.

Resolução de problemas: Proponha situações práticas, como a interação entre um jogador de futebol e a bola, e peça que expliquem como a Terceira Lei de Newton se aplica a essas situações.

21

PROTOCOLO E QUESTÕES PARA IMPRESSÃO DA ATIVIDADE PROPOSTA AOS ALUNOS

TERCEIRA LEI DE NEWTON

Nome do Aluno(a) _____

Turma: _____ Série: _____ Data: ____/____/____

A. Materiais necessários

- Garrafas PET vazias (2 litros)
- Cano de PVC (20mm)
- Joelho (dois de 20mm)
- T (um de 20mm)
- Um pico de câmara
- Cap tampa (dois de 20mm)
- Abraçadeira de Nylon ou abraçadeira de plástico (cinco)
- Uma abraçadeira de metal (20mm)
- Bomba de ar manual ou compressor
- Água.



B. Procedimentos e condução da aula prática:

- Cole dois pedaços de cano de 10 cm nas extremidades do T, fixando um joelho em cada ponta. Adicione mais canos de 10 cm em cada joelho e fixe as tampas, sendo uma delas com válvula. Em seguida, cole o cano de 25 cm na terceira extremidade do T, formando um ângulo de 45 graus. No acabamento, enrole esparadrapo a 10 cm da base do cano de 25 cm e prenda braçadeiras de nylon ao redor, usando uma braçadeira de metal na base.
- Pegue duas garrafas do mesmo tamanho e corte uma delas ao meio. Use a parte superior da garrafa cortada e encha um balão com um pouco de água. Coloque o balão na parte superior da garrafa e cole essa parte, com o balão como peso, na garrafa inteira, conforme ilustrado na figura abaixo. Para dar estabilidade ao foguete, cole 4 aletas

AGORA É COM VOCÊ!

- Explique como a Terceira Lei de Newton se aplica ao funcionamento do foguete de água.
- Qual foi o impacto da variação na quantidade de água no desempenho do foguete? Relate suas observações e explique o motivo.
- Descreva o efeito da pressão do ar comprimido na altura do foguete. Como a pressão afeta a força de propulsão?
- Qual a importância do ângulo de lançamento para o alcance e a estabilidade do foguete? Discuta como diferentes ângulos impactam o desempenho.
- Baseado em suas observações, qual seria a recomendação para otimizar o desempenho do foguete em um próximo experimento? Considere a quantidade de água, a pressão do ar e o ângulo de lançamento.

22

Fonte: Autor (2025)

Na Figura 24, está esquematizado, no e-book "Experimentos de Física Básica", o procedimento metodológico detalhado, apresentado entre as páginas 19 e 23. Esse esquema inclui a descrição da experimentação, a problematização, o levantamento das hipóteses, além das etapas de construção da base de lançamento do foguete e do próprio foguete.

Além disso, o material também contempla um protocolo de questões, elaborado para guiar a análise dos resultados e estimular a reflexão dos alunos sobre os conceitos físicos envolvidos no experimento. Dessa forma, o *e-book* fornece um roteiro estruturado para a realização da atividade, promovendo um aprendizado investigativo e participativo.

Na turma do 1º ano do curso técnico em Agropecuária, vale ressaltar que os encontros foram realizados em quatro momentos distintos, ocorrendo entre os dias 7 e 28 de novembro de 2024. No entanto, nesses encontros, não foram utilizados experimentos como recurso didático, e o ensino ocorreu de maneira convencional, por meio de aulas expositivas e discussões teóricas.

- **Primeiro encontro:** Estudo sobre a **Primeira Lei de Newton**, com explicações teóricas, exemplos práticos e debates sobre o conceito de inércia.
- **Segundo encontro:** Abordagem da **Segunda Lei de Newton**, utilizando resolução de problemas matemáticos e análise de situações do cotidiano para ilustrar a relação entre força, massa e aceleração.
- **Terceiro encontro:** Estudo da **Terceira Lei de Newton**, destacando o princípio da ação e reação através de materiais teóricos, diagramas e análise de fenômenos naturais.
- **Quarto encontro:** **Avaliação da aprendizagem**, na qual os alunos responderam questionários e participaram de uma revisão para consolidar os conhecimentos adquiridos.

7.5.5 Encontro 05 – Avaliação de Aprendizagem (turma do 1ª ano do curso técnico em Administração)

No dia 5 de dezembro, ocorreu o quinto encontro com a turma do 1º ano do curso técnico em Administração, realizado na sala de aula. Esse encontro teve como objetivo a avaliação da aprendizagem sobre os temas abordados nos encontros anteriores, permitindo verificar o nível de compreensão dos alunos em relação aos conceitos estudados.

Figura 26- Avaliação de Aprendizagem (Turma 1ª ano do curso Técnico em Administração)



Fonte: Autor (2025)

A avaliação da aprendizagem foi realizada por meio de uma prova objetiva, contendo oito questões de múltipla escolha, elaboradas com o propósito de verificar o nível de compreensão dos alunos sobre os temas abordados nos encontros anteriores.

O conteúdo da avaliação segue em anexo, detalhando os conceitos explorados ao longo das aulas. Na Figura 26, é possível observar os alunos realizando a prova, demonstrando concentração e aplicando os conhecimentos adquiridos durante as atividades teóricas e discussões em sala de aula.

7.5.6 – Validação do produto educacional -alunos

A validação do Produto Educacional foi realizada pelos alunos da turma do 1º ano do curso técnico em Administração ao final do processo de aplicação da pesquisa. Essa etapa ocorreu por meio da devolução das fichas avaliativas referentes à avaliação individual do P.E. Posteriormente, os dados fornecidos pelos alunos foram tabulados com base em suas respostas, permitindo a análise detalhada das informações coletadas. Esse processo possibilitou uma avaliação mais precisa da efetividade do Produto Educacional, contribuindo para ajustes e melhorias conforme as percepções dos estudantes.

A validação com os alunos permitiu avaliar a eficácia do material em situações reais de ensino. Durante esse processo, os estudantes demonstraram engajamento, confirmando a clareza dos conteúdos e a relevância do material para o contexto educacional. O feedback obtido foi essencial para confirmar a adequação do produto às necessidades do público-alvo, reforçando sua funcionalidade no processo de aprendizagem.

Figura 27 – Testagem e validação do Produto educacional com os alunos: Turma do 1^a ano do curso técnico em administração



Fonte: Autor (2025)

A Figura 27 apresenta o processo de validação do Produto Educacional realizado com uma turma do 1º ano do curso técnico em Administração do Instituto Federal do Amazonas, no município de Coari. A validação contou com a participação de 33 discentes, que contribuíram ativamente para a avaliação do material. O feedback fornecido pelos estudantes foi fundamental para confirmar a adequação do material às necessidades do público-alvo e identificar possíveis melhorias.

Dentre os 11 itens avaliados, conforme apresentado no Quadro 3, sete obtiveram um Índice de Concordância (IC) de 100%, demonstrando plena aceitação por parte dos avaliadores. O item 11 alcançou um IC de 93,34%, evidenciando uma alta concordância, embora com margem para pequenos ajustes. É importante destacar que todos os itens analisados apresentaram Índice de Validade de Conteúdo (IVC) superior a 80%, o que atesta a adequação do material educacional avaliado. Esses resultados reforçam a relevância e a qualidade do conteúdo, garantindo que ele atenda aos critérios estabelecidos para clareza, aplicabilidade e pertinência pedagógica.

Quadro 4. Concordância dos Alunos com os itens do *E-book*.

Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.					
Item Avaliado	Alunos 33				
	CT(N/%)	CP(N/%)	DP(N/%)	DT(N/%)	IC(%)
1. O design do texto contribui para uma experiência agradável de leitura.	27 (81,8)	5 (15,2)	1 (3,0)	0	96,97
2. O texto é claro e de fácil compreensão, utilizando uma linguagem acessível.	25 (75,8)	7 (21,2)	1 (3,0)	0	96,97
3. O texto utiliza palavras simples e familiares ao seu nível de estudo.	21 (60,6)	12 (36,4)	0	0	100,0
4. A contextualização auxiliou você a estabelecer uma conexão entre o conteúdo e suas próprias experiências.	20 (60,6)	13 (39,4)	0	0	100,0
5. A linguagem está ajustada ao nível de compreensão de você.	26(78,8)	7 (21,2)	0	0	100,0
6. A apresentação visual do e-book é atraente e bem organizada.	27 (81,8)	6 (18,2)	0	0	100,0
7. Existem recursos que estimulam a participação ativa durante a leitura.	23 (69,7)	10 (30,3)	0	0	100,0
8. O E-book promove a reflexão individual e a colabora para sua compreensão do conteúdo de física.	22 (66,7)	10 (30,3)	1 (3,0)	0	96,97
9. Os conceitos físicos são apresentados de maneira clara e compreensível.	26 (78,8)	7 (21,2)	0	0	100,0
10. Há exemplos ou exercícios que ajudaram vocês a relacionar a teoria com situações reais.	28 (84,8)	5 (15,2)	0	0	100,0
11. Os exemplos e aplicações são relevantes e conectados aos seus interesses.	21 (63,6)	10 (30,3)	2 (6,1)	0	93,94

Fonte: Autor (2025)

A análise evidenciou alta aceitação dos itens avaliados, com sete atingindo 100% de concordância e todos apresentando IVC superior a 80%. Esses resultados confirmam a qualidade e a adequação do material educacional, atendendo aos critérios de clareza, relevância e aplicabilidade.

No processo de validação do e-book, foi realizada a testagem do primeiro capítulo, que aborda as Leis de Newton, com uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Durante essa etapa, os estudantes foram expostos ao conteúdo teórico seguido de atividades práticas propostas no material, como experimentos simples e simulações que ilustram os princípios das leis do movimento. O feedback dos alunos foi coletado por meio de um questionário avaliativo, no qual destacaram a clareza das explicações, a relevância dos exemplos e a aplicabilidade das atividades ao contexto do cotidiano.

Os resultados dessa testagem indicaram que o capítulo inicial atingiu seus objetivos de aprendizagem, facilitando a compreensão das Leis de Newton e despertando o interesse dos alunos pelo tema. Algumas sugestões pontuais, como o uso de exemplos ainda mais contextualizados, foram consideradas para aprimorar o restante do material. Esse processo reforçou a eficácia do e-book como ferramenta educacional alinhada às necessidades do público-alvo.

No primeiro capítulo do e-book, abordam-se as **Leis de Newton**, que constituem a base da mecânica clássica e são fundamentais para compreender o movimento e o equilíbrio dos corpos. Essas leis, amplamente discutidas por autores como Halliday, Resnick e Walker (2011), descrevem como as forças influenciam os objetos, sendo aplicáveis a uma ampla gama de fenômenos físicos.

A **Primeira Lei de Newton**, conhecida como a Lei da Inércia, estabelece que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme permanecerá nesse estado, a menos que uma força resultante atue sobre ele. Segundo Timoshenko e Young (2017), essa lei explica o comportamento de objetos em situações cotidianas, como o movimento de um carro que permanece em velocidade constante até que o motorista aplique o freio.

A **Segunda Lei de Newton**, ou Princípio Fundamental da Dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é proporcional ao produto de sua massa pela aceleração produzida, sendo expressa por $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Esse princípio é amplamente utilizado na engenharia e na física aplicada, permitindo o cálculo de trajetórias de projéteis, análises de estruturas e até mesmo o desenvolvimento de tecnologias de transporte (Tipler; Mosca, 2016).

Por fim, a **Terceira Lei de Newton**, também chamada de Lei da Ação e Reação, estabelece que para toda força de ação exercida por um corpo sobre outro, existe uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção, mas sentido oposto. Matematicamente, essa relação pode ser expressa como:

$$\text{Onde: } \vec{F}_{\text{ação}} = - \vec{F} = \text{reação}$$

- $\vec{F}_{\text{ação}}$ = é a força exercida pelo corpo A sobre o corpo B;
- $\vec{F}_{\text{reação}}$ = é a força exercida pelo corpo B sobre o corpo A.

Essa lei é fundamental em diversas aplicações práticas, como nos sistemas de propulsão. Por exemplo, em foguetes espaciais, os gases expelidos para trás geram uma força de reação que impulsiona o foguete para frente, permitindo que ele vença a gravidade terrestre e alcance o espaço (Halliday; Resnick; Walker, 2011).

Essas três leis estão presentes em situações cotidianas e tecnológicas, evidenciando sua importância no ensino de Física. O capítulo não apenas apresenta os conceitos teóricos, mas também propõe atividades práticas e investigativas, como experimentos com carrinhos em trilhos de ar, que auxiliam os estudantes na compreensão aplicada e contextualizada dos fenômenos. Assim, promove-se uma abordagem pedagógica dinâmica, em que os alunos podem explorar, questionar e relacionar os conceitos com o mundo ao seu redor, conforme recomendado por Saviani (2019).

O uso de *e-books* e materiais digitais no ensino de Física e Ciências tem se tornado cada vez mais relevante devido à acessibilidade, interatividade e flexibilidade que oferecem. No entanto, essa abordagem também apresenta desafios que precisam ser considerados.

Nesse sentido,

O uso da tecnologia tem agregado o manuseio de equipamentos cada vez mais sofisticados para o desenvolvimento de tarefas no cotidiano. A leitura sofreu impacto perante o desenvolvimento tecnológico. O surgimento dos *e-books* (livros virtuais) trouxe uma revolução na publicação de livros, visto que, ferramentas digitais de leitura ganharam espaço no mercado e novas funcionalidades surgiram para tornar a leitura de um texto mais agradável. (Santos, R. B. A. *et al.*, 2021, p 36).

O avanço da tecnologia transformou a forma como consumimos a leitura, tornando os *e-books* uma alternativa acessível e funcional no ambiente educacional. No entanto, essa revolução também traz desafios, como a adaptação dos leitores às novas ferramentas digitais e a necessidade de um acesso equitativo a esses recursos.

A incorporação de *e-books* e materiais digitais no ensino tem se mostrado uma prática cada vez mais relevante, proporcionando benefícios significativos para o processo educacional. Conforme destaca Santos *et al.* (2021, p. 32), "o surgimento dos *e-books* (livros virtuais) trouxe uma revolução na publicação de livros, visto que ferramentas digitais de leitura ganharam espaço no mercado e novas funcionalidades surgiram para tornar a leitura de um texto mais agradável". Essa transformação facilita o acesso ao conhecimento, permitindo

que estudantes e educadores utilizem recursos interativos e atualizados, adaptando-se às necessidades contemporâneas da educação.

Os *e-books* tornam o ensino de Física mais interativo, acessível e eficiente, facilitando a aprendizagem com recursos multimídia e atualização constante.

Em 2024, o Programa de Formação em Física de Partículas e Astropartículas, vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), destacou-se pela produção de **13 e-books** voltados ao ensino médio. Elaborados por 35 estudantes de seis estados brasileiros, esses materiais abordam temas como Física de Partículas e Astropartículas, enriquecendo o ensino de Física com recursos acessíveis e atualizados. Disponíveis para consulta e download gratuito, os e-books tornaram-se um importante recurso didático, considerando a disseminação pelos professores. Estudos indicam que o uso de materiais digitais pode aumentar em até 30% o desempenho dos alunos em temas complexos, além de elevar em cerca de 20% o interesse por carreiras científicas, demonstrando a relevância da iniciativa na disseminação do conhecimento científico de forma interativa e dinâmica.

Em 2023, foi publicado o artigo "Tecnologias Digitais aplicadas ao Ensino de Física: Sequência Didática mediada pelo Software Modellus", que explora a aplicação de tecnologias digitais no ensino de Física, com foco em uma sequência didática mediada pelo software Modellus. O estudo, realizado no Instituto Federal do Maranhão (IFMA) - Campus São João dos Patos, envolveu 76 alunos do 1º ano do ensino médio e investigou como o Modellus pode ser integrado ao ensino de Física, especificamente no estudo do movimento de queda livre. Os resultados revelaram que 75% dos alunos apresentaram bom desempenho na utilização do software, sugerindo que o Modellus pode contribuir positivamente para o ensino de Física, tornando o aprendizado mais acessível e envolvente.

Em 2022, foi publicado o e-book "Pesquisa em Ensino de Física", que reúne diversos estudos sobre metodologias e práticas no ensino de Física. Um dos capítulos destaca a aplicação de uma sequência didática sobre buracos negros, utilizando a abordagem de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Os resultados indicaram que a experiência foi bem-sucedida, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos pelos estudantes.

A utilização de *e-books* e materiais digitais no ensino de Física e Ciências tem se mostrado uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais acessível, dinâmico e interativo. Esses recursos possibilitam a inclusão de elementos multimídia, como vídeos, simulações e animações, que auxiliam na visualização de conceitos abstratos, facilitando a compreensão dos fenômenos físicos. Além disso, *e-books* podem ser constantemente atualizados, garantindo que o conteúdo esteja alinhado com as mais recentes descobertas científicas. Outra vantagem é a flexibilidade de acesso, permitindo que estudantes revisem os conteúdos a qualquer momento e em diferentes dispositivos. Dessa forma, o uso de materiais digitais amplia as possibilidades pedagógicas, tornando o ensino mais envolvente e adaptado às novas tecnologias educacionais. Conforme destaca Schivani *et al.* (2023, p. 15), "a integração de tecnologias digitais no ensino de Física permite uma aprendizagem mais ativa e

participativa, facilitando a compreensão de conceitos complexos por meio de recursos interativos".

7.6 -6ª Etapa - Comparação no processo de ensino-aprendizagem entre as turmas.

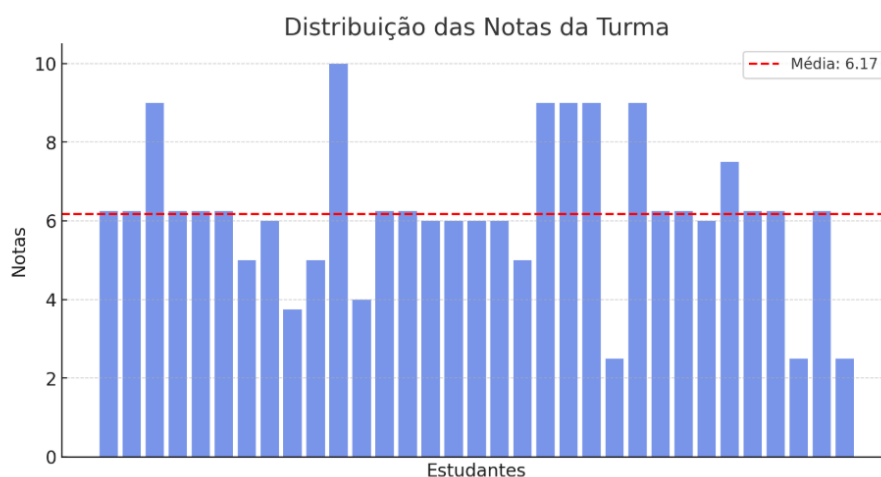
A comparação do processo de ensino-aprendizagem entre as turmas ocorreu somente ao final da aplicação da pesquisa, após a correção das avaliações de aprendizagem e a tabulação dos dados. Na turma do curso de Administração, foi utilizado um *e-book* didático como ferramenta de apoio, enquanto na turma do curso de Agropecuária, o material digital não foi adotado. Esse procedimento permitiu uma análise mais precisa do impacto do uso do *e-book* no desempenho dos estudantes, possibilitando a identificação de tendências, dificuldades e avanços no processo educativo.

A média das notas da avaliação de aprendizagem na turma do 1º ano do curso de Administração foi de 6,17, refletindo o desempenho geral dos alunos ao longo do período. Esse valor indica um desempenho moderado da turma, situando-se em uma faixa intermediária em relação à escala de avaliação adotada. A média, por si só, nos oferece uma visão geral, mas não revela completamente as nuances do desempenho individual dos estudantes.

Ao observarmos a distribuição das notas da turma, como mostra o gráfico abaixo, podemos perceber variações significativas entre os alunos. A distribuição revela que, embora a maioria dos alunos tenha ficado próxima da média, há uma quantidade considerável de estudantes que obtiveram notas muito abaixo ou acima da média. Essa dispersão é uma caracterís-

tica comum em grupos heterogêneos, onde fatores como o nível de preparo prévio, a motivação individual, a participação nas atividades de aprendizagem e o apoio externo podem influenciar diretamente os resultados obtidos.

Gráfico 01- Distribuições das notas da turma do 1^a ano do curso Técnico em Administração



Fonte: Python 3 (2025)

No Gráfico 01, é possível observar que a grande maioria dos alunos obteve notas iguais ou superiores a 6, o que sugere que a turma apresentou um desempenho relativamente positivo na avaliação de aprendizagem. Esse resultado é um reflexo direto da participação ativa dos alunos e da eficácia das estratégias de ensino aplicadas ao longo do período. A faixa de notas acima de 6 demonstra que os estudantes conseguiram assimilar, em sua maioria, os conteúdos abordados durante o semestre, atingindo um bom nível de compreensão e aplicação dos conceitos.

Vale destacar que, nesta turma, foi utilizado um *e-book* didático como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, o que teve um papel significativo na melhoria do desempenho dos estudantes. O uso dessa ferramenta digital proporcionou uma abordagem mais interativa e dinâmica, permitindo que os alunos acessassem os conteúdos de maneira mais flexível e prática, além de enriquecer as aulas presenciais com recursos multimodais que facilitaram a compreensão dos conceitos abordados.

