

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

ANTONIO FELIPE ALVES DA SILVA

**A INSERÇÃO DE UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO INSTRUMENTO
DIDÁTICO FACILITADOR DO ENSINO-APRENDIZADO DE CINEMÁTICA**

TERESINA

2025

ANTONIO FELIPE ALVES DA SILVA

**A INSERÇÃO DE UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO INSTRUMENTO
DIDÁTICO FACILITADOR DO ENSINO-APRENDIZADO DE CINEMÁTICA.**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional
apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF,
Polo 26, da Universidade Federal do Piauí-UFPI,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Processo de ensino e
aprendizagem no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

TERESINA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Sistema de Bibliotecas UFPI - SIBi/UFPI
Biblioteca Setorial do CCN

S586i

Silva, Antonio Felipe Alves da.

A inserção de um experimento de baixo custo como instrumento didático facilitador do ensino-aprendizado de cinemática / Antonio Felipe Alves da Silva. – Teresina, 2025.
140 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2025.

“Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito”.

1. Física - Estudo e Ensino. 2. Ensino-Aprendizagem. 3. Recurso didático. 4. Cinemática. I. Brito, Valdemiro da Paz. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes - CRB3/1461



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE ANTÔNIO FELIPE ALVES DA SILVA

Às quinze horas do dia dezois de julho de dois mil e vinte e cinco, reuniu-se no Auditório do Departamento de Física da UFPI a Comissão Julgadora da Dissertação intitulada "A INSERÇÃO DE UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO FACILITADOR DO ENSINO-APRENDIZADO DE CINEMÁTICA" do discente Antônio Felipe Alves da Silva, composta pelos professores Valdemiro da Paz Brito (orientador, UFPI), José Pimentel de Lima (UFPI), Micaías Andrade Rodrigues (UFPI) e Célio Aécio Medeiros Borges (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Valdemiro da Paz Brito, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato pelo discente. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua Dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da Dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão, para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 16 de julho de 2025.

Documento assinado digitalmente
gov.br VALDEMIRO DA PAZ BRITO
Data: 17/07/2025 11:33:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Valdemiro da Paz Brito

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE PIMENTEL DE LIMA
Data: 17/07/2025 11:51:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. José Pimentel de Lima

Documento assinado digitalmente
gov.br MICAIAS ANDRADE RODRIGUES
Data: 17/07/2025 12:44:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Micaías Andrade Rodrigues

Documento assinado digitalmente
gov.br CELIO AECIO MEDEIROS BORGES
Data: 17/07/2025 12:53:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Célio Aécio Medeiros Borges

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por todos os