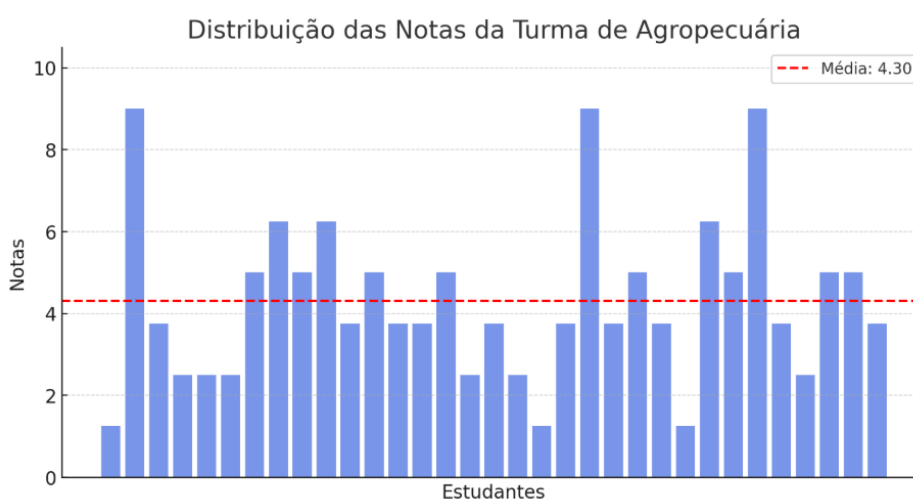
O *e-book* didático foi projetado para complementar o conteúdo ministrado em sala de aula, oferecendo materiais de leitura, explicações adicionais e exercícios interativos que ajudaram os alunos a reforçar o aprendizado de forma autônoma. Ao ter acesso a esse material

fora do horário das aulas, os estudantes puderam revisar os tópicos, esclarecer dúvidas e avançar no ritmo que melhor atendesse às suas necessidades. Esse recurso também contribuiu para um aprendizado mais personalizado, já que cada aluno pôde se dedicar de forma mais independente ao estudo, respeitando seu tempo e estilo de aprendizagem.

Além disso, a utilização do *e-book* estimulou a autonomia dos alunos e incentivou o desenvolvimento de habilidades digitais, uma competência cada vez mais relevante no contexto educacional e profissional. A integração da tecnologia ao processo educacional também possibilitou que o ensino fosse mais acessível, permitindo que os alunos tivessem acesso a informações e recursos educativos de qualidade a qualquer momento, sem depender exclusivamente dos materiais impressos ou de horários restritos de aula.

Com base no gráfico, é possível concluir que o uso do *e-book* foi uma estratégia bem-sucedida, que não apenas facilitou a assimilação dos conteúdos, mas também ajudou a manter o engajamento dos alunos durante todo o processo de aprendizagem. Este tipo de recurso pode ser considerado uma ferramenta valiosa para o ensino do curso de Administração, e a análise do desempenho dos alunos sugere que sua utilização pode ser ampliada e aprimorada em futuras turmas.

Gráfico 02 - Distribuições das notas da turma do 1^a ano do curso Técnico de Agropecuária



Fonte: Puthon 3 (2025)

A média das notas da avaliação de aprendizagem na turma do 1º ano do curso de Agropecuária foi de 4,30, refletindo o desempenho geral dos alunos ao longo do período de avaliação. Esse valor abaixo da média esperada aponta para um desempenho mais fraco da turma, sugerindo que a maioria dos estudantes enfrentou desafios significativos na assimilação e aplicação dos conteúdos trabalhados durante as aulas.

É importante destacar que, ao contrário de outras turmas em que foi utilizado um e-book como ferramenta de apoio, nesta turma não foi adotado esse recurso digital. A ausência do e-book pode ter influenciado diretamente o desempenho dos alunos, já que ele poderia ter oferecido uma forma alternativa de estudo, permitindo aos estudantes revisarem os conteúdos fora do horário de aula e, assim, aprofundarem seus conhecimentos de maneira mais flexível e personalizada.

A utilização do *e-book*, em outras turmas, tem mostrado um impacto positivo no aprendizado, oferecendo um suporte interativo e acessível, que pode complementar a aprendizagem em sala de aula. Ao não ter esse recurso à disposição, os alunos podem ter ficado mais dependentes das aulas presenciais e do material impresso, o que pode ter limitado suas possibilidades de aprofundamento do conteúdo.

No Gráfico 02, é possível observar que a grande maioria dos alunos obteve notas próximas a 4,30, evidenciando um desempenho mediano na avaliação. Esse padrão de notas sugere que, apesar do esforço dos alunos, o nível de compreensão e a aplicação dos conteúdos trabalhados em sala de aula ficaram aquém das expectativas estabelecidas para a turma. A distribuição das notas demonstra que a maioria dos estudantes se concentrou em torno de um desempenho intermediário, sem alcançar resultados mais elevados, o que aponta para possíveis dificuldades em consolidar os conceitos abordados.

Vale destacar que, nessa turma, não foi utilizado o e-book como ferramenta de apoio ao processo de ensino e aprendizagem. A ausência desse recurso digital pode ter sido um fator relevante para o desempenho observado. O *e-book*, quando utilizado, funciona como um complemento importante às aulas presenciais, oferecendo aos alunos um meio adicional para estudar e revisar o conteúdo de forma autônoma. Com acesso a esse material fora do horário de aula, os estudantes poderiam reforçar o aprendizado, esclarecer dúvidas e explorar os tópicos de maneira mais profunda, o que poderia ter impactado positivamente suas notas.

A não utilização do e-book pode ter deixado os alunos mais dependentes dos materiais tradicionais e das aulas presenciais, limitando suas opções para aprofundar o conhecimento fora do ambiente escolar. Esse cenário reflete a importância de recursos complementares no processo de aprendizagem, como os *e-books*, que promovem uma aprendizagem mais interativa e personalizada. Tais ferramentas ajudam a manter o engajamento dos alunos, oferecendo uma forma mais dinâmica e acessível de estudo, especialmente em turmas com uma diversidade de ritmos e estilos de aprendizagem.

Além disso, a utilização do *e-book* permite que os estudantes se sintam mais confiantes ao revisar conteúdo em um ambiente digital e interativo, o que pode ser um diferencial importante para aqueles que precisam de mais tempo ou diferentes abordagens para compreender os tópicos. O suporte pedagógico por meio de recursos complementares, como o e-book, pode também incentivar o autoconhecimento e a autonomia no processo de aprendizagem, características essenciais para o desenvolvimento acadêmico a longo prazo.

A diferença no suporte pedagógico observado nesta turma reforça a importância de materiais complementares na construção do conhecimento e no engajamento dos estudantes. O uso de tecnologias educacionais, como o e-book, pode ser um aliado estratégico para melhorar a qualidade do ensino, tornando-o mais acessível e atraente para os alunos, especialmente em tempos em que as novas gerações estão cada vez mais habituadas a interagir com dispositivos digitais. Assim, a reflexão sobre a ausência deste recurso em comparação com outras turmas pode servir como um ponto de partida para a implementação de práticas pedagógicas mais eficazes no futuro.

A comparação do processo de ensino-aprendizagem entre as turmas de Administração e Agropecuária, com base nas médias gerais das avaliações, revela uma diferença significativa no desempenho dos alunos.

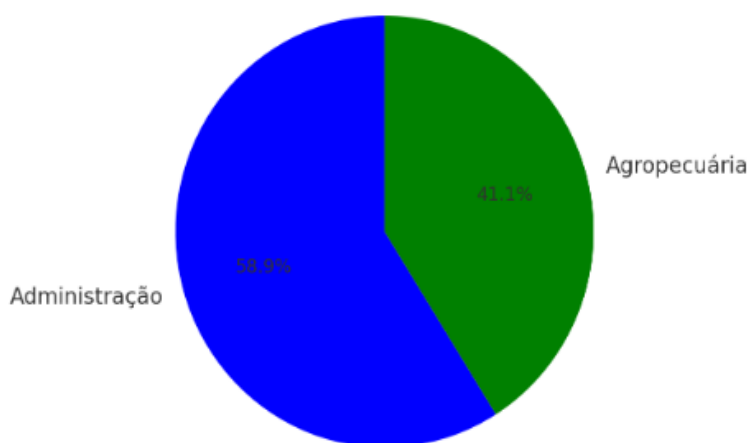
Na turma de Administração, onde foi utilizado um *e-book didático* como ferramenta de apoio, a média geral foi de **6,17**. Esse resultado sugere que o uso do material digital pode ter contribuído para um melhor desempenho dos estudantes, facilitando o acesso aos conteúdos e promovendo maior autonomia no aprendizado.

Já na turma de Agropecuária, onde o *e-book* não foi utilizado, a média geral foi de **4,30**, indicando um desempenho inferior em relação à turma de Administração. Essa diferença

pode estar relacionada à ausência de recursos complementares, o que possivelmente impactou a assimilação dos conteúdos e o rendimento dos alunos.

Gráfico 03 – Desempenho das turmas em percentual

Distribuição das Médias por Turma



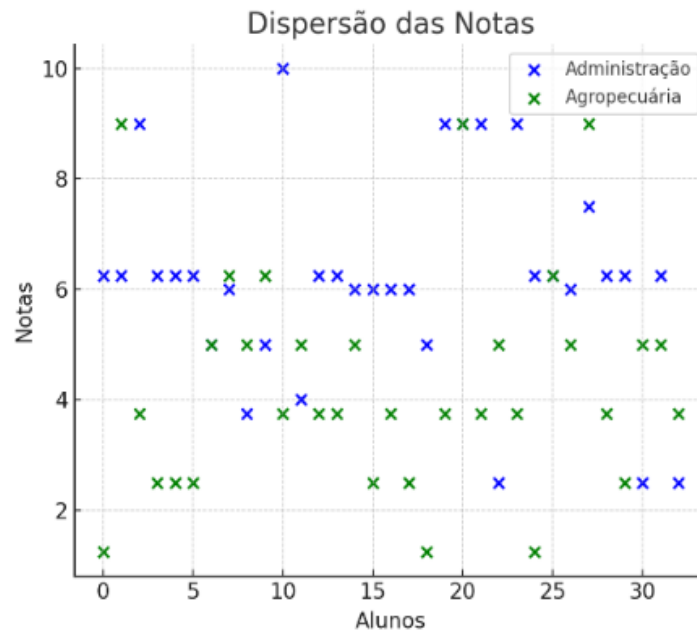
Fonte: Autor (2025)

Este gráfico apresenta a distribuição percentual das médias das notas das turmas de Administração e Agropecuária. Ele permite visualizar qual turma obteve um desempenho médio superior no processo de ensino-aprendizagem.

Administração: Representa aproximadamente 59% da média total, indicando que os alunos dessa turma tiveram um desempenho mais alto em comparação com a outra turma. Essa diferença pode estar associada ao uso do *ebook* didático, que foi um recurso adicional no ensino dessa turma.

Agropecuária: Representa cerca de 41% da média total. Essa turma obteve um desempenho inferior em relação à de Administração. Um fator relevante é que não foi utilizado o *ebook* didático, o que pode ter influenciado no processo de ensino-aprendizagem.

Gráfico 04 – Dispersão das Notas por turma



Fonte: Puthon 3 (2025)

Este gráfico apresenta a distribuição individual das notas dos alunos das turmas de Administração (representadas pela cor azul) e agropecuária (representadas pela cor verde), permitindo uma análise detalhada do desempenho dos estudantes em ambas as turmas. Cada ponto no gráfico corresponde à nota de um aluno, oferecendo uma visão clara de como as notas estão distribuídas dentro de cada grupo.

Análise do Gráfico:

Turma de Administração (Azul): A distribuição das notas desta turma é mais concentrada, com a maior parte dos alunos obtendo notas entre 5 e 10. Isso sugere que a maioria dos estudantes alcançou um desempenho mediano ou alto, indicando que eles dominaram o conteúdo abordado e tiveram um bom aproveitamento. A presença de poucos alunos com notas muito baixas também é um ponto positivo, pois reflete uma maior homogeneidade no desempenho dos estudantes. Essa concentração das notas mais altas sugere que o conteúdo foi bem absorvido pela maioria e que a turma, de maneira geral, apresentou um bom nível de aprendizado.

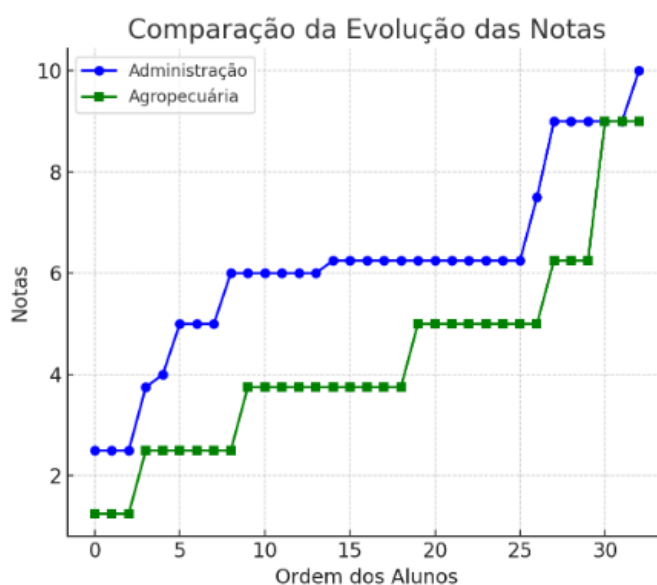
Turma de Agropecuária (Verde): Ao contrário da turma de Administração, a distribuição das notas na turma de Agropecuária é mais dispersa, com uma maior concentração de alunos situados abaixo de 6. A maior parte dos alunos obteve notas entre 1 e 5, indicando que

o desempenho da turma como um todo foi inferior ao da turma de Administração. Essa dispersão das notas sugere que houve uma variação considerável no nível de aprendizado entre os estudantes. Além disso, a quantidade significativa de alunos com notas baixas indica dificuldades no processo de aprendizagem, seja devido a fatores relacionados ao conteúdo, ao método de ensino, ou até mesmo a questões externas que podem estar afetando o rendimento dos estudantes.

A dispersão maior observada na turma de Agropecuária reflete uma variação mais significativa no desempenho dos alunos. Isso pode ser interpretado de diferentes maneiras: uma parte dos alunos pode ter tido dificuldades mais pronunciadas, enquanto outro grupo pode ter obtido bons resultados, embora a quantidade de notas baixas sugira que o desafio de aprendizado foi maior para a maioria.

Em suma, o gráfico revela que a turma de Administração teve um desempenho mais uniforme e predominantemente positivo, enquanto a turma de Agropecuária enfrentou maiores dificuldades, refletindo um desempenho geral mais baixo e uma maior variação nas notas. Essa análise pode servir como ponto de partida para ajustes no planejamento pedagógico e no acompanhamento do progresso dos alunos em ambas as turmas, visando melhorar o aprendizado, especialmente na turma de Agropecuária.

Gráfico 05 – Comparação da Evolução das Notas por turma



Fonte: Python 3 (2025)

A análise do gráfico que compara a evolução das notas dos alunos das turmas de Administração e Agropecuária revela importantes tendências no desempenho acadêmico de ambas as turmas ao longo do período de avaliação. Este tipo de gráfico, que utiliza linhas para representar as notas dos alunos, permite uma visualização clara das flutuações e padrões de desempenho, facilitando a comparação entre as duas turmas.

Análise Detalhada da Turma de Administração

A linha azul, que representa as notas da turma de Administração, apresenta uma tendência mais estável e consistente ao longo do tempo. As notas dos alunos variam entre 5 e 10, com um número considerável de alunos alcançando notas superiores a 6. Essa estabilidade indica que a turma manteve um desempenho relativamente uniforme durante o período de avaliação, sem quedas abruptas ou grandes variações. Um aspecto notável é a quantidade de alunos que conseguiu atingir ou ultrapassar a marca do 6, o que sugere que, em média, os alunos dessa turma apresentaram um nível de aprendizado mais consistente e elevado, comparado à outra turma. A estabilidade nas notas pode ser interpretada como um reflexo de um bom processo de ensino-aprendizagem, onde a maioria dos alunos se manteve em um nível satisfatório de desempenho ao longo do tempo.

Análise Detalhada da Turma de Agropecuária

Por outro lado, a linha verde, que representa as notas da turma de Agropecuária, mostra uma variação muito mais acentuada e uma maior oscilação ao longo da avaliação. As notas dessa turma variam de forma mais expressiva, com um número considerável de alunos apresentando notas baixas, especialmente entre 1 e 4. Esses picos de notas muito baixas sugerem que a turma enfrentou dificuldades significativas no processo de aprendizado, o que pode ser indicativo de uma série de fatores, como a falta de acompanhamento adequado, dificuldades de compreensão do conteúdo ou até mesmo aspectos relacionados à metodologia de ensino utilizada. O fato de a maioria das notas estar abaixo de 6 reforça a percepção de que o desempenho dessa turma foi, de maneira geral, insatisfatório em comparação à turma de Administração.

Comparação e Hipóteses

Ao comparar as duas turmas, é possível observar que a turma de Administração apresentou um desempenho mais equilibrado e sem grandes flutuações, enquanto a turma de

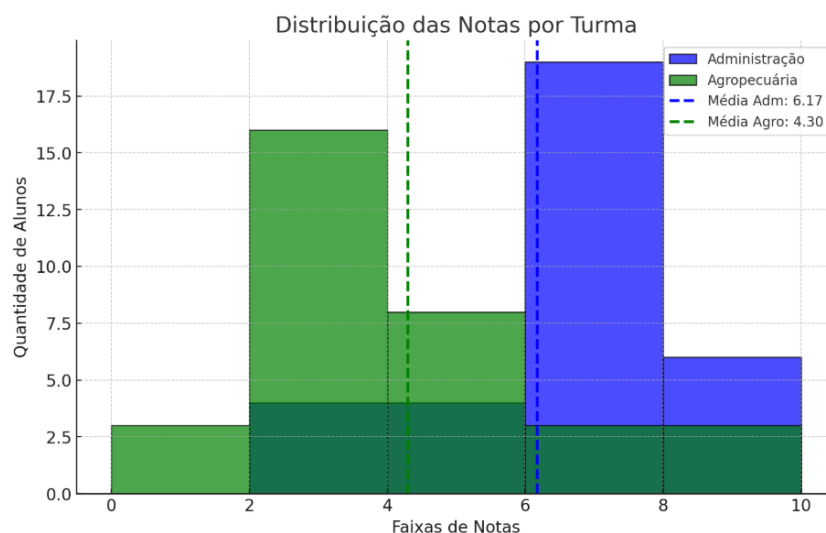
Agropecuária demonstrou uma irregularidade nas notas, com uma concentração maior de resultados abaixo de 6. Essa disparidade no desempenho sugere que fatores externos, como os métodos de ensino adotados, podem ter tido um impacto significativo nos resultados das avaliações.

Uma hipótese interessante que pode ser levantada, com base no gráfico, é a de que o uso de recursos didáticos, como o e-book, pode ter proporcionado um diferencial positivo para o aprendizado dos alunos da turma de Administração. Se essa turma utilizou o e-book como uma ferramenta complementar de estudo, isso pode ter contribuído para a maior estabilidade e consistência no desempenho dos alunos. O e-book, ao ser uma ferramenta que permite um aprendizado mais interativo e personalizado, pode ter ajudado os alunos a fixarem melhor o conteúdo e a se prepararem de forma mais eficiente para as avaliações.

Em contraste, a turma de Agropecuária, que não parece ter se beneficiado de recursos semelhantes ou que enfrentou dificuldades em seu aprendizado, apresenta um padrão de notas mais volátil e com resultados menos satisfatórios. Isso pode indicar a necessidade de repensar a metodologia de ensino, buscando novas abordagens que incentivem um aprendizado mais efetivo e que atendam melhor às necessidades dos alunos.

Em resumo, o gráfico evidência uma diferença clara entre as turmas de Administração e Agropecuária em termos de desempenho acadêmico. Enquanto a turma de Administração mostrou um desempenho mais estável e satisfatório, a turma de Agropecuária apresentou uma variação muito maior nas suas notas, com uma predominância de resultados abaixo de 6. Essa diferença pode estar relacionada ao uso de ferramentas educacionais, como o e-book, que pode ter sido um fator de sucesso no aprendizado dos alunos da turma de Administração. Para melhorar o desempenho da turma de Agropecuária, seria importante investigar as causas das oscilações nas notas e explorar o uso de novas estratégias pedagógicas que possam beneficiar o aprendizado de todos os alunos.

Gráfico 06 – Comparação visual do desempenho educacional entre essas duas turmas



O gráfico apresentado proporciona uma visão clara da distribuição das notas dos alunos das turmas de Administração e Agropecuária, permitindo uma comparação visual do desempenho educacional entre essas duas turmas. Ao analisar a distribuição das notas, podemos identificar diferenças significativas no desempenho dos alunos, o que pode ser explicado por diversos fatores, incluindo o material didático utilizado e as metodologias de ensino aplicadas.

Distribuição das Notas

A turma de Administração, representada pela linha azul no gráfico, demonstra uma concentração significativa de alunos com notas variando entre 6 e 10. Essa concentração de notas mais altas sugere que a maioria dos alunos dessa turma apresentou um desempenho mais elevado ao longo da avaliação. A distribuição das notas dessa turma é relativamente homogênea, com uma maior quantidade de alunos atingindo resultados satisfatórios, indicando que o processo de aprendizagem foi mais eficaz e consistente.

Em contraste, a turma de Agropecuária, representada pela linha verde, apresenta uma distribuição mais dispersa, com uma concentração considerável de alunos na faixa de notas entre 2 e 6. Esse padrão de notas indica um desempenho inferior em comparação com a turma de Administração, sugerindo que a maioria dos alunos enfrentou dificuldades no aprendizado.

e não conseguiu alcançar um nível satisfatório de aproveitamento acadêmico. A maior dispersão das notas pode ser reflexo de uma diversidade de fatores que influenciaram o desempenho dos alunos, incluindo a metodologia de ensino adotada e os recursos pedagógicos disponíveis.

Comparação das Médias

A média geral das notas da turma de Administração é de 6,17, enquanto a média da turma de Agropecuária é significativamente inferior, com um valor de 4,30. Essa diferença nas médias reflete claramente o melhor desempenho dos alunos da turma de Administração, que, em média, obtiveram melhores resultados nas avaliações. A diferença de 1,87 pontos entre as médias das duas turmas é um indicativo importante de que a turma de Administração teve um aproveitamento educacional consideravelmente mais alto.

A média mais alta na turma de Administração pode ser atribuída a diversos fatores, como uma abordagem de ensino mais eficaz, maior engajamento dos alunos e, possivelmente, a utilização de recursos complementares que favoreceram o aprendizado. Já a média inferior na turma de Agropecuária sugere que essa turma enfrentou mais desafios, o que pode ser relacionado tanto a questões pedagógicas quanto ao perfil dos alunos, que podem ter necessitado de um suporte maior para alcançar melhores resultados.

Influência do Material Didático

Um fator que pode ter contribuído para a diferença de desempenho entre as duas turmas é o uso do *e-book* como material didático de apoio na turma de Administração. O *e-book*, ao ser uma ferramenta interativa e complementar ao ensino tradicional, pode ter proporcionado aos alunos da turma de Administração uma maneira mais eficiente de estudar e revisar o conteúdo. O acesso a esse recurso, que permite aos alunos aprender no seu próprio ritmo e de forma mais personalizada, pode ter sido um diferencial positivo, facilitando a compreensão dos conteúdos e aumentando a retenção de informações.

Por outro lado, a turma de Agropecuária, que não contou com o uso do *e-book*, apresenta uma maior frequência de notas baixas, o que pode indicar que a falta desse recurso impactou negativamente o aprendizado. A ausência de materiais didáticos complementares, como o *e-book*, pode ter dificultado a compreensão do conteúdo, especialmente em uma disciplina que exige um maior grau de envolvimento e aprofundamento. Nesse sentido, o uso

de ferramentas tecnológicas, como o *e-book*, pode ser visto como um fator que potencializa o aprendizado, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e acessível.

Reflexões e Implicações

A análise do gráfico e das médias das turmas de Administração e Agropecuária evidencia uma clara diferença no desempenho dos alunos, que pode ser atribuída, em grande parte, ao uso de recursos pedagógicos diferenciados. A turma de Administração, que teve acesso ao *e-book*, mostrou um desempenho significativamente superior, o que sugere que o material didático utilizado teve um impacto positivo no aprendizado. Já a turma de Agropecuária, sem esse recurso, apresentou um desempenho mais baixo e mais desigual, refletindo as dificuldades enfrentadas pelos alunos.

Essa comparação entre as duas turmas traz à tona a importância de investir em materiais didáticos modernos e adaptados às necessidades dos alunos. O *e-book*, por exemplo, pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar o desempenho acadêmico, proporcionando aos alunos uma maneira mais dinâmica e flexível de aprender. Portanto, a utilização de recursos tecnológicos no ambiente educacional deve ser considerada uma estratégia importante para potencializar o aprendizado e reduzir as disparidades no desempenho entre diferentes turmas.

Em conclusão, a diferença de desempenho observada entre as turmas de Administração e Agropecuária não é apenas uma questão de características individuais dos alunos, mas também reflete a importância de se adotar recursos didáticos apropriados. O uso de materiais complementares, como o *e-book*, pode ser um fator decisivo para o sucesso acadêmico, contribuindo para um aprendizado mais eficaz e para a superação das dificuldades enfrentadas por turmas com desempenho inferior.

A comparação entre o desempenho de duas turmas, a de Administração e a de Agropecuária, revela uma diferença significativa de 43,72% a favor da turma de Administração. Este resultado se torna ainda mais relevante quando observamos os métodos pedagógicos utilizados em cada uma delas. Na turma de Administração, foi adotado o uso de um *e-book* como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, o que possibilitou uma abordagem mais interativa e personalizada. O *e-book*, além de fornecer conteúdo de forma digital e acessível, permitiu que os alunos tivessem um contato direto e contínuo com o material, facilitando a revisão e aprofundamento dos conceitos discutidos em sala.

Em contrapartida, na turma de Agropecuária, as atividades foram conduzidas de maneira convencional, com a utilização de recursos tradicionais, como livros físicos e aulas expositivas. Embora esses métodos ainda sejam eficazes, a falta de recursos tecnológicos pode ter limitado a possibilidade de uma aprendizagem mais dinâmica e diversificada. A utilização de novas tecnologias no ambiente educacional tem se mostrado cada vez mais relevante, pois permite que os alunos se envolvam de maneira mais ativa, o que, conseqüentemente, favorece a compreensão e retenção do conteúdo.

A diferença de desempenho entre as turmas pode, portanto, ser atribuída, em grande parte, ao uso do e-book na turma de Administração, que proporcionou uma experiência de aprendizagem mais moderna e acessível. Isso demonstra a importância de integrar tecnologias ao processo educacional, oferecendo aos alunos ferramentas que estimulem a participação ativa e o desenvolvimento de habilidades digitais, essenciais no cenário atual. O uso de recursos tecnológicos como o e-book, portanto, não só aprimora o aprendizado, mas também prepara os estudantes para um mercado de trabalho cada vez mais digitalizado e exigente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como objetivo investigar estratégias de experimentação no ensino de Física, com foco na promoção da aprendizagem significativa dos conceitos dessa disciplina no primeiro ano do Ensino Médio. Para tanto, foi adotada uma metodologia estruturada em etapas que envolvem diagnóstico, construção, validação, correções, testagem e comparação do produto educacional, visando garantir que os alunos tivessem acesso a um conteúdo eficaz, interativo e contextualizado.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa demonstram a relevância do diagnóstico realizado junto aos professores de Física no município de Coari, o que permitiu identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos. Entre os dez assuntos abordados na pesquisa, destaca-se o movimento circular uniforme, com cerca de 15,4% dos docentes afirmando que os estudantes têm considerável dificuldade na compreensão desse conteúdo específico. Além disso, 11,5% dos docentes mencionaram que os alunos enfrentam dificuldades na aplicação das leis de Newton. Essas informações foram fundamentais para a elaboração do produto educacional, que focou nesses e em outros temas que apresentaram maiores índices de dificuldade entre os estudantes, como a interpretação de conceitos físicos no cotidiano e a matemática aplicada à Física.

A construção do produto educacional seguiu uma abordagem rígida, com a validação por juízes especializados que forneceram contribuições essenciais para o aprimoramento do material. Durante a validação, dentre os 20 itens avaliados, 12 obtiveram respostas de "Concordo Totalmente", indicando plena aceitação, enquanto os outros 8 apresentaram respostas entre "Concordo Totalmente" e "Concordo Parcialmente", refletindo uma alta concordância geral. Todos os itens alcançaram índice de concordância (IC), com 100% deles atingindo um Índice de Validade de Conteúdo (IVC) igual a 1,00 (100%), conforme preconizado por Alexandre e Coluci (2011). Isso reforça a adequação do material ao seu propósito e sugere que ele atende plenamente aos critérios de relevância, clareza e aplicabilidade.

A fase de testagem e a comparação entre turmas que utilizaram o *e-book* e as que seguiram uma metodologia tradicional revelaram resultados expressivos. A comparação entre o desempenho das turmas de Administração e Agropecuária revelou uma diferença significativa de 43,72% a favor da turma de Administração. Este resultado se torna ainda mais relevante quando observamos os métodos pedagógicos utilizados em cada uma delas. Na turma de Ad-

ministração, foi adotado o uso do *e-book* como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, o que possibilitou uma abordagem mais interativa e personalizada. O *e-book*, além de fornecer conteúdo de forma digital e acessível, permitiu que os alunos tivessem um contato direto e contínuo com o material, facilitando a revisão e o aprofundamento dos conceitos discutidos em sala. Esse diferencial metodológico pode ser apontado como um dos principais fatores para o desempenho superior da turma de Administração.

Em suma, os objetivos iniciais da pesquisa foram alcançados, e os resultados indicam que a experimentação no ensino de Física, por meio de metodologias investigativas e do uso de ferramentas digitais, é uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho dos alunos. A pesquisa contribui para a reflexão sobre a importância da inovação pedagógica no Ensino Médio, destacando a necessidade de integrar tecnologias e métodos ativos de aprendizagem como formas de superar os desafios educacionais.

Esse estudo também abre possibilidades para futuras investigações sobre a utilização de materiais digitais e abordagens investigativas no ensino de Ciências, reforçando o papel fundamental do professor como mediador do conhecimento e da aprendizagem. Com isso, espera-se que a implementação de métodos semelhantes possa ser ampliada em outras escolas e contextos, favorecendo a aprendizagem significativa e a formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios do século XXI.

REFERENCIAS

ALBANO, Wladimir Mattos; DELOU, Crisitna Maria Carvalho. **Principais dificuldades apontadas no Ensino-Aprendizagem de Química para o Ensino Médio: Revisão sistemática.** S.l.: Scielo/Preprints, p. 1-23, 2023.

ALENCAR, I. B.; SILVA, J. L. A.; SOUZA, M. S.; SILVA, M. C. **A elaboração de cartilha de educação ambiental como instrumento metodológico na prática docente.** In: Encontro Nacional de Licenciaturas, Anais [...]. 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. **Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas.** *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, n. 7, p. 3061-3068, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 4 dez. 2024.

ARAÚJO, Ravena Pereira de. **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro.** 2015. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí, 2015.

ARAÚJO, Tales Vinícius Marinho; FORSBERG, Maria Clara Silva. Contextualização do ensino de ciências em tempos de pandemia de Covid-19 em escolas no interior do Amazonas. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 55, p. 501-504, 2024.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BARBOSA, D. F.; MONTEIRO, J.; ARAÚJO, M.; MALHEIRO, J. M. **Ensino por Investigação em Ciências: concepção e prática na educação não formal.** *Revista Insignare Scientia*, v. 4, n. 1, p. 25-41, 19 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.11529>. Acesso em: 13 dez. 2024.

BATTISTEL, Orildo Luis; HOLZ, Sheila Magali; SAUERWEIN, Ines. Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210278, 2022.

BIANCHINI, Fábio. **Ensino de física por investigação: metodologias e práticas para a construção do conhecimento científico.** São Paulo: Editora XYZ, 2010.

BORGES, A. T. **O Ensino de Ciências por Investigação.** São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidélia. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior.** Cairu em Revista. Jul/Ago 2014, Ano 03, nº 04, p. 119-143

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 3 dez. 2024.

CANDEIA, André Lima; RAMALHO, Regivan Silva; COSTA, Maria Gorete da; SILVA JÚNIOR, Valdeci Mestre da. **Práticas experimentais de baixo custo como estratégia de ensino de física.** In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA (ENID), 9.; ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES (ENFOPROF), 7., 2024, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/106350>. Acesso em: 29 mar. 2025.

CARVALHO, A. M. P. de. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cortez, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2011.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. **O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p490>. Acesso em: 13 set. 2024

COLL, César. **A construção do conhecimento na sala de aula: O modelo construtivista e a prática educativa.** São Paulo: Edições Loyola, 2001.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo.** 15. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** *Revista Thema*, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>. Acesso em: 13 mar. 2025.

FERREIRA, Álex de Carvalho; SOUZA, Ester Maria de Figueiredo. **Cotidiano e memória didática como estratégia no ensino de Física.** *Revista Práxis Educacional*, Vitória da Conquista-Bahia, v. 15, n. 35, p. 42-60, 2019.

FERREIRA, Marcello; DA SILVA FILHO, Olavo Leopoldino. **Ensino de física: fundamentos, pesquisas e novas tendências**. Plurais-Revista Multidisciplinar, v. 6, n. 2, p. 9–19, 2021. DOI: 10.29378/plurais.2447-9373.2021.v6.n1.12199. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/12199>. Acesso em: 20 set. 2024.

FREIRE, Paulo. **A Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUTIÉRREZ-ARAUJO, Rafael Enrique; CASTILLO-BRACHO, Luis Andrés. **Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física**. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, n. 47, p. 201-216, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of Physics**. 10. ed. New York: Wiley, 2011.

IBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Cidade e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/coari.html>. Acesso em: 17, maio de 24.

JANUÁRIO, Maria Derlandia Araújo; HOERNIG, André Felipe; MASSONI, Neusa Teresinha. **Tendências atuais sobre o Ensino de Física Moderna: uma revisão de literatura**. Revista Educar Mais, [S. l.], v. 8, p. 1–22, 2024. DOI: 10.15536/reducarmais.8.2024.3668. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/3668>. Acesso em: 20 set. 2024.

KOCHAN, Keity Alesandra; STACHESKI, Geison Carlos. **Dificuldades de aprendizagem em física**. Uninter, 2020.

LEAL, Izabel Cristina Pinto; WITT, Neila Seliane Pereira; PASQUALETTO, Terrimar Ignácio. **Sala de Aula Invertida e o Ensino Concetualizado do Movimento Circular Uniforme**. XVI Encontro sobre Investigação: em defesa da escola, da ciência e da democracia 29 a 30 de maio de 2020. Campus: Santo Antônio da Patrulha.

LEAL, Jânio de Sousa; MACÊDO, Haroldo Reis Alves de. **Ensinando Física Moderna e Contemporânea com Materiais do Cotidiano: Uma Proposta de Aulas para o Ensino Médio**. REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino, v. 7, n. 2, p.165174,2023.Disponível em:<https://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1341>. Acesso em: 29 mar. 2025.

LEITE, P. S. C. **Proposta de avaliação coletiva de materiais educativos em mestrados profissionais na área de ensino**. *Campo Abierto*, v. 38, n. 2, p. 185-198, 2019.

LEZAN, Thaisa; WENDT, Liliane; MOREIRA, Ericson William; HACKE, Orestes; WITT, Ederson; POVALUK, Maristela. **Dilatômetro: experimento de física aplicado como ferramenta de ensino aprendizagem.** Revista Educação e Saber - REdeS, v. 2, n. esp., Anais do II Seminário Internacional, V Seminário Nacional e VII Seminário Regional sobre Educação e Desenvolvimento Regional, p. 403-415, 2025. ISSN 2965-9264. Disponível em: <https://www.periodicos.unc.br/index.php/redes/article/view/5239>. Acesso em: 27 mar. 2025.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 40. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIRA, Raimundo Wellington De Ávila; AQUINO, Alessandra Alexandrino; SARAIVA, Gilberto Dantas; CASTRO, Antonio Joel Ramiro de. **Forno parabólico como recurso didático no ensino de conceitos de termodinâmica e óptica geométrica no ensino médio.** RECH- Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar, v. 9, n. 2, p. 190-208, jul.-dez. 2024. ISSN 2594-8806. Disponível em: <https://rech.emnuvens.com.br/revista/article/view/12345>. Acesso em: 29 mar. 2025.

LOPES, Rafael Ferreira. **Aversão ao ensino de física na unidade escolar Cazuza Barbosa na Cidade de Altos - Piauí.** [S.l.: s.n.], 2011.

MAGNO, Dayane Vieira; DE LIMA YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy; GUILHERME, Adriano Pereira. **Um panorama sobre o processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia na cidade de Codajás,** interior do Amazonas, na percepção de discentes da Educação Básica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 6, n. 1, p. 122-137, 2023.

MAGNO, Fátima; LEÃO, Manoel Pinto. Transposição Didática: **atividades experimentais aplicadas por estudantes do Ensino Médio para a construção do conhecimento dos discentes do Ensino Fundamental.** *Physicae Organum - Revista dos Estudantes de Física da UnB*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 25-47, 2022. ISSN 2446-564X. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/physicae/article/view/43609>. Acesso em: 25 mar. 2025.

MCKINNEY, Wes. **Data Structures for Statistical Computing in Python.** In: Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 2010, p. 56-61.

MELO, A. C.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. **Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade.** *Revista Educação e (Trans)formação*, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

MENDES, Iran Abreu. História no ensino da matemática: **trajetórias de uma epistemologia didática.** REMATEC, Belém, v. 8, n. 12, p. 66-85, 2013. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/357>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MENEZES, João. **Ensino de Física e Matemática: desafios e possibilidades.** 2. ed. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.

MINAYO. Maria Cecília de Souza Minayo (Org.) **Pesquisa social - Teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** 6. ed. Campinas: Papirus, 2018.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2022.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>

NASCIMENTO, Flávia Soares; SILVA, Leila Soares da; SOUSA, José Moreira de; MOURA, Ana Paula Monteiro de. **Práticas educativas, memórias e oralidades**. Rev. Pemo – Revista do Pemo, Fortaleza, v. 7, e12367, 2025. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo>. Acesso em: 28 mar. 2025.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n.1, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0187>.

NUNES, César. **Matemática e sociedade: o ensino como pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

NUSSENZVEIG, Moysés. **Curso de Física Básica: Volume 1 – Mecânica**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

OLIVEIRA, João. **Metodologias Ativas na Educação Contemporânea**. 2. ed. São Paulo: Editora Educacional, 2024.

PEREIRA, Aclémildo Cruz; PINHEIRO, Antonio Romero da Costa. **Uma didática experimental no processo de ensino e aprendizagem de cinemática no 1º ano do Ensino Médio**. *Revista REAMEC*, v. 8, n. 2, p. 272-289, maio-agosto 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i2.9832. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9832/pdf> Acesso em: 23 mar. 2025.

PERETTI, Eduardo de Medeiros; YARED, Yalin Brizola; BITENCOURT, Rafael Mariano de. **Metodologias inovadoras no ensino de ciências: relato de experiência sobre a criação de um jogo de cartas como abordagem colaborativa**. *Revista Internacional de Educação Superior*, v. 7, p. e021012, 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8656594>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. **A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das Ciências da Natureza**. *Revista Educação Ambiental em Ação*, n. 47, 2021. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1754>. Acesso em: 23 fev. 2025.

PIETROCOLA, Maurício. **Física: ensino e contextos culturais**. São Paulo: Editora Scipione, 2001.

POZO, J. I.; CRESPO, M. **Aprendizagem e ensino de Ciências: uma perspectiva construtivista**. 2009.

QUEIROZ, Marcele Queiroz; DOS SANTOS MORAES, Macélia; SANTOS, Tiago Gonçalves. **A Física por meio de Experimentos em uma escola no município de Coari/AM**. Revista Insignare Scientia-RIS, v. 6, n. 1, p. 414-429, 2023.

RIBAS, Sabrina Nunes; SILVA, André Luís; TRINDADE, Mirella Branco da. **Teoria da aprendizagem significativa e avaliação formativa: uma interlocução via indicadores de aprendizagem**. Cadernos de Educação, n. 68, jan./abr. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/26087>. Acesso em: 23 fev. 2025.

RIBEIRO, Bruna Schons *et al.* Just-in-time teaching **para o ensino de física e ciências: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, p. e20220075, 2022.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker. **Ensino da Física: objetivos e imposições no Ensino Médio**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.4, n.1, 2005.

SANTOS, João. **Educação Física: abordagens inovadoras no Ensino Médio**. São Paulo: Editora Educacional, 2023.

SANTOS, Mariana de Aguiar; ROSSI, Cláudia Maria Soares. **Conhecimentos prévios dos discentes: contribuições para o processo de ensino-aprendizagem baseado em projetos**. Revista Educação Pública, v. 20, n. 39, 13 out. 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/39/conhecimentos-previos-dos-discentes-contribuicoes-para-o-processo-de-ensino-aprendizagem-baseado-em-projetos>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SARAIVA, Kizzy Freitas Moreira; QUEIROZ, Diego Monteiro de; MEIRA, Janeisi de Lima. **A experimentação investigativa no ensino de Ciências: uma prática necessária**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISAS E PRÁTICAS EM EDUCAÇÃO, 2023, Palmas. Anais [...]. Palmas: CEEINTER, 2023. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica: uma revisão teórica sobre o conceito**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

SASSERON, L. H.; LETTA, T. A. Ensino de ciências por investigação: concepções e práticas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 1, p. 1-19, 2017. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003155440>. Acesso em: 26 mar. 2025.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 16. ed. São Paulo: Autores Associados, 2013.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. **O papel da experimentação no ensino da Física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, jan. 2021. Disponível em: periodicos.ufsc.br. Acesso em: 13 mar. 2025.

SILVA, A. C. M.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. **A produção de cartilhas como ferramenta para o ensino de geografia**. *Revista Ensino de Geografia (Recife)*, v. 6, n. 3, p. 81-94, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, L. F. **A importância da experimentação no ensino de ciências**. 2020. 120 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.unifesp.br/repositorio/12345>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SILVA, Álison Pereira. **A ludicidade e o ensino de Física: relato de experiência a partir de experimentos de baixo custo**. Física na Escola, [S.l.], 2024. Disponível em: <https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/137/37> 137. Acesso em: 13 mar. 2025.

SILVA, Antônio Manuel; SANTOS, Lucas Felipe. **A combinação de metodologias ativas e tecnologia no ensino**. 2024. 150 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024. Disponível em: <http://www.ufam.br/repositorio/67890>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SILVA, Daniel Batista da; NOVAES, Mateus Ramon de Sá; GONÇALVES, Marco Aurelio Clemente; GONÇALVES, Mariele Regina Pinheiro. **Método complementar para ensino de hidrodinâmica, com um tubo de Venturi, utilizando sensor de pressão**. *Revista do Professor de Física*, v. 9, n. 1, p. 78-93, Brasília, 2019. Instituto de Física-Universidade de Brasília. Disponível em: <https://revistas.unb.br/index.php/revprof/article/view/27895>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SILVA, João da; SILVA, Maria de Lourdes. **O uso de laboratórios no ensino de Física**. 1. ed. São Paulo: Editora Ciência, 2022.

SILVA, Maria da. **A educação digital e suas possibilidades no ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Editora Educação, 2024.

SILVA, Patrick Oliveira *et al.* Os desafios no ensino aprendizagem da Física no ensino médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 829-834, 2018. DOI: 10.31072/rcf.v9i2.593. Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/593>. Acesso em: 20 set. 2024.

SILVEIRA-CASTRO, Mauro *et al.* **Development and validity of a method for the evaluation of printed education material**. *Pharmacy Pract (Granada)*, Redondela, v. 5, n. 2, p. 89-94, jun. 2007.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. **Ensino de Ciências a partir de uma cartilha educativa: um estudo sistemático sobre o poder das plantas curativas**. *Revista Educação e (Trans)formação*, v. 5, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

SOUZA, João da Silva. **O ensino de Física e suas transformações**. São Paulo: Editora Educação, 2024.

TIMOSHENKO, S. P.; YOUNG, D. H. **Engineering Mechanics**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2017.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Physics for Scientists and Engineers**. 6. ed. New York: W. H. Freeman, 2016.

TRIVELATO, L. F.; TONIDANDEL, R. C. **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia**. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 5, n. 1, p. 102-113, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129543057006.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2025.

URSI, Sebastião. **Ensino de Botânica: perspectivas para o desenvolvimento de competências e habilidades**. São Paulo: Editora X, 2018.

VIEIRA, Geovane dos Santos; SANTOS, Leidson Luís de Farias; FARIAS JÚNIOR, Antônio Jorge Dantas. **Introdução ao magnetismo no ensino médio de forma prática e experimental**. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 10, n. 08, ago. 2024. ISSN 2675-3375. DOI: [10.51891/rease.v10i8.15381](https://doi.org/10.51891/rease.v10i8.15381). Acesso em: 29 mar. 2025.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WIEMAN, Carl E. **Improving How Universities Teach Science: Lessons from the Science Education Initiative**. Cambridge: Harvard University Press, 2017.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Ensino por investigação: uma análise a partir das concepções dos professores**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 215-232, 2011. Disponível em: <https://www.abrapecnet.org.br>. Acesso em: 12 dez. 2024.

Anexos

ANEXO A – Carta de Anuência



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS COARI
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Coari, 08 de janeiro de 2024

Ao
Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM

AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Declaramos para os devidos fins, que estamos de acordo com a pesquisa intitulada “EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE FÍSICA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO” seja realizada nessa instituição, tendo como pesquisado o professor mestrando Daniel Pereira de Melo.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta Instituição está ciente de sua co-responsabilidade como instituições co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessárias para garantia de tal segurança e bem-estar.

Ciente e de acordo

ELCIVAN DOS
SANTOS

SILVA:93126204287

Assinado de forma digital
por ELCIVAN DOS SANTOS
SILVA:93126204287

Dados: 2024.01.08
11:29:29 -04'00'

Diretor Geral do Ifam-Campus Coari

ANEXO B – Parecer consubstanciado do Cep

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA****Título da Pesquisa:** Ensino de Física investigativo**Pesquisador:** DANIEL PEREIRA DE MELO**Área Temática:****Versão:** 2**CAAE:** 77899024.5.0000.5020**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Amazonas - UFAM**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio**DADOS DO PARECER****Número do Parecer:** 6.808.453**Apresentação do Projeto:**

Introdução: o Ensino de Física desempenha um papel fundamental no aprimoramento da compreensão das leis naturais. Nos últimos anos, as metodologias ativas têm se destacado no processo de ensino-aprendizagem. **Objetivo:** nesse cenário, o presente trabalho tem como finalidade apresentar um produto educacional fundamentando-se na metodologia do Ensino de Ciências por Investigação como estratégia para promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos de física no primeiro ano do Ensino Médio. **Metodologia:** trata-se de investigação do tipo de pesquisa exploratória, um delineamento composto por quatro etapas distintas. A primeira fase compreenderá a seleção criteriosa dos temas relevantes à disciplina de física no 1º ano do Ensino Médio. Em uma etapa subsequente, será elaborado e desenvolvido práticas experimentais investigativas. Na terceira fase da pesquisa, procederá à elaboração do E-book, que será composto por cinco capítulos abordando temas essenciais do 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Física. Na etapa subsequente, acontecerá o processo de validação do produto educacional, o qual será conduzida em duas fases distintas. Na primeira fase, haverá a participação de 5 professores do Ensino Médio, os quais serão responsáveis por responder ao questionário de validação do Produto Educacional e na segunda fase, haverá a aplicação do Produto Educacional em duas turmas do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Amazonas. E, finalmente, a etapa culminante consistirá na publicação do material. **Resultados esperados:** acredita-se que esta pesquisa trará novos conhecimentos essenciais para aprimorar

Endereço: Rua Teresina, 4950**Bairro:** Adrianópolis**CEP:** 69.057-070**UF:** AM**Município:** MANAUS**Telefone:** (92)3305-1181**E-mail:** cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 6.808.453

as práticas pedagógicas no ensino básico, elevando a qualidade da educação em física no Ensino Médio e contribuindo para o avanço contínuo da área educacional e científica.

Objetivo da Pesquisa:

Fomentar a aprendizagem por meio de um E-book de ensino investigativo como uma estratégia para a compreensão da física no cotidiano buscando promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos no primeiro ano do Ensino Médio.

Objetivo Secundário:

Desenvolver nos alunos a intuição para princípios físicos cotidianos, capacitando-os a compreender, prever eventos naturais e aplicar conceitos teóricos em situações do dia a dia, reconhecendo sua manifestação no entorno. Incentivar a curiosidade e motivar dos alunos, estimulando-os a fazer perguntas e investigar os porquês por trás dos fenômenos que encontram no cotidiano; Utilizar metodologias ativas como uma abordagem de ensino de Física, visando estimular a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento, promovendo uma aprendizagem dinâmica e significativa.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se da segunda submissão do projeto de pesquisa em nível de doutorado *“EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO”*, sob responsabilidade do pesquisador DANIEL PEREIRA DE MELO e orientação da Profa. Dra. KLENICY DE LIMA YAMAGUCHI, ambos vinculados ao Polo 64 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Amazonas. Ensino de Física desempenha um papel fundamental no aprimoramento da compreensão das leis naturais. Nos últimos anos, as metodologias ativas têm se destacado no processo de ensino-aprendizagem. Objetivo: nesse cenário, o presente trabalho tem como finalidade apresentar um produto educacional fundamentando-se na metodologia do Ensino de Ciências por Investigação como estratégia para promover a Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos de física no primeiro ano do Ensino Médio. Metodologia: trata-se de investigação do tipo de pesquisa exploratória. um delineamento

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 6.808.453

composto por quatro etapas distintas. A primeira fase compreenderá a seleção criteriosa dos temas relevantes à disciplina de física no 1º ano do Ensino Médio. Em uma etapa subsequente, será elaborado e desenvolvido práticas experimentais investigativas. Na terceira fase da pesquisa, procederá à elaboração do E-book, que será composto por cinco capítulos abordando temas essenciais do 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Física. Na etapa subsequente, acontecerá o processo de validação do produto educacional, o qual será conduzida em duas fases distintas. Na primeira fase, haverá a participação de 5 professores do Ensino Médio, os quais serão responsáveis por responder ao questionário de validação do Produto Educacional e na segunda fase, haverá a aplicação do Produto Educacional em duas turmas do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Amazonas. E, finalmente, a etapa culminante consistirá na publicação do material. Resultados esperados: acredita-se que esta pesquisa trará novos conhecimentos essenciais para aprimorar as práticas pedagógicas no ensino básico, elevando a qualidade da educação em física no Ensino Médio e contribuindo para o avanço contínuo da área educacional e científica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram observados óbices éticos.

Considerações Finais a critério do CEP:

Não foram observados óbices éticos. Todas as pendências foram sanadas e corrigidas. Nosso PAREVER é pela APROVAÇÃO do PROTOCOLO DE PESQUISA.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2268912.pdf	17/04/2024 17:13:44		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Dissertacaoatual2024.pdf	17/04/2024 17:12:02	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
Outros	cartaresposta.pdf	17/04/2024 17:08:56	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM**



Continuação do Parecer: 6.808.453

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2023aluno.pdf	17/04/2024 17:08:12	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2023pais.pdf	17/04/2024 17:07:57	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
Outros	FichaAlunos.pdf	11/01/2024 17:03:14	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
Outros	FichaProfessores.pdf	11/01/2024 17:02:32	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
Outros	cartadeanuencia.pdf	11/01/2024 17:02:12	Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	10/01/2024 18:47:37	DANIEL PEREIRA DE MELO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 07 de Maio de 2024

**Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com

APÊNDICES

APÊNDICES A – Ficha de avaliação do Produto educacional (Professores)



FICHA DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB**Mestrando:** Daniel Pereira de Melo**Título da Dissertação:** EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE FÍSICA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.**Orientadora:** Prof. Dra. Klenicy de Lima Yamaguchi**Coorientadora:** PROF. Dra. Ana Claudia Kaminski Mechi**FICHA DE VALIDAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL (PE)****Legenda:** Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.

	Juízes especialistas (n=10)				
	CT	CP	DP	DT	IC(%)
Estética e organização do material educativo					
1. O Produto Educacional promove o diálogo entre o texto verbal e o visual, além de apresentar um texto atrativo e de fácil compreensão.					
2. A estrutura do Produto Educacional está bem organizada, favorecendo a compreensão para aplicação em sala de aula.					
3. As figuras/ilustrações no Produto Educacional são relevantes.					
Capítulos do E-book					
4. O Produto Educacional apresenta capítulos interligados e coerentes					
5. (Contextualização teórica), aborda todos os conceitos necessários para facilitar a compreensão do Produto Educacional					
6. As atividades práticas descritas na Etapa “Metodologia” da proposta didática são adequadas e executáveis					
7. Quanto à avaliação da aprendizagem dos alunos, está descrita de forma clara e coerente com os alunos do 1º ano do Ensino Médio.					
Estilo da escrita					
8. O Produto Educacional apresenta conceitos e argumentos claros, explicando todos os termos técnicos e expressões científicas.					

9. Apresenta escrita acessível, estruturando as ideias, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender, respeitando as normas gramaticais.					
Conteúdo do material didático					
10. O conteúdo abordado está alinhado com os objetivos de aprendizagem estabelecidos.					
11. O material contribui para o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas.					
12. O material aborda tópicos relevantes e aplicáveis à realidade dos estudantes.					
13. As explicações são claras e compreensíveis para o público-alvo?					
Análise da proposta didática					
14. Metodologia proposta contribui para o desenvolvimento das competências e habilidades pretendidas.					
15. A proposta utiliza abordagens inovadoras que estimulam o interesse e a participação dos alunos.					
16. As atividades propostas são contextualizadas e relevantes para a aplicação prática do conhecimento?					
17. A proposta estimula a reflexão crítica e a transferência de aprendizado para diferentes contextos.					
Criticidade do material					
18. O material apresenta diferentes perspectivas e abordagens sobre o tema.					
19. Incentiva os alunos a questionar, analisar e avaliar as informações apresentadas.					
20. Este produto educacional atende às expectativas do professor de Física que atua com o primeiro ano do Ensino Médio.					
Instituição de Ensino do Professor Avaliador do: _____ _____ ASSINATURA DO PROFESSOR					

APÊNDICE B – Ficha de avaliação do produto educacional (Alunos)

**FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL****Instituto de Saúde e Biotecnologia – ISB****Mestrando:** Daniel Pereira de Melo**Título da Dissertação:** EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS INVESTIGATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.**Orientadora:** Prof. Dra. Klenicy de Lima Yamaguchi**Coorientadora:** Prof. Dra. Ana Claudia Kaminski Mechi**FICHA DE VALIDAÇÃO E TESTAGEM DE PRODUTO EDUCACIONAL (PE)****Legenda:** Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.**Instituição de Ensino:** _____**Nome:** _____**Idade:** _____ **Turma:** _____ **Data:** ____/____/____**Gênero:** Mas. (☒) Fem. (☐)**Alunos (n=33)**

CT	CP	DP	DT	IC(%)
----	----	----	----	-------

Apresenta um texto atrativo e de fácil compreensão?

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| 1. O design do texto contribui para uma experiência agradável de leitura. | | | | | |
| 2. O texto é claro e de fácil compreensão, utilizando uma linguagem acessível. | | | | | |

Apresenta linguagem acessível, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender?

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| 4. O texto utiliza palavras simples e familiares ao seu nível de estudo. | | | | | |
| 5. A contextualização auxiliou você a estabelecer uma conexão entre o conteúdo e suas próprias experiências. | | | | | |
| 6. A linguagem está ajustada ao nível de compreensão de você. | | | | | |

O conteúdo apresentado no e-book é atrativo e estimula a leitura?

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| 7. A apresentação visual do e-book é atraente e bem organizada. | | | | | |
| 8. Existem recursos que estimulam a participação ativa durante a leitura. | | | | | |
| 9. O E-book promove a reflexão individual e a colabora para sua compreensão do conteúdo de física. | | | | | |

Como você avalia o PE /E-book de Física no processo de ensino-aprendizagem?

- | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| 10. Os conceitos físicos são apresentados de maneira clara e compreensível. | | | | | |
| 11. Há exemplos ou exercícios que ajudaram vocês a relacionar a teoria com situações reais. | | | | | |
| 12. Os exemplos e aplicações são relevantes e conectados aos seus interesses. | | | | | |

APÊNDICE C – Avaliação de Aprendizagem



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO AMAZONAS –
IFAM - CAMPUS COARI
AVALIAÇÃO DE FÍSICA I



Aluno(a): _____
Turma: _____ Data: ____/____/____

1) Sobre um corpo de massa igual a 15 kg atua duas forças de mesma direção e sentidos opostos, correspondendo a $F_1=50\text{ N}$ e $F_2=20\text{ N}$. Determine a aceleração em que esse objeto se movimenta. Considere que não há atrito.

- a) $1,5\text{ m/m}^2$ b) $2,0\text{ m/m}^2$ c) $3,0\text{ m/m}^2$
d) $2,5\text{ m/m}^2$ e) $4,0\text{ m/m}^2$

2) Uma motocicleta de 200 kg aumenta sua velocidade de 10 m/s para 30 m/s em um deslocamento de 250 m. Considerando o movimento uniformemente variado, qual é a força necessária para proporcionar essa aceleração?

- a) 1600 N b) 2400 N c) 3200 N
d) 4000 N e) 4800 N

3) Um caminhão carregado de frutas está em movimento retilíneo e uniforme. Durante o trajeto, o motorista faz uma curva brusca à direita. Nesse momento, observa-se que as frutas escorregam no sentido contrário à curva. Esse fenômeno ocorre porque:

- a) uma força resultante não nula impulsiona as frutas para fora da curva.
b) as frutas possuem uma força inercial que as mantém paradas.
c) as frutas têm uma tendência de resistir à mudança no estado de movimento, devido à inércia.
d) a força de reação do caminhão puxa as frutas para fora da curva.
e) o atrito com o ar empurra as frutas para fora do caminhão.

4) Durante a demonstração de um foguete com água e ar comprimido em uma aula, um estudante afirma que o foguete sobe devido à força da gravidade. Qual seria a explicação correta com base na Terceira Lei de Newton?

- a) O foguete sobe porque a gravidade diminui quando o ar comprimido é liberado.
b) O foguete sobe porque a água, ao ser expelida para baixo, exerce uma força de reação igual no foguete, para cima.
c) O foguete sobe porque o ar comprimido é mais forte do que a gravidade.
d) O foguete sobe porque o peso do foguete é menor do que o peso da água.
e) O foguete sobe porque o ar comprimido puxa a água, reduzindo a gravidade.

5) Um dinamômetro possui suas duas extremidades presas a duas cordas. Duas pessoas puxam as cordas na mesma direção e sentidos opostos, com força de mesma intensidade $F = 100\text{ N}$. Quanto marcará o dinamômetro?



- a) 200 N b) 0 c) 400 N
d) 50 N e) 100 N

6) Em uma fábrica de madeira no Amazonas, um tronco de 200 kg precisa ser arrastado por uma máquina ao longo de uma superfície horizontal lisa. A força resultante aplicada no tronco é de 800 N. Qual será a aceleração do tronco?

- a) $2,0\text{ m/s}^2$ b) $3,0\text{ m/s}^2$ c) $4,0\text{ m/s}^2$
d) $5,0\text{ m/s}^2$ e) $6,0\text{ m/s}^2$

7) Em um foguete movido a ar e água, a água é expelida para fora quando o ar comprimido é liberado. Segundo a Terceira Lei de Newton, qual é o par de forças envolvido nesse processo?

- a) A força da água sobre o foguete e a força do ar sobre a água.
b) A força do foguete sobre a água e a força da água sobre o foguete.
c) A força da gravidade sobre o foguete e a força do foguete sobre a gravidade.
d) A força do foguete sobre o ar e a força do ar sobre o foguete.
e) A força da água sobre o foguete e a força da gravidade.

8) Durante o lançamento de um foguete com bomba de ar e água, a água é liberada para baixo com grande velocidade. O que acontece com o foguete, segundo a Terceira Lei de Newton?

- a) O foguete permanece parado devido ao equilíbrio das forças.
b) O foguete sobe porque a água exerce uma força para cima igual à força que o foguete exerce para baixo.
c) O foguete é impulsionado para cima com uma força maior do que a força exercida pela água.
d) O foguete cai porque a força da gravidade supera a força da água.
e) O foguete sobe, mas sem relação com a força da água.



UM PANORAMA DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE FÍSICA NO INTERIOR DO AMAZONAS: **percepção dos professores**

Daniel Pereira de Melo

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

E-mail: daniel.pibidisb@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9531-6117>

Ana Claudia Kaminski Mechi

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

E-mail: ackaminski@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1549-3102>

Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi

Instituição: Universidade Federal do Amazonas

E-mail: klenicy@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7998-410X>

Resumo: O ensino da disciplina de Física enfrenta desafios relacionados à abstração dos conceitos, o que dificulta a compreensão e a aplicação prática pelos estudantes. O objetivo deste estudo é apresentar um panorama sobre o ensino de Física no município de Coari, Amazonas, com base no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2021 e na perspectiva dos professores atuantes no ensino básico. Trata-se de uma pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, utilizando entrevistas semiestruturadas com 16 professores de Física, sendo 3 do Instituto Federal do Amazonas e 13 das escolas estaduais. A pesquisa revelou que o município obteve nota 3,3 no IDEB para o ensino médio, abaixo da meta de 5,2 estabelecida pelo MEC para o Amazonas em 2021. Quanto à qualificação dos docentes, 18,75% são mestres e 81,25% são especialistas em Física, com experiência variando entre 5 e 10 anos ou mais. Em relação às dificuldades enfrentadas pelos alunos, 68,8% dos professores apontaram a deficiência em conhecimentos básicos de matemática como um obstáculo à compreensão dos conteúdos de Física, enquanto 18,8% destacaram a dificuldade de abstração dos conceitos. Conclui-se que a ausência de fundamentos básicos impacta diretamente o baixo rendimento dos estudantes, sendo necessária uma intervenção que possibilite a melhoria do panorama investigado.

Palavras-chave: Diagnóstico no ensino. Aprendizagem em Física. Ensino Médio. Coari.



AN OVERVIEW OF THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF THE PHYSICS SUBJECT IN THE AMAZON INTERIOR: teachers' perception

Abstract: The teaching of Physics faces challenges related to the abstraction of concepts, which makes it difficult for students to understand and apply them in practice. The objective of this study is to present an overview of Physics teaching in the municipality of Coari, Amazonas, based on the 2021 Basic Education Development Index (IDEB) and the perspective of teachers working in basic education. This is exploratory research, with a qualitative and quantitative approach, using semi-structured interviews with 16 Physics teachers, 3 from the Federal Institute of Amazonas and 13 from state schools. The research revealed that the municipality scored 3.3 on the IDEB for high school, below the goal of 5.2 set by the Ministry of Education for Amazonas in 2021. Regarding teacher qualifications, 18.75% hold master's degrees and 81.25% are specialists in Physics, with experience ranging between 5 and 10 years or more. Regarding the difficulties faced by students, 68.8% of the teachers pointed out a lack of basic math knowledge as an obstacle to understanding Physics content, while 18.8% highlighted the difficulty in abstracting concepts. It is concluded that the lack of basic foundations directly impacts students' low performance, making it necessary to implement interventions to improve the investigated scenario.

Keywords: Teaching diagnosis. Physics learning. High School. Coari.

UN PANORAMA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE FÍSICA EN EL INTERIOR DEL AMAZONAS: percepción de los profesores

Resumen: La enseñanza de la asignatura de Física enfrenta desafíos relacionados con la abstracción de los conceptos, lo que dificulta la comprensión y la aplicación práctica por parte de los estudiantes. El objetivo de este estudio es presentar un panorama sobre la enseñanza de Física en el municipio de Coari, Amazonas, basadas en el Índice de Desarrollo de la Educación Básica (IDEB) de 2021 y en la perspectiva de los profesores que trabajan en la educación básica. Se trata de una investigación exploratoria, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando entrevistas semiestructuradas con 16 profesores de Física, 3 del Instituto Federal de Amazonas y 13 de las escuelas estatales. La investigación reveló que el municipio obtuvo una puntuación de 3.3 en el IDEB para la educación secundaria, por debajo de la meta de 5.2 establecida por el Ministerio de Educación para Amazonas en 2021. En cuanto a la cualificación de los docentes, el 18,75% son maestros y el 81,25% son especialistas en Física, con experiencia que varía entre 5 y 10 años o más. Respecto a las dificultades que enfrentan los estudiantes, el 68,8% de los profesores señalaron la falta de conocimientos básicos de matemáticas como un obstáculo para comprender los contenidos de Física, mientras que el 18,8% destacó la dificultad para abstraer los conceptos. Se concluye que la falta de fundamentos básicos impacta directamente en el bajo rendimiento de los estudiantes, siendo necesaria una intervención que permita mejorar el panorama investigado.

Palabras clave: Diagnóstico en la enseñanza. Aprendizaje en Física. Educación Secundaria. Coari.



INTRODUÇÃO

O ensino de Física tem a função de aproximar os alunos do meio científico, considerando o papel social nele inserido e respondendo às transformações sociais e culturais presentes na sociedade. No entanto, mesmo com toda a importância que a disciplina apresenta, nem sempre há uma valorização da sua relevância para o cotidiano e para o desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social (Ferreira e Silva Filho, 2021).

Muitos recursos didáticos e projetos em ensino de Física já foram desenvolvidos nas pesquisas e programas de pós-graduação, mas o ensino de Física no Brasil permanece em crise, desatualizado, minimizado e desvalorizado (Moreira *et al.*, 2018). As discussões sobre o processo de ensino-aprendizagem em Física, especialmente no Ensino Médio, têm sido tema de diversas pesquisas nos últimos anos, evidenciando aspectos didáticos que deveriam estar presentes nas aulas, mas que comumente se encontram ausentes. A preocupação central é identificar os motivos que têm contribuído para o baixo rendimento dos alunos e para o desinteresse na disciplina (Moreira, 2021).

Diversas propostas didáticas têm sido apresentadas visando desenvolver práticas pedagógicas mais adequadas aos alunos e que podem propiciar um aprendizado mais eficiente, como o uso de experimentos com materiais acessíveis, tecnologias de informação e comunicação, atividades lúdicas, entre outras (Gutiérrez-Araújo *et al.*, 2020; Ribeiro *et al.*, 2022; Queiroz *et al.*, 2023).

Destaca-se a importância da pesquisa de campo relacionada aos entraves que ocorrem para um bom desenvolvimento no cenário escolar, promovendo um entendimento aprimorado da realidade nos locais em que as atividades realmente acontecem. O Brasil é rico em diversidade cultural e geográfica, e os entraves que ocorrem em uma região podem não ser os mesmos em outra. Do norte ao sul, as



diferenças são inúmeras, e, como consequência, os resultados refletem as desigualdades reveladas em instrumentos avaliativos. Nesse sentido, as regiões Centro-Oeste e Norte são as mais impactadas (Nascimento, 2020).

Identificar e diagnosticar as principais dificuldades que os alunos frequentemente enfrentam na disciplina de Física, visando aperfeiçoar os métodos de ensino e oferecer suporte direcionado para melhorar o desempenho acadêmico, é uma estratégia essencial para trabalhos que possam intervir e melhorar essa situação.

Este trabalho propõe uma investigação por meio de pesquisa de campo no município de Coari, apresentando um panorama sobre o ensino de Física com base no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2021 e na perspectiva dos professores atuantes no ensino público. É importante ressaltar que este estudo é pioneiro e busca identificar áreas específicas onde os estudantes encontram obstáculos no contexto educacional.

DESAFIOS NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física no Brasil enfrenta desafios consideráveis, que variam de acordo com a região, a infraestrutura das escolas e a formação dos professores. Em termos gerais, a disciplina é introduzida no Ensino Fundamental e formalmente no Ensino Médio, como parte da área de Ciências da Natureza, com o objetivo de desenvolver o raciocínio lógico, a compreensão de fenômenos naturais e a capacidade de resolver problemas práticos (Nascimento, 2020).

Segundo a literatura, muitos alunos têm dificuldades com a abstração dos conceitos de Física, o que dificulta o entendimento de temas mais complexos. Isso reflete na desmotivação e na falta de sintonia entre a realidade dos discentes e as necessidades formativas (Battiste, Holz, Sauerwein, 2022).



Entre os principais obstáculos enfrentados no Brasil estão a falta de preparo adequado dos docentes, a escassez de laboratórios equipados para experimentação e a carência de materiais didáticos atualizados. Além disso, muitos professores acabam ensinando Física de forma teórica, com pouco foco na prática e na realidade, tratando os alunos apenas como acumuladores de conteúdo, em uma educação denominada por Freire como “bancária” (Freire, 2005), o que torna o aprendizado menos significativo.

Outro fator que contribui significativamente para o baixo rendimento dos discentes no processo de ensino-aprendizagem é a abordagem centrada na resolução de questões e equações matemáticas. Segundo Silva *et al.* (2018, p. 829), “a Física vem se tornando cada vez mais um componente curricular de difícil aprendizado”, e a abordagem tradicional da disciplina, pautada na memorização de conceitos e fórmulas, é um dos principais problemas apontados pelos alunos que dificultam o aprendizado de Física.

Nesse sentido,

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula”. (Moreira, 2018)

No trabalho de Kochan e Stacheski (2020), são apontados fatores que implicam diretamente na compreensão dos assuntos de Física, como a falta de interpretação dos enunciados das questões e a dificuldade em matemática básica.

As limitações citadas como dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Física, especialmente a falta de fundamentação matemática e dificuldade interpretativa dos enunciados, quando mencionadas pelas partes pesquisadas, manifestam-se como referências relevantes (Araújo, 2015, p. 13).

A falta de inovação nas formas de ensinar por parte dos professores e a descontextualização dos conteúdos também são apontadas como entraves para esse



processo. Segundo Borges (2016, p. 20), “é comum no ensino brasileiro a disciplina ser resumida à aplicação de fórmulas e resolução de exercícios, deixando de lado o entendimento dos conceitos”. Esse tipo de problema traz uma defasagem no conhecimento científico, uma vez que não é trabalhado o pensamento científico.

Assim, esses fatores têm contribuído significativamente para o baixo rendimento escolar dos discentes na disciplina de Física. No estado do Amazonas, esses desafios são intensificados por questões geográficas e estruturais. As vastas distâncias e a dispersão das cidades, que têm os rios como vias de separação das regiões, dificultam o acesso a uma educação de qualidade, especialmente em áreas mais afastadas da capital, Manaus. Muitas escolas do interior do estado enfrentam problemas com a falta de professores qualificados e infraestrutura básica, como laboratórios de ciências, o que pode impactar diretamente o aprendizado de Física (Queiroz *et al.*, 2023; Magno *et al.*, 2023; Araújo e Forsberg, 2024).

A nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) no Amazonas, especialmente no Ensino Médio, está abaixo da média nacional, refletindo os desafios locais no ensino de Física e outras disciplinas. Em 2021, por exemplo, a média do IDEB em municípios do interior foi significativamente mais baixa que a meta estabelecida pelo Ministério da Educação (MEC), destacando a necessidade de intervenções.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de campo, visto que tem por finalidade observar fatos e fenômenos como ocorrem na realidade por meio da coleta de dados. Nesse contexto, optou-se por um método exploratório, que não busca apenas restringir-se à obtenção de respostas para questões preexistentes, mas também se propõe a aprofundar a compreensão de fenômenos ou contextos pouco explorados, com uma imersão mais aprofundada no objeto de estudo. Gil (1999) afirma que as pesquisas



exploratórias têm como propósito propiciar maior familiaridade com o problema estudado, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Assim, a pesquisa exploratória visa desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias.

A natureza investigativa visou descobrir novas perspectivas, relações e nuances associadas ao tema em análise. Dessa forma, o objetivo da pesquisa não se limitou a responder a questões específicas, mas buscou também contribuir para a expansão do conhecimento e para a identificação de descobertas relevantes no âmbito abordado.

A metodologia é um processo que permite que a pesquisa seja operacionalizada e alcance seus resultados (Minayo, 1994). Prodanov (2013, p. 14) afirma que “a metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para a construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”. Para a realização da pesquisa, faz-se necessário delinear os métodos norteadores, as técnicas e os instrumentos que serão utilizados.

Para a condução da pesquisa, foi adotado um processo metodológico dividido em três etapas distintas. Essa estrutura metodológica visa garantir uma abordagem sistemática e abrangente, possibilitando uma análise aprofundada do tema em questão.

A primeira fase, referente à seleção dos sujeitos que participaram desta pesquisa, incluiu 16 professores de Física, sendo 3 docentes do Instituto Federal do Amazonas e 13 professores das escolas estaduais do município de Coari. Vale ressaltar que o critério de inclusão adotado foi a seleção de professores com mais de 5 anos de experiência em sala de aula, lecionando a disciplina de Física. O critério de exclusão incluiu professores afastados da sala de aula durante o período da pesquisa. Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos, foi submetida à Plataforma Brasil para tramitação ética de análise, avaliação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa.



Destaca-se que foi aprovada e executada após parecer consubstanciado do CEP, com o CAAE: 77899024.5.0000.5020.

Na fase seguinte, foi aplicado um questionário contendo três perguntas, a saber: Primeiramente, os professores foram questionados sobre como avaliam o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes na disciplina de Física. Em seguida, foram indagados sobre os principais temas da disciplina nos quais os alunos demonstram maior dificuldade de compreensão. Por fim, os professores apontaram as principais dificuldades dos alunos que impactam diretamente a compreensão dos temas de Física.

A etapa final da pesquisa consistiu na análise dos dados. Com as informações obtidas, realizou-se uma abordagem descritiva, sem uso de testes inferenciais. A análise interquartil foi utilizada para destacar a dispersão e a tendência central dos dados, indicando onde 25%, 50%, e 75% das respostas se acumulam em cada questão. Essas análises foram realizadas a partir dos valores tabulados, interpretando os dados brutos e calculando os parâmetros de tendência central e dispersão.

Em sequência, foi possível identificar tendências, padrões e conclusões relevantes para alcançar os objetivos propostos. As informações obtidas foram organizadas e analisadas por meio de gráficos e tabelas, possibilitando uma visualização clara e precisa dos resultados. Além disso, para assegurar a validade e a confiabilidade dos dados, foram realizadas análises estatísticas de inferência, percentuais e médias utilizando o Programa Python para realizar a análise estatística e gerar os gráficos (McKinney, 2010). Essas análises proporcionaram uma compreensão mais aprofundada das relações entre as variáveis estudadas, permitindo percepções significativas para a discussão dos resultados e conclusões do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



O estudo foi desenvolvido no município de Coari, localizado no estado do Amazonas, que possui uma população de 70.616 habitantes, conforme o último censo realizado em 2021 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Essa região, situada na Amazônia brasileira, apresenta características únicas, tanto em termos de sua biodiversidade quanto de sua dinâmica socioeconômica. A cidade localiza-se na área central do estado e fica cerca de 365 km em linha reta da capital Manaus.

De acordo com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) de 2021, o município de Coari obteve a nota 3,3 para o Ensino Médio, conforme divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira no ano de 2022 (INEP, 2023). Essa pontuação reflete o panorama educacional da região e pode fornecer importantes insights para compreender os desafios e oportunidades na melhoria da qualidade da educação nessa etapa de ensino. Essa média, considerada baixa, reflete diretamente no nível de aprendizagem dos alunos, uma vez que a meta estabelecida pelo MEC para o Amazonas no Ensino Médio era de 5,2 pontos.

Na análise sobre o ensino de Física, quanto ao nível de escolarização dos docentes envolvidos na pesquisa, observou-se a presença de três mestres (18,75%) e 13 especialistas na área de Física (81,25%). Essa diversidade de formação acadêmica entre os participantes da pesquisa proporciona uma visão abrangente e aprofundada sobre o tema em questão.

Os resultados obtidos demonstram uma superioridade em comparação com o detectado no trabalho de Nascimento (2022), que indicou, por meio de estatísticas descritivas e de análise multivariada de dados, que apenas 20% dos professores de Física das escolas públicas estaduais do país possuem formação específica.

Além disso, dos 16 docentes entrevistados, observou-se que os professores apresentavam experiência em sala de aula. Na análise, 43,75% possuíam 5 anos, 37,5% dos professores tinham de 6 a 8 anos de experiência, enquanto 18,75% possuíam 10 ou



mais anos de experiência no ensino da disciplina de Física. Esses dados indicam que os professores estão adquirindo experiência, com uma significativa parcela tendo uma experiência intermediária de 5 anos, enquanto um número menor, mas ainda substancial, possui uma longa trajetória de ensino superior a uma década.

Na Figura 1, é apresentado os resultados das questões sobre o ensino de física. As respostas oferecem percepções sobre práticas pedagógicas e percepções dos educadores, contribuindo para melhorias no ensino.

Figura 1: Análise sobre o ensino e a aprendizagem em física em escolas públicas na cidade de Coari-Amazonas.



Questões	Opções	Nº	%
1.Como você avalia a aprendizagem dos alunos em Física?	Ruim	3	18,8
	Regular	6	37,5
	Médio	5	31,3
	Bom	2	12,5
	Ótimo	0	0
	Total	16	100
Opções		Nº	%



2.Quais as dificuldades que você acredita que os alunos têm em aprender física?	Deficiência no conhecimento básico em matemática	11	68,8
	Interpretação	1	6,2
	Abstração dos conceitos	3	18,8
	Falta de conexão com o cotidiano	1	6,2
	Total de entrevistados	16	100

Fonte: Autores (2024).

A análise mostra uma tendência clara de dificuldades na compreensão dos conceitos de física associadas à deficiência no conhecimento matemático básico. Na perspectiva dos professores, a maior parte dos alunos foi avaliada com um desempenho "Regular" (37,5%) e "Médio" (31,3%), enquanto 18,8% foram classificados como "Ruim". Apenas 12,5% dos alunos foram considerados com desempenho "Bom", e nenhum alcançou o nível "Ótimo".

A distribuição interquartil para a primeira questão foi de 25% das respostas avaliadas como "Bom" (12,5%), 50% das respostas avaliadas como "Ruim" (18,8%), 75% avaliadas como "Médio" ou "Regular" (31,3% e 37,5%, respectivamente).

A principal dificuldade relatada pelos professores foi a "Deficiência no conhecimento básico em Matemática" (68,8%). Outras dificuldades mencionadas incluem a "Abstração dos conceitos" (18,8%), "Interpretação" (6,2%), e "Falta de conexão com o cotidiano" (6,2%). A distribuição interquartil foi de 25% das respostas focaram em dificuldades menores, como "Interpretação", 50% focaram em questões intermediárias, como "Abstração dos conceitos" e 75% das respostas indicaram dificuldade significativa em matemática (68,8%)

Os resultados apontados pelos docentes corroboram os dados secundários sobre os desempenhos dos estudantes abaixo do esperado nas avaliações nacionais. O



comprometimento com o nível de desempenho dos alunos na disciplina de Física e seu baixo rendimento têm refletido diretamente nas avaliações externas. Esse panorama se reflete em todo o estado do Amazonas, segundo a divulgação das notas no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, conforme INEP (INEP, 2023).

Para entender melhor o cenário, os docentes responderam quais são as principais dificuldades que os alunos enfrentam no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física. Destaca-se que 68,8% dos professores afirmaram que a deficiência no conhecimento básico de Matemática tem afetado substancialmente a compreensão dos assuntos de Física. Esse é um resultado corroborado por outros trabalhos acerca das dificuldades na consolidação do processo de aprendizagem em disciplinas de exatas, como Química.

No que se refere aos conteúdos nos quais os alunos demonstraram mais dificuldade, entre os dez assuntos abordados na pesquisa, destaca-se o movimento circular uniforme, com cerca de 15,4% dos docentes afirmando que os estudantes têm considerável dificuldade na compreensão desse conteúdo específico. Além disso, 11,5% dos docentes mencionaram que os alunos enfrentam dificuldades na aplicação das leis de Newton. Os percentuais relativos aos assuntos nos quais os alunos enfrentam maiores desafios na compreensão estão representados na Figura 2.

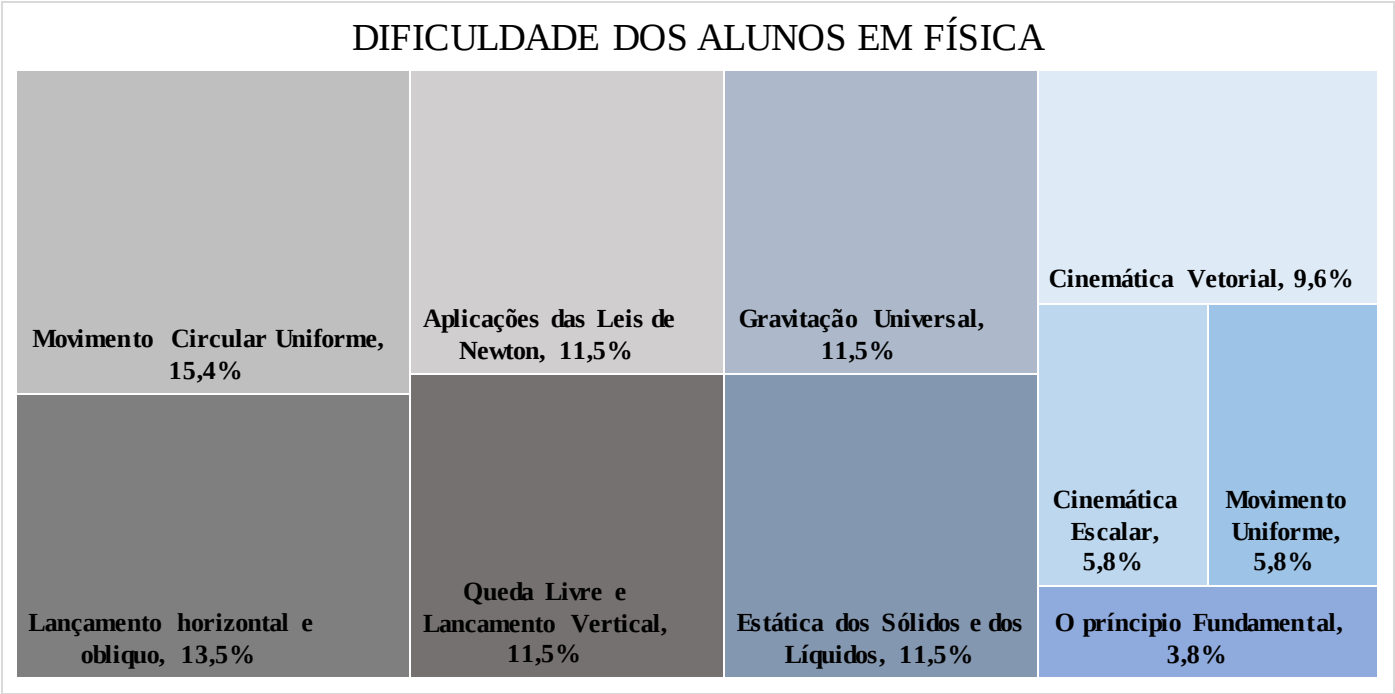
Esses dados evidenciam a necessidade de reforçar o ensino e a metodologia aplicada a esses tópicos específicos, visando melhorar a compreensão e o desempenho dos alunos em Física.

Conforme ilustrado na Figura 2, por meio do gráfico de árvore, onde quanto maior o espaço, maior a repetição, pode-se observar os dez conteúdos da disciplina de Física nos quais os alunos demonstram maior dificuldade de compreensão. Essa representação visual destaca os tópicos específicos onde a compreensão dos estudantes é mais desafiadora, proporcionando uma visão clara das áreas que necessitam de maior atenção e reforço pedagógico.



Identificar esses pontos críticos é fundamental para desenvolver estratégias de ensino mais eficazes e direcionadas, visando melhorar o desempenho dos alunos e facilitar o entendimento dos conceitos mais complexos da Física.

Figura 2: Principais conteúdos que os alunos têm dificuldade no aprendizado em Física.



Fonte: Os Autores (2024)

Um dos principais fatores que têm contribuído para o baixo rendimento dos alunos na disciplina de física é a deficiência no conhecimento básico de matemática, na interpretação das questões e na associação dos conceitos físicos com o cotidiano.

Segundo Borges (2016, p. 20)

É comum no ensino Brasileiro a disciplina ser resumida a aplicação de fórmulas e resolução de exercícios, deixando de lado o entendimento dos conceitos na disciplina de Física. Esse tipo de problema traz uma defasagem no conhecimento científico uma vez que não é trabalhado o pensamento científico.



O fato da dificuldade que os alunos têm em matemática implicar na aprendizagem de física é uma realidade para outras ciências, como em química. No trabalho de Albano e Delou (2023) é reportado que a pouca base matemática é um dos principais entraves para que os alunos tenham dificuldade em compreender química.

Destaca-se que 15,4% dos alunos têm dificuldade no assunto Movimento Circular Uniforme, que é caracterizado por uma trajetória circular com velocidade constante. A direção da velocidade muda continuamente devido à aceleração centrípeta, que aponta para o centro do círculo. O período é o tempo necessário para completar uma volta, e uma força centrípeta é necessária para manter o objeto em sua trajetória circular.

Ao estudar Movimento Circular Uniforme (MCU), os alunos geralmente enfrentam dificuldades em compreender a aceleração centrípeta, interpretar as forças envolvidas, relacionar velocidade linear e angular, calcular o período e a frequência, aplicar corretamente as equações, visualizar o movimento, e conectar os conceitos teóricos com aplicações práticas.

Segundo o trabalho de Leal, Pereira e Pasqualetto (2020), a dificuldade de compreender o assunto do movimento circular uniforme é atribuída à falta de aplicação desse tema na realidade dos alunos.

Com base nos artigos mencionados posteriormente podemos perceber que os cálculos, comumente, são trabalhados antes que o estudante compreenda a situação ou conceito estudado. Tornam-se repetitivos, destituídos de sentido, e os alunos não sabem quando deverão aplicá-los. Entretanto, como os modelos matemáticos são necessários à Física, estes deverão ser trabalhados gradativamente, como instrumentos auxiliares à assimilação de conceitos novos, como afirma Lopes (2004, p.335):

A relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva, isto é, a exploração física das situações deve ser feita até que ela seja completamente compreendida. Logo que esse passo esteja assegurado, a situação física que se está a estudar deve ser aperfeiçoada e precisada com a introdução progressiva da linguagem matemática. A tentação de se fazer ao contrário é grande.



Oportunizar a fala do estudante quanto às suas principais dificuldades representa uma atividade importante para o professor que entende que estes subsídios podem auxiliá-lo a superar as limitações de toda ordem, e promover melhorias na aprendizagem em Física.

Diante deste cenário desafiador em relação ao ensino de Física, é possível introduzir metodologias ativas, como o ensino investigativo, para estimular a participação dos alunos, promover a construção do conhecimento de forma colaborativa e desenvolver o pensamento crítico. Essas abordagens buscam tornar-se o aprendizado mais dinâmico e significativo, aproximando os conteúdos teóricos da realidade cotidiana dos estudantes.

Além disso, Coelho e Ambrózio (2019, p. 496) vão além quando afirmam que

[...] ao concebermos o ensino por investigação como uma postura pedagógica e não como um método a ser aplicado, estamos destacando a importância da mediação balizada por uma situação-problema possibilitar a criação de um ambiente investigativo em sala de aula tornando-a um espaço no qual os estudantes podem 16 compartilhar experiências, informações e saberes uns com os outros e com o professor (Coelho; Ambrózio, 2019, p. 496).

Entre as possibilidades de contribuição para o ensino de física, tem-se metodologias didáticas investigativas que articulam o conhecimento prévio dos discentes com práticas lúdicas e experimentais, além do uso de TICs, contextualização e metodologias ativas. Diante disso, as diferentes estratégias didáticas são importantes e essenciais no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de física.

A esse respeito:

O ensino de Física é carente de melhoria tanto nos recursos quanto na metodologia, por isso os professores precisam possibilitar aulas e atividades variadas para que o aluno tenha mais de uma possibilidade para aprender. As aulas práticas e experimentais e estratégias próxima das da realidade do aluno são boas alternativas (Ferreira, Souza, 2019, p. 57).



Assim, as práticas são fundamentais no ensino de física, uma vez que essas metodologias têm o papel de unir teoria e prática de maneira integrada. A realização de experimentos proporciona aos alunos uma vivência concreta dos conceitos abordados em sala de aula, fortalecendo a compreensão e o aprendizado.

Vale ressaltar a importância de abordar estudos dessa natureza, especialmente em nossa região, onde a compreensão de fenômenos científicos pode contribuir significativamente para o desenvolvimento local. É essencial que possamos dar sequência a esses estudos para construirmos uma educação de qualidade em nosso município.

Outro fator importante no ensino de Física no Amazonas é a integração de conteúdos relacionados a realidade local. O Amazonas, com sua rica biodiversidade e complexidade ambiental, oferece um contexto único para a aplicação prática de conceitos de Física em temas como hidrodinâmica (fluxo dos rios), óptica (interação da luz com a floresta) e termodinâmica (variações de temperatura na região), o que pode tornar a disciplina mais interessante e relevante para os estudantes da região.

Um aspecto relevante refere-se à capacitação dos professores. Embora existam programas de formação continuada, muitos profissionais de Física não possuem formação específica na área e precisam de maior suporte técnico e pedagógico. A questão da valorização do professor e as condições de trabalho, como salários baixos e excesso de carga horária, também contribuem para as dificuldades no ensino da disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dificuldades e problemas no processo de ensino aprendizagem da Física nas escolas públicas ainda é uma realidade que preocupa. O ensino médio de Coari com nota 3,3 reflete essa afirmação. Observou-se que o nível de escolarização dos docentes não é o problema tendo em vista que as escolas possuem mestres e



especialistas na área. Contudo, as principais dificuldades se relevam na aprendizagem dos alunos; 68,8% dos professores afirmaram que a deficiência no conhecimento básico de matemática tem afetado substancialmente a compreensão dos assuntos de física. Além disso, para 18,8% a dificuldade de abstração dos conceitos é um fator que contribui para o insucesso dos alunos na disciplina de física.

O tema abordado neste estudo, embora familiar aos professores da área de exatas na realidade escolar, permanece como um campo amplo e aberto para novas pesquisas.

Busca-se constantemente novas abordagens e aprofundamentos dos conhecimentos, visando mitigar as dificuldades na formação do saber e ter um panorama sobre a realidade escolar oportuniza políticas escolares que podem atuar como intervenção desse cenário. Apesar do destaque dado ao conhecimento teórico sobre questões relevantes na educação, muitas vezes as diretrizes não se refletem na prática do dia a dia escolar. Por ser um tema vivenciado diariamente nas escolas, é essencial manter uma busca constante e ativa pela identificação e aplicação de metodologias e ações que ajudem a enfrentar esse desafio. Somente dessa forma os alunos poderão superar as dificuldades em aprender física de maneira autêntica e passar a apreciar a magnitude desse universo incrível, no qual os conceitos se justificam e descrevem nossa própria existência.

Diante disso, é possível concluir que esses fatores emergem como alguns dos principais elementos que impactam diretamente no baixo rendimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de física. Essa constatação ressalta a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e da contínua busca por estratégias que promovam a efetiva compreensão dos conteúdos, a fim de suavizar as lacunas identificadas.

REFERÊNCIAS



ALBANO, Wladimir Mattos; DELOU, Crisitna Maria Carvalho. **Principais dificuldades apontadas no Ensino-Aprendizagem de Química para o Ensino Médio: Revisão sistemática**. S.l.: Scielo/Preprints, p. 1-23, 2023.

ARAÚJO, Ravena Pereira de. **As dificuldades na aprendizagem de física no ensino médio da Escola Estadual Dep. Alberto de Moura Monteiro**. 2015. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Angical do Piauí, 2015.

ARAÚJO, Tales Vinícius Marinho; FORSBERG, Maria Clara Silva. Contextualização do ensino de ciências em tempos de pandemia de Covid-19 em escolas no interior do Amazonas. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 55, p. 501-504, 2024.

BATTISTEL, Orildo Luis; HOLZ, Sheila Magali; SAUERWEIN, Ines. Motivação e eficiência em estratégias de ensino de física no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210278, 2022.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidélia. **Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior**. Cairu em Revista. Jul/Ago 2014, Ano 03, nº 04, p. 119-143

COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. **O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 490- 513, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p490>. Acesso em: 13 set. 2024

FERREIRA, Álex de Carvalho; SOUZA, Ester Maria de Figueiredo. **Cotidiano e memória didática como estratégia no ensino de Física**. **Revista Práxis Educacional**, Vitoria da Conquista-Bahia, v. 15, n. 35, p. 42-60, 2019.

FERREIRA, Marcello; DA SILVA FILHO, Olavo Leopoldino. Ensino de física: fundamentos, pesquisas e novas tendências. **Plurais-Revista Multidisciplinar**, v. 6, n. 2, p. 9–19, 2021. DOI: 10.29378/plurais.2447-9373.2021.v6.n1.12199. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/12199>. Acesso em: 20 set. 2024.

FREIRE, Paulo. **A Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.



GUTIÉRREZ-ARAUJO, Rafael Enrique; CASTILLO-BRACHO, Luis Andrés. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 47, p. 201-216, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>. Acesso em 20 set 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Cidade e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/coari.html>. Acesso em: 17, maio de 24.

IBGE. Instituto Nacional De Estudos E Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb>. Acesso em: 04, junho de 24.

INEP. **Censo escolar da Educação Básica 2002**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb/resultados>

JANUÁRIO, Maria Derlandia Araújo; HOERNIG, André Felipe; MASSONI, Neusa Teresinha. Tendências atuais sobre o Ensino de Física Moderna: uma revisão de literatura. **Revista Educar Mais**, [S. l.], v. 8, p. 1–22, 2024. DOI: 10.15536/reducarmais.8.2024.3668. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/3668>. Acesso em: 20 set. 2024.

KOCHAN, Keity Alesandra; STACHESKI, Geison Carlos. **Dificuldades de aprendizagem em física**. Uninter, 2020.

LEAL, Izabel Cristina Pinto; WITT, Neila Seliane Pereira; PASQUALETTO, Terrimar Ignácio. **Sala de Aula Invertida e o Ensino Concetualizado do Movimento Circular Uniforme**. XVI Encontro sobre Investigação: em defesa da escola, da ciência e da democracia 29 a 30 de maio de 2020. Campus: Santo Antônio da Patrulha.

LOPES, Rafael Ferreira. **Aversão ao ensino de física na unidade escolar Cazuzu Barbosa na Cidade de Altos - Piauí**. [S.l.: s.n.], 2011.

MAGNO, Dayane Vieira; DE LIMA YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy; GUILHERME, Adriano Pereira. Um panorama sobre o processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia na cidade de Codajás, interior do Amazonas, na percepção de discentes da Educação Básica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 6, n. 1, p. 122-137, 2023.



MCKINNEY, Wes. **Data Structures for Statistical Computing in Python**. In: Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 2010, p. 56-61.

MINAYO. Maria Cecília de Souza Minayo (Org.) **Pesquisa social - Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n.1, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0187>.

QUEIROZ, Marcele Queiroz; DOS SANTOS MORAES, Macélia; SANTOS, Tiago Gonçalves. A Física por meio de Experimentos em uma escola no município de Coari/AM. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 6, n. 1, p. 414-429, 2023.

RIBEIRO, Bruna Schons *et al.* Just-in-time teaching para o ensino de física e ciências: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20220075, 2022.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker. Ensino da Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.1, 2005.

SILVA, Patrick Oliveira *et al.* Os desafios no ensino aprendizagem da Física no ensino médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 829–834, 2018. DOI: 10.31072/rcf.v9i2.593. Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/593>. Acesso em: 20 set. 2024.

Recebido: 20 de setembro de 2024

Aceito: 12 de fevereiro de 2025

Publicado: 26 de março de 2025





CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM E-BOOK DE ENSINO DE FÍSICA

CONSTRUCTION AND VALIDATION OF AN PHYSICS TEACHING E-BOOK

Daniel Pereira De Melo

Mestrando no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 64 UFAM ICET/ISB.
Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ISB/UFAM).
daniel.melo@ifam.edu.br

Ana Claudia Kaminski Mechi

Doutora em Entomologia, Professora no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 64 UFAM ICET/ISB.
Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ISB/UFAM).
ackaminski@gmail.com

Klenicy De Lima Yamaguchi

Doutora em Química, Professora no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 64 UFAM ICET/ISB.
Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ISB/UFAM).
klenicy@gmail.com

Resumo

Estratégias investigativas e experimentais no ensino de física tornam o aprendizado mais significativo e acessível. O objetivo deste estudo é construir e validar um e-book educativo para ensino médio, com foco em uma abordagem investigativa e prática sobre conceitos de Física. Trata-se de uma pesquisa metodológica desenvolvida em cinco etapas: inicialmente, selecionaram-se os tópicos de maior dificuldade para os alunos no ensino de Física; em seguida, elaborou-se o e-book com textos explicativos e atividades interativas. Posteriormente, o material foi validado por 10 professores, sendo 2 do Instituto Federal do Amazonas e 8 da rede estadual de ensino, com diferentes níveis de titulação (2 mestres, 7 mestrandos e 1 doutorando), todos com mais de 5 anos de experiência. Após ajustes sugeridos pelos avaliadores, o e-book foi testado e validado por 33 alunos de uma turma do curso Técnico em Administração do Instituto Federal do Amazonas. Os resultados indicaram que todos os itens do material obtiveram um índice de validade de conteúdo superior a 0,82, confirmando a sua aprovação final. Salienta-se, ainda, a importância desse processo na criação de novos recursos educacionais, ampliando a disseminação do conhecimento e fortalecendo a interação entre o material e os estudantes.

Palavras-chave: Inovação pedagógica, recursos didáticos, aprendizagem ativa.

Abstract

Investigative and experimental strategies in physics teaching make learning more meaningful and accessible. This study aims to construct and validate an educational e-book for high school students, focusing on an investigative and hands-on approach to physics concepts. It is a methodological research developed in five stages: initially, the most challenging topics for students in physics education were selected; then, the e-book was designed with explanatory texts and interactive activities. Subsequently, the material was validated by 10 teachers, including 2 from the Federal Institute of Amazonas and 8 from the state education network, with different academic qualifications (2 master's degree holders, 7 master's students, and 1 doctoral student), all with over five years of experience. After adjustments suggested by the evaluators, the e-book was tested and validated by 33 students from a Technical Administration course class at the Federal Institute of Amazonas. The results indicated that all material items achieved a content validity index above 0.82, confirming its final approval. Furthermore, the importance of this process in creating new educational resources is emphasized, as it enhances knowledge dissemination and strengthens the interaction between the material and students.

Keywords: Pedagogical innovation, teaching resources, active learning.

1 INTRODUÇÃO

No ensino de Física, práticas investigativas têm sido fundamentais para estimular habilidades como curiosidade, pensamento crítico e compreensão profunda de fenômenos naturais. Segundo Saraiva *et al.* (2023), o ensino por investigação possibilita que estudantes assumam um papel ativo na aprendizagem, promovendo a criatividade, interação em grupo e resolução de problemas em contextos significativos, mesmo com recursos limitados. Essas práticas incentivam os alunos a se envolverem diretamente no processo de aprendizagem, explorando conceitos por meio da formulação de hipóteses, realização de experimentos e análise de resultados.

Nesse sentido,

o processo de ensino por investigação é baseado no levantamento de hipóteses e no teste dessas hipóteses. Então, é fundamental quando pensamos na investigação científica, pressupomos que os estudantes irão desenvolver habilidades que permitam identificar a complexidade do mundo no qual todos nós estamos inseridos. O mundo complexo com o qual vivemos requer intervenções, requer habilidades que permitam às pessoas identificar vários fenômenos em diversas situações. A partir de situações investigativas é possível expressar opiniões baseadas em evidências. (Costa e Amaral, 2022, p.42)

O ensino por investigação promove o desenvolvimento de habilidades essenciais para compreender e intervir em um mundo complexo, incentivando os estudantes a levantarem hipóteses, testá-las e expressar opiniões fundamentadas em evidências. Como destaca Carvalho (2018), "o ensino por investigação é uma abordagem que permite ao aluno não apenas aprender conteúdos, mas também desenvolver habilidades para a argumentação, reflexão e construção de conclusões baseadas em evidências, promovendo a alfabetização científica.

A implementação de metodologias ativas no contexto escolar brasileiro enfrenta desafios significativos, especialmente relacionados à carência de materiais acessíveis e recursos tecnológicos que integrem teoria e prática. Conforme destacado por Lucas e Moreira (2018, p. 17), "as tecnologias digitais hoje são muitas, acessíveis, instantâneas e podem ser utilizadas para aprender em qualquer lugar, tempo e de múltiplas formas". No entanto, a realidade nas escolas muitas vezes não reflete essa potencialidade, evidenciando a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura e formação docente para superar essas barreiras.

Entre os desafios do Ensino Médio regular, destaca-se a necessidade de engajar os estudantes em atividades que relacionem a Física ao seu cotidiano, de forma a demonstrar a relevância dessa disciplina na compreensão e transformação do mundo à sua volta. Nesse contexto, o desenvolvimento de um e-book focado no ensino investigativo de Física apresenta-se como uma possibilidade inovadora e acessível. Por ser um recurso digital, o e-book facilita a distribuição e oferece flexibilidade no uso, ao mesmo tempo em que promove uma experiência de aprendizado mais interativa e participativa (SANTOS, 2023).

O uso de e-books no contexto do ensino investigativo de Física se alinha às recomendações da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), que enfatiza a importância de recursos acessíveis, flexíveis e interativos para promover o protagonismo estudantil e a resolução de problemas reais. A BNCC valoriza ferramentas pedagógicas que integram teoria e prática, possibilitando que os estudantes explorem conceitos científicos de maneira contextualizada e significativa.

Os e-books facilitam a implementação de práticas sugeridas pela BNCC, como atividades experimentais e projetos integradores, ao disponibilizar materiais ricos em multimídia, guias de experimentos e links interativos que conectam os conteúdos ao cotidiano dos estudantes. Além disso, sua acessibilidade digital é uma solução viável para ampliar o alcance educacional, especialmente em contextos com menos recursos físicos.

Autores como Carvalho (2018) destacam que recursos digitais podem ser utilizados para criar ambientes de aprendizagem colaborativos e investigativos, onde o aluno é encorajado a participar ativamente da construção do conhecimento. Esse uso combina-se com as práticas pedagógicas defendidas por Sasseron (2013) e outros estudiosos, que veem no ensino investigativo um meio de envolver os alunos em atividades significativas, como levantamento de hipóteses e análise de dados.

Nesse sentido, o e-book educativo poderá ser uma ferramenta pedagógica importante para auxiliar o ensino de Física investigativa nas escolas de forma atrativa, objetiva e sem grandes custos. Essa ferramenta constitui um mediador significativo para a realização de atividades experimentais e pode servir como material de consulta após abordagens teórico-práticas. Além disso, destaca-se o potencial inovador de e-books voltados para o ensino de Física investigativa no nível básico, especialmente aqueles que incorporam metodologias atualizadas e promovem a integração entre teoria e prática de forma dinâmica e envolvente.

O objetivo deste estudo é construir e validar um e-book educativo que auxilie e incentive o ensino de Física investigativa nas escolas, oferecendo uma abordagem metodológica que estimule o pensamento crítico, a análise e a experimentação.

2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

No ensino por investigação, a aprendizagem se dá de forma ativa, com os alunos explorando, questionando e experimentando para construir o conhecimento. De acordo com Anna Maria de Carvalho (2021), essa abordagem utiliza **sequências de ensino investigativo (SEI's)** para integrar teoria e prática, desafiando os alunos a se envolverem em problemas que os incentivam a investigar e compreender conteúdos científicos. O ensino investigativo não apenas motiva os alunos a buscarem respostas por meio de hipóteses e experimentos, mas também promove a interação entre teoria e prática, permitindo a construção de um conhecimento profundo e duradouro, livre da memorização tradicional (Carvalho, 2021)

O ensino por investigação é uma abordagem pedagógica que promove uma aprendizagem ativa, baseada na curiosidade e no envolvimento direto dos alunos com o processo de construção do conhecimento. Alguns princípios essenciais são necessários para sua efetivação. O estímulo à curiosidade é um elemento essencial no ensino por investigação, pois fomenta o interesse natural dos alunos em explorar e compreender o mundo ao seu redor. Segundo Zômpero e Laburú (2011), a curiosidade atua como um motor para o desenvolvimento do pensamento científico, incentivando os alunos a formular hipóteses, testar ideias e construir conhecimento de forma ativa.

Nesse sentido, no processo de ensino e aprendizagem, é de suma importância despertar e motivar a curiosidade dos alunos, promovendo o engajamento ativo e a construção de conhecimentos significativos. No contexto contemporâneo, marcado por rápidas transformações tecnológicas e sociais, estimular o pensamento crítico e a criatividade é

essencial para preparar os estudantes para os desafios do mundo atual. Como destaca Moran (2022), "a educação precisa ser uma experiência que engaje os alunos, os inspire e os conecte a questões reais, utilizando metodologias que integrem a tecnologia e promovam a colaboração.

Para captar a atenção dos alunos no contexto atual, é necessário utilizar métodos que despertem a curiosidade dos mesmos. Para que isso ocorra de maneira eficiente, o ensino por investigação deve criar situações-problema relacionadas ao assunto abordado em sala de aula. A partir da problematização, são formuladas hipóteses que direcionam o processo de investigação e aprendizado, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades críticas, questionem conceitos e participem ativamente na construção do conhecimento. Como destaca Carvalho (2018), *o ensino por investigação é um ensino de conteúdos programáticos, no qual o educador precisa criar condições nas salas de aula para que seus alunos falem, argumentem, leiam e escrevam sobre esse conteúdo*. Além disso, Santos e Oliveira (2019) afirmam que essa metodologia se diferencia das aulas tradicionais ao promover a aprendizagem ativa, colocando o aluno como protagonista na solução de problemas e incentivando a curiosidade e a reflexão crítica

Sobre a formulação de hipóteses no ensino investigativo, destaca-se o trabalho de Pozo e Crespo (2009), que defendem que o ensino de Ciências deve promover a capacidade de levantar hipóteses e realizar investigações como parte essencial da aprendizagem científica. Eles enfatizam que isso desenvolve o pensamento crítico e as habilidades procedimentais necessárias para entender e aplicar conceitos científicos.

Além disso, Sasseron (2018) reforça que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que o ensino investigativo seja uma prática central no ensino de Ciências, envolvendo a formulação de hipóteses e a exploração ativa dos conceitos científicos pelos alunos, garantindo a formação de cidadãos mais críticos e criativos.

A abordagem investigativa no ensino, especialmente em práticas experimentais, tem sido amplamente defendida como uma metodologia eficaz para promover o protagonismo estudantil e o aprendizado significativo. Autores como Borges (2004) destacam que esse método oferece graus variáveis de liberdade intelectual para os alunos, permitindo que eles assumam um papel ativo na formulação de hipóteses, no planejamento de experimentos e na interpretação de resultados. Essas práticas são fundamentais para estimular a criatividade e desenvolver habilidades cognitivas e sociais nos estudantes.

A etapa fundamental no processo de ensino por investigação é a realização de testes e análises cuidadosas durante as práticas experimentais. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), "a investigação no ensino é um método que favorece a aprendizagem significativa por meio da formulação de hipóteses, experimentação, interpretação de dados e tomada de decisões baseadas em evidências". Esse momento é importante para que os estudantes possam verificar hipóteses, explorar fenômenos naturais, desenvolver habilidades práticas e interpretar dados com base em evidências concretas. Além disso, essa abordagem promove a autonomia intelectual, o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas, elementos essenciais para uma aprendizagem significativa e duradoura.

O ensino por investigação pode ser aplicado em diversas áreas do conhecimento, como biologia, química e física, utilizando diferentes abordagens e estratégias pedagógicas. Essa metodologia incentiva a curiosidade, a resolução de problemas e a construção ativa do conhecimento, permitindo que os estudantes explorem fenômenos naturais, formulem hipóteses, conduzam experimentos e analisem resultados. Conforme Barbosa *et al.* (2021), "o ensino por investigação valoriza a formulação de hipóteses, a busca pela resolução de

problemas e a argumentação dos alunos, comprometendo-se com o processo de reconstrução do conhecimento”. Tal abordagem destaca-se por promover a autonomia e o protagonismo dos estudantes, elementos fundamentais para o aprendizado significativo.

Na biologia, o ensino por investigação pode ser exemplificado por atividades que exploram como diferentes tipos de solo influenciam o crescimento das plantas. Ursi (2018) destaca que “aprender biologia pode ampliar o repertório conceitual e cultural dos estudantes, auxiliando na análise crítica de situações reais e na tomada de decisões mais conscientes, formando cidadãos mais reflexivos e capazes de modificar sua realidade.

Na química, o ensino por investigação pode ser exemplificado com a análise da reação entre vinagre e bicarbonato de sódio, relacionando a variação na concentração dos reagentes à velocidade da reação. Segundo Carvalho et al. (2013), essa abordagem promove a construção do conhecimento científico ao incentivar estudantes a explorar fenômenos, levantar hipóteses e interpretar dados coletados durante experimentos. Essa prática ajuda no desenvolvimento de habilidades críticas, linguísticas e argumentativas, essenciais para uma compreensão mais profunda dos conceitos de estequiometria e cinética química.

No contexto do ensino de Física, o ensino por investigação pode ser exemplificado através da análise do movimento de objetos, como o estudo do atrito. Um exemplo disso é a realização de atividades em que os estudantes investigam como o atrito afeta a aceleração de um carrinho quando este é solto em uma rampa. Esses tipos de experimentos permitem que os alunos explorem as leis de Newton de forma prática, conectando os conceitos teóricos aos fenômenos do cotidiano. A realização dessas atividades envolve a coleta de dados, análise dos resultados e formulação de hipóteses, incentivando o desenvolvimento do pensamento crítico e científico.

De acordo com o estudo de Bianchini (2010), o uso de atividades investigativas no ensino de Física, como a experimentação com o movimento de objetos e o estudo do atrito, torna o aprendizado mais significativo, pois coloca os alunos no centro do processo, incentivando-os a realizar descobertas por meio da curiosidade e da reflexão crítica.

3 METODOLOGIA

A metodologia de construção e validação do e-book educativo foi concebida com o intuito de buscar a qualidade pedagógica e a eficácia no processo de ensino-aprendizagem no ensino de Física. O desenvolvimento do conteúdo seguiu uma abordagem dinâmica e colaborativa, focada em práticas de aprendizagem ativa e investigativa, utilizando recursos multimodais que estimulam o engajamento dos estudantes. A validação do material foi realizada por meio de testes com um grupo de estudantes, com o objetivo de avaliar a clareza, a acessibilidade e o impacto das atividades propostas. Para assegurar a adequação e a qualidade do e-book, seguiu-se o modelo de avaliação coletiva sugerido por Leite (2019), que destaca a importância da participação de diversos atores no processo de validação de materiais educativos, promovendo uma análise crítica e construtiva que contribui para o aprimoramento do recurso.

Para construção e validação do e-book: *ENSINO DE FÍSICA INVESTIGATIVO*, foi adotado um processo metodológico dividido em cinco etapas distintas. Essa estrutura metodológica visa garantir uma abordagem sistemática e abrangente, possibilitando uma análise aprofundada do tema em questão.

1º Etapa – Levantamentos dos conteúdos

Na primeira etapa, foi realizado um levantamento detalhado sobre os principais tópicos de Física que os alunos do município de Coari têm maior dificuldade em compreender. Para isso, foram entrevistados 16 professores de Física, sendo 3 do Instituto Federal do Amazonas e 13 das escolas estaduais do município de Coari. Essas entrevistas possibilitaram captar as percepções dos docentes sobre os desafios enfrentados pelos alunos, contribuindo para uma análise mais aprofundada das dificuldades pedagógicas. Vale ressaltar que o critério de inclusão adotado foi a seleção de professores com mais de 5 anos de experiência em sala de aula, lecionando a disciplina de Física. O critério de exclusão incluiu professores afastados da sala de aula durante o período da pesquisa. Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos, foi submetida à Plataforma Brasil para tramitação ética de análise, avaliação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Destaca-se que foi aprovada e executada após parecer consubstanciado do CEP, com o CAAE: 77899024.5.0000.5020.

2º Etapa – Elaboração do produto educacional

Na segunda fase, foi elaborado um e-book educativo de acordo com as recomendações para a concepção e eficácia de materiais educativos, considerando os seguintes aspectos: acurácia científica, conteúdo, apresentação literária, ilustração, material específico e compreensível, e qualidade da informação (Silveira-Castro *et al.*, 2007).

Foi construído o e-book *ENSINO DE FÍSICA INVESTIGATIVO*, contendo cinco capítulos selecionados com base em um levantamento realizado na fase anterior junto aos professores. Esses capítulos foram indicados como os temas em que os alunos enfrentam maior dificuldade de compreensão. O e-book foi desenvolvido na plataforma Canva, garantindo um design atrativo e funcional.

Cada capítulo foi estruturado de forma padronizada, com seções que incluem:

- **Introdução:** Apresentação dos conceitos fundamentais para contextualizar o tema;
- **Aplicações práticas:** Exemplos que relacionam o conteúdo à vida cotidiana ou a situações reais;
- **Sequência didática:** Um roteiro detalhado para apoiar professores no planejamento das aulas;
- **Aula experimental:** Propostas práticas para consolidar o aprendizado de maneira interativa;
- **Atividade final:** Exercícios e desafios que estimulam a aplicação e fixação dos conteúdos.

3º Etapa – Validação do produto educacional com os professores

Na terceira etapa, realizou-se o processo de validação pelos juízes¹, composto por 10 professores da área de Física. Dentre eles, 2 eram docentes do Instituto Federal do Amazonas e 8 pertenciam à rede estadual de ensino no município de Coari. A titulação do grupo incluiu 2 mestres, 7 mestrandos e 1 professor doutorando.

¹ Juízes é refere-se aos professores especialistas responsáveis por validar o e-book.

Esse processo de validação seguiu as diretrizes propostas por Leite (2019), abrangendo critérios essenciais para garantir a qualidade e a eficácia do material avaliado. Para essa análise, utilizou-se a escala *Likert* é uma ferramenta desenvolvida por Rensis Likert em 1932 para medir atitudes e opiniões, oferecendo uma série de afirmações com opções de resposta que variam de "discordo totalmente" a "concordo totalmente". Em contextos escolares, ela é útil para investigar percepções de alunos, professores e comunidade sobre aspectos como qualidade do ensino e ambiente escolar. Ao aplicar a escala, é possível identificar padrões de opinião, proporcionando dados objetivos para refletir e ajustar práticas pedagógicas. Assim, a escala *Likert* contribui para a análise e melhoria contínua do ambiente escolar, permitindo uma investigação estruturada das percepções da comunidade educacional. Como instrumento, permitindo uma avaliação quantitativa e qualitativa dos itens considerados. Os critérios avaliados incluíram: a estética e a organização do material educativo, a estrutura dos capítulos do e-book, o estilo de escrita, a relevância e a consistência do conteúdo didático, a análise da proposta pedagógica apresentada e a criticidade do material como um todo. Essa abordagem criteriosa, combinada com a aplicação da escala *Likert*, assegurou uma avaliação detalhada e embasada, contribuindo para o aprimoramento do e-book e para a sua adequação às necessidades do público-alvo.

4º Etapa – Correções e Adaptações no PE.

A etapa seguinte consistiu na minuciosa realização de correções e adaptações que foram sugeridas pelos juízes durante a etapa anterior. Essas alterações tiveram como principal objetivo garantir a melhoria do material produzido, promovendo sua adequação aos critérios estabelecidos, bem como a conformidade com os objetivos inicialmente propostos. Além disso, buscou-se assegurar a clareza, a precisão e a relevância do conteúdo, de forma a torná-lo mais eficaz e alinhado às expectativas do público-alvo.

5º Etapa – Aplicação e Validação do PE com os Alunos.

Na etapa final, realizada no mês de novembro de 2024, ocorreu a testagem e validação do produto educacional, o e-book "*ENSINO DE FÍSICA INVESTIGATIVO*", no Instituto Federal do Amazonas (IFAM), junto à turma do curso técnico em Administração. A atividade contou com a participação de 33 alunos, que contribuíram para a análise e aprimoramento do material, visando sua aplicação prática e eficácia no contexto educacional.

No processo de validação, os docentes avaliadores analisaram o produto educacional com base em 11 critérios organizados em 4 temas principais. Esses temas incluíram aspectos como: a apresentação de um texto atrativo e de fácil compreensão; o uso de uma linguagem acessível, evitando termos desnecessários ou excessivamente complexos; a atratividade do conteúdo apresentado no e-book, que deveria estimular o interesse e a leitura; e uma avaliação geral sobre como o produto educacional (PE) e o e-book de Física contribuem para o processo de ensino-aprendizagem. Para coletar as opiniões, utilizou-se uma escala do tipo *Likert*, permitindo medir a percepção e a satisfação dos avaliadores em relação aos critérios propostos.

Os onze critérios que foram avaliados são os seguintes:

Design do texto: O layout e formato do texto devem facilitar uma experiência agradável de leitura.

Clareza e compreensão: O texto deve ser claro e de fácil entendimento, utilizando uma linguagem acessível.

Linguagem familiar: As palavras escolhidas devem ser simples e adequadas ao nível de estudo do leitor.

Contextualização: O conteúdo deve estabelecer uma conexão com as experiências do leitor, facilitando a compreensão.

Adequação ao nível de compreensão: A linguagem utilizada precisa estar ajustada ao nível de entendimento do público-alvo.

Apresentação visual: A organização e estética do e-book devem ser atraentes e bem estruturadas.

Estímulo à participação: Recursos que incentivam o engajamento ativo durante a leitura, como perguntas ou atividades.

Reflexão individual: O e-book deve promover a reflexão pessoal, ajudando na assimilação do conteúdo.

Clareza dos conceitos físicos: Os conceitos de física devem ser apresentados de forma simples e compreensível.

Exemplos e exercícios: Devem ser oferecidos exemplos ou atividades que conectem a teoria com a prática.

Relevância dos exemplos e aplicações: Os exemplos e casos apresentados devem ser pertinentes e ligados aos interesses do leitor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção e validação deste e-book educativo surgiu da necessidade de aprimorar o ensino de Física no 1º ano do Ensino Médio, tornando-o mais acessível, interativo e significativo para os estudantes. Verificou-se ao longo da trajetória como pesquisadores que muitos alunos enfrentam dificuldades na compreensão dos conceitos físicos, especialmente devido à abstração dos temas e à falta de materiais didáticos que dialoguem com suas realidades e interesses.

A demanda pela elaboração deste material partiu da observação de que, apesar do avanço das metodologias ativas no ensino, ainda há uma carência de recursos estruturados que facilitem a mediação do professor e incentivem o protagonismo do aluno. Nesse contexto, o e-book foi concebido como um suporte pedagógico capaz de integrar teoria e prática, por meio de explicações acessíveis, exemplos contextualizados e propostas de atividades investigativas.

A importância desta pesquisa reside no fato de que o ensino de Física, quando apresentado de forma tradicional e excessivamente teórica, tende a afastar os alunos e reforçar a ideia de que a disciplina é difícil e pouco aplicável ao cotidiano. Com este material, buscou-se romper essa barreira, oferecendo um recurso didático que favorecesse a compreensão dos conteúdos por meio de uma abordagem dinâmica e instigante. O e-book foi planejado para atender estudantes do Ensino Médio regular, considerando as especificidades dessa faixa etária, como o interesse por experimentação e o uso de tecnologias digitais. Ele combina conteúdos teóricos sobre cinemática e dinâmica com propostas de atividades práticas que podem ser realizadas utilizando materiais simples e de fácil acesso. Além disso, incorpora elementos multimídia,

como links para vídeos e simulações interativas, que potencializam o aprendizado e tornam o estudo mais atrativo.

Os principais temas de Física foram destacados pelos 16 professores entrevistados durante o levantamento de dados realizado na primeira fase da construção do e-book. As respostas dos docentes forneceram informações valiosas para identificar os conteúdos mais relevantes e prioritários, garantindo que o material desenvolvido atendesse às necessidades pedagógicas e acadêmicas. Essa etapa foi fundamental para orientar o planejamento e a organização do e-book, alinhando-o às expectativas dos professores e às demandas educacionais.

Vale destacar que a faixa etária dos professores participantes da pesquisa variava entre 30 e 50 anos, sendo 15 do gênero masculino e 1 do gênero feminino. Todos eram oriundos do município de Coari, localizado no estado do Amazonas, na região Norte do Brasil. No que se refere à identidade étnico-racial, 15 professores se autodeclararam pardos, enquanto 1 se identificou como pertencente a uma etnia indígena. Esses dados são relevantes para a compreensão do perfil dos docentes envolvidos no estudo, contribuindo para uma análise mais ampla do contexto educacional local.

A principal dificuldade relatada pelos professores foi a "Deficiência no conhecimento básico em Matemática" (68,8%). Outras dificuldades mencionadas incluem a "Abstração dos conceitos" (18,8%), "Interpretação" (6,2%), e "Falta de conexão com o cotidiano" (6,2%). A distribuição interquartil foi de 25% das respostas focaram em dificuldades menores, como "Interpretação", 50% focaram em questões intermediárias, como "Abstração dos conceitos" e 75% das respostas indicaram dificuldade significativa em matemática (68,8%).

Um dos fatores mais relevantes que influenciam o baixo desempenho dos estudantes na disciplina de Física é a insuficiência no domínio de conceitos fundamentais de Matemática, aliada à dificuldade na interpretação de questões e na aplicação dos conceitos físicos em situações do cotidiano.

De acordo com Pietrocola (2001, p. 23),

Um dos principais obstáculos no ensino de Física é a dificuldade dos alunos em relacionar conceitos matemáticos básicos com a compreensão dos fenômenos físicos, o que compromete a interpretação das questões e a aplicação prática dos conceitos no cotidiano.

Um dos desafios mais significativos no ensino de Física é integrar a compreensão de conceitos matemáticos básicos com a interpretação dos fenômenos físicos. Como destaca Menezes (2020): *"A dificuldade dos alunos em conectar a matemática com a física não é apenas um problema de habilidades técnicas, mas de compreensão conceitual, o que dificulta tanto a interpretação quanto a aplicação prática dos conhecimentos no dia a dia."*

Destaca-se que 15,4% dos alunos têm dificuldade no assunto Movimento Circular Uniforme, que é caracterizado por uma trajetória circular com velocidade constante. A direção da velocidade muda continuamente devido à aceleração centrípeta, que aponta para o centro do círculo.

O e-book foi composto por 59 páginas, abrangendo capa, contracapa com uma breve apresentação do autor, escopo, índice, capítulos, referências e *quizes* interativos ao final de cada capítulo. A estrutura foi elaborada com atenção especial para facilitar a compreensão teórica e promover o engajamento dos estudantes, integrando abordagens práticas e investigativas.

Figura 1. Representações das quatro primeiras páginas do e-book.



Fonte: Os Autores, 2025.

Na Figura 1, são apresentadas as quatro primeiras páginas do e-book. A capa contém uma ilustração representativa do tema abordado, enquanto a contracapa traz uma biografia detalhada dos autores, destacando suas formações e experiências. Em seguida, encontra-se o índice, que organiza os conteúdos e os assuntos abordados no e-book de forma clara e estruturada. Por fim, há uma apresentação introdutória, destinada aos leitores, com o objetivo de contextualizar a obra, explicar sua proposta e motivar o interesse pelo material.

Na Figura 1, é apresentada a sistematização de cada capítulo do e-book. Ela é composta pela capa de cada capítulo, seguida de uma introdução ao tema abordado, desenvolvida em consonância com a literatura de Física. Como referência, foram utilizados livros como *Fundamentos de Física 1*, do autor Ramalho, e *física para o Primeiro Ano do Ensino Médio*, de autoria de Silva.

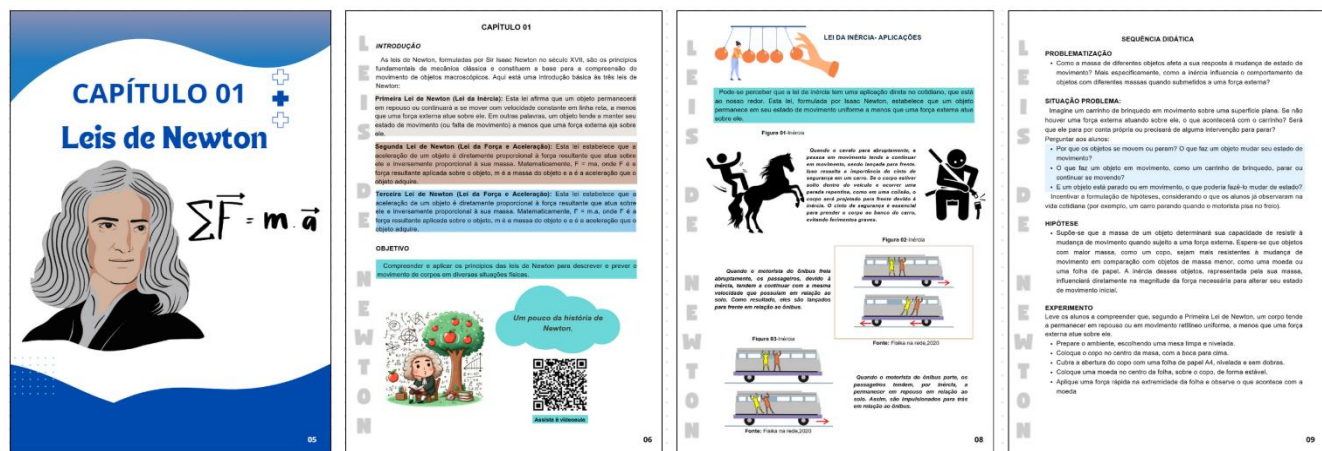
Após a introdução, são apresentadas aplicações práticas do tema no cotidiano, destacando a relevância do conteúdo para situações reais e conectando a teoria com a vivência dos leitores. Vale ressaltar que, para facilitar a compreensão, foram utilizadas figuras e ilustrações selecionadas e contextualizadas, garantindo uma abordagem visual que complementa a explicação textual. Esse recurso visual contribui para tornar o material mais atrativo e acessível, especialmente para leitores com diferentes estilos de aprendizado.

Após a conceituação do tema abordado, o capítulo apresenta uma sequência didática de cunho investigativo, contendo etapas fundamentais como problematização, situação-problema, levantamento de hipóteses e experimentação para testagem. Por fim, é fornecido um protocolo de atividades para que os professores possam desenvolver em sala de aula.

Vale destacar que o ensino investigativo é embasado nos princípios defendidos por Demétrio Delizoicov, que afirma: "*O ensino investigativo desafia os estudantes a se apropriarem dos conhecimentos científicos por meio da construção de hipóteses, validação empírica e sistematização das conclusões, promovendo o desenvolvimento de uma postura crítica e autônoma.*" (Delizoicov et al., 2011).

Essa abordagem estimula o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem e contribui para a formação de habilidades essenciais ao pensamento científico.

Figura 02. A sistematização de cada capítulo do e-book.



Fonte: Os Autores (2024)

Todos os capítulos seguem a mesma estrutura mencionada anteriormente, com uma organização consistente para facilitar o entendimento e a continuidade do conteúdo. Cada seção foi elaborada de forma a manter uma coerência temática, garantindo que os leitores possam acompanhar o desenvolvimento das ideias de maneira clara e objetiva.



Fonte: Os Autores (2024)

A Figura 4 apresenta a capa de alguns capítulos e destaca o material complementar disponível na última página do e-book. Esse material inclui um quiz para cada capítulo, com 10 questões de múltipla escolha, projetado para reforçar o aprendizado. O acesso ao quiz é facilitado por meio de um QR Code, permitindo que os leitores utilizem seus celulares para interagir de forma dinâmica e prática.

Participaram da avaliação do e-book um total de 10 professores e 33 discentes. Entre os professores, 90% eram do sexo masculino, o que evidencia a predominância desse grupo na análise realizada. O envolvimento dos participantes foi fundamental para assegurar uma perspectiva diversificada e abrangente sobre a eficácia, a aplicabilidade e a relevância do material proposto.

Quanto à titulação dos profissionais participantes, constatou-se que três possuíam o título de mestre, sete cursando mestrado, e um era doutorando. Esses dados ressaltam o elevado nível acadêmico dos avaliadores, o que agrega maior credibilidade às contribuições e observações feitas durante o processo de avaliação do e-book.

Dentre os 20 itens avaliados, 12 obtiveram respostas de "Concordo Totalmente", indicando plena aceitação, enquanto os outros 8 apresentaram respostas entre "Concordo Totalmente" e "Concordo Parcialmente", refletindo uma alta concordância geral. Todos os itens alcançaram índice de concordância (IC), com 100% deles atingindo um Índice de Validade de Conteúdo (IVC) igual a 1,00 (100%), conforme preconizado por Alexandre e Coluci (2011). Isso reforça a adequação do material ao seu propósito e sugere que ele atende plenamente aos critérios de relevância, clareza e aplicabilidade.

Quadro 1. Concordância dos especialistas(professores) com os itens do E-book.

Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC; Índice de Validação de Conteúdo.					
Item Avaliado	Juízes especialistas (n=10)				
	CT	CP	DP	DT	IC(%) / IVC
1. O Produto Educacional promove o diálogo entre o texto verbal e o visual, além de apresentar um texto atrativo e de fácil compreensão.	10	0	0	0	100,0
2. A estrutura do Produto Educacional está bem organizada, favorecendo a compreensão para aplicação em sala de aula.	10	0	0	0	100,0
3. As figuras/ilustrações no Produto Educacional são relevantes.	10	0	0	0	100,0
4. O Produto Educacional apresenta capítulos interligados e coerentes	10	0	0	0	100,0
5. (Contextualização teórica), aborda todos os conceitos necessários para facilitar a compreensão do Produto Educacional	9	1	0	0	100,0
6. As atividades práticas descritas na Etapa “Metodologia” da proposta didática são adequadas e executáveis	10	0	0	0	100,0
7.Quanto à avaliação da aprendizagem dos alunos, está descrita de forma clara e coerente com os alunos do 1º ano do Ensino Médio.	10	0	0	0	100,0
8. O Produto Educacional apresenta conceitos e argumentos claros, explicando todos os termos técnicos e expressões científicas.	7	3	0	0	100,0
9. Apresenta escrita acessível, estruturando as ideias, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender, respeitando as normas gramaticais.	10	0	0	0	100,0
10. O conteúdo abordado está alinhado com os objetivos de aprendizagem estabelecidos.	10	0	0	0	100,0
11. O material contribui para o desenvolvimento das habilidades e competências esperadas.	10	0	0	0	100,0
12. O material aborda tópicos relevantes e aplicáveis à realidade dos estudantes.	9	1	0	0	100,0

13. As explicações são claras e compreensíveis para o público-alvo?	9	1	0	0	100,0
14. Metodologia proposta contribui para o desenvolvimento das competências e habilidades pretendidas.	10	0	0	0	100,0
15. A proposta utiliza abordagens inovadoras que estimulam o interesse e a participação dos alunos.	8	2	0	0	100,0
16. As atividades propostas são contextualizadas e relevantes para a aplicação prática do conhecimento?	9	1	0	0	100,0
17. A proposta estimula a reflexão crítica e a transferência de aprendizado para diferentes contextos.	7	3	0	0	100,0
18. O material apresenta diferentes perspectivas e abordagens sobre o tema.	9	1	0	0	100,0
19. Incentiva os alunos a questionar, analisar e avaliar as informações apresentadas.	10	0	0	0	100,0
20. Este produto educacional atende às expectativas do professor de Física que atua com o primeiro ano do Ensino Médio.	10	0	0	0	100,0

Fonte: Os autores (2024)

Em relação aos itens avaliados no material educacional, os participantes indicaram que o conteúdo apresentava excelente adequação, com Índice de Validade de Conteúdo (IVC) igual a 1,00 (100%) para todos os itens analisados.

Os ajustes sugeridos pelos juízes foram realizados, aprimorando a clareza dos termos técnicos, a organização visual e a contextualização das atividades. As alterações garantem maior acessibilidade, relevância e efetividade do material no processo de ensino e aprendizagem.

A testagem e validação com os alunos permitiram avaliar a aplicabilidade e eficácia do material em situações reais de ensino. Durante essa etapa, os estudantes demonstraram engajamento com as atividades propostas, confirmando a clareza dos conteúdos e a relevância do material para o contexto educacional. O feedback obtido foi essencial para validar a adequação do produto às necessidades do público-alvo, reforçando sua funcionalidade no processo de aprendizagem.

Figura 4. Testagem e Validação do E-book com os alunos.

Fonte: Os autores (2024)

A Figura 4 apresenta o processo de testagem e validação do produto educacional realizado com uma turma do 1º ano do curso técnico em Administração do Instituto Federal do Amazonas, localizado no município de Coari. O processo contou com a participação de 33 discentes, que contribuíram ativamente para a avaliação do material. A testagem permitiu observar a interação dos alunos com o produto, verificando sua clareza, aplicabilidade e relevância para o contexto educacional. O feedback fornecido pelos estudantes foi fundamental para confirmar a adequação do material às necessidades do público-alvo e para identificar possíveis melhorias.

No que se refere aos participantes, 26 eram do gênero feminino e 7 do gênero masculino, totalizando 33 alunos com faixa etária entre 15 e 16 anos, caracterizando um grupo em fase inicial do Ensino Médio. Em relação à origem, 27 eram naturais do município de Coari, 2 do município de Tefé e 4 de Manaus, capital do estado do Amazonas, evidenciando a presença de estudantes de diferentes contextos regionais. Quanto à identidade étnico-racial, 20 alunos se autodeclararam pardos, 9 brancos e 4 pertencentes a etnias indígenas, refletindo a diversidade cultural presente na região Norte do Brasil. Esses dados são fundamentais para compreender melhor o perfil dos alunos, contribuindo para a construção de estratégias pedagógicas mais inclusivas e alinhadas às suas realidades.

Dentre os 11 itens avaliados, conforme apresentado no Quadro 2, sete obtiveram um Índice de Concordância (IC) de 100%, demonstrando plena aceitação por parte dos avaliadores. O item 11 alcançou um IC de 93,34%, evidenciando uma alta concordância, embora com margem para pequenos ajustes. É importante destacar que todos os itens analisados apresentaram Índice de Validade de Conteúdo (IVC) superior a 80%, o que atesta a adequação do material educacional avaliado. Esses resultados reforçam a relevância e a qualidade do conteúdo, garantindo que ele atenda aos critérios estabelecidos para clareza, aplicabilidade e pertinência pedagógica.

Quadro2. Concordância dos Alunos com os itens do E-book.

Legenda: Discordo totalmente: DT; Discordo parcialmente: DP; Concordo parcialmente: CP; Concordo totalmente: CT; Índice de Concordância- IC.					
Item Avaliado	Alunos 33				
	CT(N/%)	CP(N/%)	DP(N/%)	DT(N/%)	IC(%)
1. O design do texto contribui para uma experiência agradável de leitura.	27 (81,8)	5 (15,2)	1 (3,0)	0	96,97
2. O texto é claro e de fácil compreensão, utilizando uma linguagem acessível.	25 (75,8)	7 (21,2)	1 (3,0)	0	96,97
3. O texto utiliza palavras simples e familiares ao seu nível de estudo.	21 (60,6)	12 (36,4)	0	0	100,0
4. A contextualização auxiliou você a estabelecer uma conexão entre o conteúdo e suas próprias experiências.	20 (60,6)	13 (39,4)	0	0	100,0
5. A linguagem está ajustada ao nível de compreensão de você.	26(78, 8)	7 (21,2)	0	0	100,0
6. A apresentação visual do e-book é atraente e bem organizada.	27 (81,8)	6 (18,2)	0	0	100,0
7. Existem recursos que estimulam a participação ativa durante a leitura.	23 (69,7)	10 (30,3)	0	0	100,0
8. O E-book promove a reflexão individual e a colabora para sua compreensão do conteúdo de física.	22 (66,7)	10 (30,3)	1 (3,0)	0	96,97
9. Os conceitos físicos são apresentados de maneira clara e compreensível.	26 (78,8)	7 (21,2)	0	0	100,0
10. Há exemplos ou exercícios que ajudaram vocês a relacionar a teoria com situações reais.	28 (84,8)	5 (15,2)	0	0	100,0
11. Os exemplos e aplicações são relevantes e conectados aos seus interesses.	21 (63,6)	10 (30,3)	2 (6,1)	0	93,94

Fonte: Os Autores (2024)

A análise evidenciou alta aceitação dos itens avaliados, com sete atingindo 100% de concordância e todos apresentando IVC superior a 80%. Esses resultados confirmam a qualidade e a adequação do material educacional, atendendo aos critérios de clareza, relevância e aplicabilidade.

No processo de validação do e-book, foi realizada a testagem do primeiro capítulo, que aborda as Leis de Newton, com uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Durante essa etapa, os estudantes foram expostos ao conteúdo teórico seguido de atividades práticas propostas no material, como experimentos simples e simulações que ilustram os princípios das leis do movimento. O feedback dos alunos foi coletado por meio de um questionário avaliativo, no qual destacaram a clareza das explicações, a relevância dos exemplos e a aplicabilidade das atividades ao contexto do cotidiano.

Os resultados dessa testagem indicaram que o capítulo inicial atingiu seus objetivos de aprendizagem, facilitando a compreensão das Leis de Newton e despertando o interesse dos alunos pelo tema. Algumas sugestões pontuais, como o uso de exemplos ainda mais contextualizados, foram consideradas para aprimorar o restante do material. Esse processo reforçou a eficácia do e-book como ferramenta educacional alinhada às necessidades do público-alvo.

No primeiro capítulo do e-book, abordam-se as **Leis de Newton**, que constituem a base da mecânica clássica e são fundamentais para compreender o movimento e o equilíbrio dos corpos. Essas leis, amplamente discutidas por autores como Halliday, Resnick e Walker (2011),

descrevem como as forças influenciam os objetos, sendo aplicáveis a uma ampla gama de fenômenos físicos.

A **Primeira Lei de Newton**, conhecida como a Lei da Inércia, estabelece que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme permanecerá nesse estado, a menos que uma força resultante atue sobre ele. Segundo Timoshenko e Young (2017), essa lei explica o comportamento de objetos em situações cotidianas, como o movimento de um carro que permanece em velocidade constante até que o motorista aplique o freio.

A **Segunda Lei de Newton**, ou Princípio Fundamental da Dinâmica, afirma que a força resultante que atua sobre um corpo é proporcional ao produto de sua massa pela aceleração produzida, sendo expressa por $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Esse princípio é amplamente utilizado na engenharia e na física aplicada, permitindo o cálculo de trajetórias de projéteis, análises de estruturas e até mesmo o desenvolvimento de tecnologias de transporte (TIPLER; MOSCA, 2016).

Por fim, a **Terceira Lei de Newton**, também chamada de Lei da Ação e Reação, estabelece que para toda força de ação exercida por um corpo sobre outro, existe uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção, mas sentido oposto. Matematicamente, essa relação pode ser expressa como:

Onde: na equação 1

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

- $\vec{F}_{A,B}$ = é a força exercida pelo corpo A sobre o corpo B;
- $-\vec{F}_{B,A}$ = é a força exercida pelo corpo B sobre o corpo A.

Essa lei é fundamental em diversas aplicações práticas, como nos sistemas de propulsão. Por exemplo, em foguetes espaciais, os gases expelidos para trás geram uma força de reação que impulsiona o foguete para frente, permitindo que ele vença a gravidade terrestre e alcance o espaço (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011).

Essas três leis estão presentes em situações cotidianas e tecnológicas, evidenciando sua importância no ensino de Física. O capítulo não apenas apresenta os conceitos teóricos, mas também propõe atividades práticas e investigativas, como experimentos com carrinhos em trilhos de ar, que auxiliam os estudantes na compreensão aplicada e contextualizada dos fenômenos. Assim, promove-se uma abordagem pedagógica dinâmica, em que os alunos podem explorar, questionar e relacionar os conceitos com o mundo ao seu redor, conforme recomendado por Saviani (2019).

O uso de **e-books e materiais digitais** no ensino de Física e Ciências tem se tornado cada vez mais relevante devido à acessibilidade, interatividade e flexibilidade que oferecem. No entanto, essa abordagem também apresenta desafios que precisam ser considerados.

Nesse sentido,

O uso da tecnologia tem agregado o manuseio de equipamentos cada vez mais sofisticados para o desenvolvimento de tarefas no cotidiano. A leitura sofreu impacto perante o desenvolvimento tecnológico. O surgimento dos e-books (livros virtuais) trouxe uma revolução na publicação de livros, visto que, ferramentas digitais de leitura ganharam espaço no mercado e novas funcionalidades surgiram para tornar a leitura de um texto mais agradável. (Santos, R. B. A. *et al.*, 2021. p 36).

O avanço da tecnologia transformou a forma como consumimos a leitura, tornando os *e-books* uma alternativa acessível e funcional no ambiente educacional. No entanto, essa

revolução também traz desafios, como a adaptação dos leitores às novas ferramentas digitais e a necessidade de um acesso equitativo a esses recursos.

Ao longo da construção do e-book, alguns desafios foram identificados. Nem todas as estratégias inicialmente planejadas se mostraram eficazes, o que exigiu adaptações e reformulações. Algumas dificuldades envolveram a necessidade de tornar certos conceitos ainda mais visuais e experimentais, além da busca por um equilíbrio entre aprofundamento teórico e aplicabilidade prática. Se o projeto fosse retomado, um dos aspectos que poderiam ser aprimorados seria a ampliação das atividades experimentais e interativas, tornando a experiência de aprendizado ainda mais envolvente.

A incorporação de e-books e materiais digitais no ensino tem se mostrado uma prática cada vez mais relevante, proporcionando benefícios significativos para o processo educacional. Conforme destaca Santos et al. (2021, p. 32), "o surgimento dos e-books (livros virtuais) trouxe uma revolução na publicação de livros, visto que ferramentas digitais de leitura ganharam espaço no mercado e novas funcionalidades surgiram para tornar a leitura de um texto mais agradável". Essa transformação facilita o acesso ao conhecimento, permitindo que estudantes e educadores utilizem recursos interativos e atualizados, adaptando-se às necessidades contemporâneas da educação.

Os e-books tornam o ensino de Física mais interativo, acessível e eficiente, facilitando a aprendizagem com recursos multimídia e atualização constante. A utilização de e-books e materiais digitais no ensino de Física e Ciências tem se mostrado uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais acessível, dinâmico e interativo. Esses recursos possibilitam a inclusão de elementos multimídia, como vídeos, simulações e animações, que auxiliam na visualização de conceitos abstratos, facilitando a compreensão dos fenômenos físicos. Além disso, e-books podem ser constantemente atualizados, garantindo que o conteúdo esteja alinhado com as mais recentes descobertas científicas. Outra vantagem é a flexibilidade de acesso, permitindo que estudantes revisem os conteúdos a qualquer momento e em diferentes dispositivos. Dessa forma, o uso de materiais digitais amplia as possibilidades pedagógicas, tornando o ensino mais envolvente e adaptado às novas tecnologias educacionais. Conforme destaca Schivani et al. (2023, p. 15), "a integração de tecnologias digitais no ensino de Física permite uma aprendizagem mais ativa e participativa, facilitando a compreensão de conceitos complexos por meio de recursos interativos".

As cartilhas educacionais desempenham um papel fundamental no ensino das Ciências da Natureza, servindo como ferramentas didáticas que facilitam a compreensão de conceitos complexos e promovem a conscientização ambiental. Sua elaboração permite abordar temas científicos de maneira acessível, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e informados.

De acordo com Souza *et al.* (2020), "o uso de cartilhas educativas com design inovador e leitura atrativa contribui para a melhoria do conhecimento e da promoção do autocuidado". Essa afirmação destaca a eficácia das cartilhas na transmissão de conhecimentos científicos, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo para os estudantes.

Além disso, a elaboração de cartilhas pode integrar saberes tradicionais e científicos, enriquecendo o processo educativo. Melo *et al.* (2019) enfatizam que "a cartilha educativa pode ser construída junto ao educando, se mostrando de grande relevância e com significado para a vida dele". Essa abordagem participativa valoriza o conhecimento prévio dos alunos e promove uma aprendizagem contextualizada.

No contexto da Educação Ambiental, as cartilhas têm se mostrado eficazes na sensibilização para questões ecológicas. Alencar *et al.* (2023) relatam uma intervenção educacional que envolveu a produção de uma cartilha ambiental, afirmando que "a construção da cartilha ambiental possibilita instigar a conscientização e sensibilização seja dos alunos, seja da comunidade escolar". Isso evidencia o potencial das cartilhas como instrumentos de mobilização social em prol do meio ambiente.

A confecção de cartilhas também pode ser utilizada como estratégia pedagógica para estimular a criatividade e o engajamento dos alunos. Silva *et al.* (2018) destacam que "a produção de cartilhas como ferramenta para o ensino de geografia surge da necessidade de criar atividades que rompam com paradigmas do ensino tradicional, estimulando o estudante de forma crítica e reflexiva". Essa metodologia ativa favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

Em síntese, a elaboração de cartilhas educacionais nas Ciências da Natureza é uma prática valiosa que contribui para a democratização do conhecimento científico, promove a conscientização ambiental e estimula metodologias de ensino inovadoras, como pôde ser constatado nesse trabalho e sendo um estímulo para a continuação de projetos que possam contribuir para o ensino e a aprendizagem em Ciências.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento do e-book envolveu diversas etapas, incluindo a elaboração do conteúdo, a validação por especialistas e a testagem com estudantes. A avaliação dos juízes foi essencial para garantir a clareza, coerência e aplicabilidade do material, enquanto o feedback dos alunos possibilitou ajustes significativos na forma como os conceitos foram apresentados. Esse ciclo de aprimoramento demonstrou a importância de construir materiais educacionais de forma colaborativa, levando em conta as percepções e necessidades reais do público-alvo.

As potencialidades deste e-book para a docência são evidentes. Ele não apenas oferece suporte ao professor no planejamento e execução das aulas, mas também contribui para que os alunos se tornem mais autônomos e participativos no processo de aprendizagem. Além disso, ao apresentar os conteúdos de maneira acessível e alinhada às dificuldades mais comuns dos estudantes, o material pode atuar como um facilitador na construção do conhecimento, reduzindo a evasão e a desmotivação em relação à disciplina.

Por fim, a utilidade do e-book se manifesta no impacto que ele pode gerar no ensino de Física ao possibilitar uma abordagem mais interativa e reflexiva, tornando-se uma ferramenta para promover uma aprendizagem significativa e conectada com as vivências dos estudantes. A construção deste material reforça a importância de investir na inovação educacional e na criação de recursos que realmente dialoguem com as necessidades do contexto escolar atual. Dessa forma, o desenvolvimento deste e-book não apenas cumpriu seu objetivo inicial, mas também possibilita caminhos para novas reflexões sobre como a tecnologia e os materiais didáticos digitais podem contribuir para um ensino de Física mais dinâmico, inclusivo e eficaz.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, I. B.; SILVA, J. L. A.; SOUZA, M. S.; SILVA, M. C. A elaboração de cartilha de educação ambiental como instrumento metodológico na prática docente. In: Encontro Nacional de Licenciaturas, **Anais [...]**. 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 7, p. 3061-3068, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 4 dez. 2024.
- BARBOSA, D. F.; MONTEIRO, J.; ARAÚJO, M.; MALHEIRO, J. M. Ensino por Investigação em Ciências: concepção e prática na educação não formal. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 1, p. 25-41, 19 fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i1.11529>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- BIANCHINI, Fábio. **Ensino de física por investigação: metodologias e práticas para a construção do conhecimento científico**. São Paulo: Editora XYZ, 2010.
- BORGES, A. T. **O Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Editora Contexto, 2004.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 3 dez. 2024.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentals of Physics**. 10. ed. New York: Wiley, 2011.
- LEITE, P. S. C. Proposta de avaliação coletiva de materiais educativos em mestrados profissionais na área de ensino. **Campo Abierto**, v. 38, n. 2, p. 185-198, 2019.
- MELO, A. C.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade. **Revista Educação e (Trans)formação**, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.
- MENEZES, João. **Ensino de Física e Matemática: desafios e possibilidades**. 2. ed. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.
- MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2022.
- PIETROCOLA, Maurício. **Física: ensino e contextos culturais**. São Paulo: Editora Scipione, 2001.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. **aprendizagem e ensino de ciências: uma perspectiva construtivista**. 2009.
- SANTOS, João. **educação física: abordagens inovadoras no ensino médio**. São Paulo: Editora Educacional, 2023.
- RAMALHO, F.; NICOLAU, A.; TOLEDO, P. A. **Introdução à Física**. 9. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2009.
- SARAIVA, K. F. M.; QUEIROZ, D. M.; MEIRA, J. L. A experimentação investigativa no ensino de Ciências: uma prática necessária. In: Congresso Nacional De Pesquisas E Práticas Em Educação, 2023,

Palmas. Anais [...]. Palmas: CEEINTER, 2023. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica: uma revisão teórica sobre o conceito. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

SILVA, A. C. M.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. A produção de cartilhas como ferramenta para o ensino de geografia. **Revista Ensino de Geografia** (Recife), v. 6, n. 3, p. 81-94, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

SILVEIRA-CASTRO, M. et al. Development and validity of a method for the evaluation of printed education material. **Pharmacy Pract (Granada)**, Redondela, v. 5, n. 2, p. 89-94, jun. 2007.

SOUZA, A. C. M.; SILVA, C. M. O.; VASCONCELOS, M. B. S. Ensino de Ciências a partir de uma cartilha educativa: um estudo sistemático sobre o poder das plantas curativas. **Revista Educação e (Trans)formação**, v. 5, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

TIMOSHENKO, S. P.; YOUNG, D. H. **Engineering Mechanics**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2017.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Physics for Scientists and Engineers**. 6. ed. New York: W. H. Freeman, 2016.

URSI, Sebastião. **Ensino de Botânica: perspectivas para o desenvolvimento de competências e habilidades**. São Paulo: Editora X, 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Ensino por investigação: uma análise a partir das concepções dos professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 215-232, 2011. Disponível em: <https://www.abrapecnet.org.br>. Acesso em: 12 dez. 2024.

SANTOS, R. B. A. et al. **O impacto da tecnologia no ensino de Física: e-books e ferramentas digitais**. Universidade Federal do Pará, 2021. Disponível em: <https://sigaa.ufpa.br/sigaa/verProducao?idProducao=729905&key=34c2aebdacc4b16ce4f9f9677fca415c>. Acesso em: 8 fev. 2025.

Programa De Formação Em Física De Partículas e Astropartículas. **13 e-books de Física de Partículas para o Ensino Médio**. Sociedade Brasileira de Física, 2024. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/13-ebooks-de-fisica-de-particulas-para-o-ensino-medio/>. Acesso em: 8 fev. 2025.

FERREIRA, M.; SCHINZEL, G. H.; ANDRADE, V. C.; QUARTIERI, R. G. "Buracos Negros – Uma Proposta de Sequência Didática em Forma de UEPS para o Ensino Fundamental e Médio". In: **Pesquisa em Ensino de Física**, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366668711_Livro_EIEF_2022_UnB_Cap_9_e_61. Acesso em: 8 fev. 2025.

SILVA, J. S. da; ALENCAR, F. P.; SILVA, K. de C. R. da; SANTOS, A. M. dos. Tecnologias Digitais aplicadas ao Ensino de Física: Sequência Didática mediada pelo Software Modellus. **Revista Vitruvian Cogitationes**, v. 4, n. extra, p. 23-38, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378592188_TECNOLOGIAS_DIGITAIS_APLICADAS_AO_ENSINO_DE_FISICA_SEQUENCIA_DIDATICA_MEDIADA_PELo_SOFTWARE_MODELLUS. Acesso em: 8 fev. 2025.

SCHIVANI, M.; LUCAS, P. G.; ROMERO, T. R.. **Novos materiais e tecnologias digitais no ensino de física**. LF Editorial, 2023.

LUCAS, A. M.; MOREIRA, A. M. **Recursos digitais na escola**. 4. ed. [S.l.]: [s.n.], 2024. Disponível em: https://www.unoesc.edu.br/wp-content/uploads/2024/09/Recursos-Digitais-na-Escola-V_4-1.pdf. Acesso em: 8 fev. 2025.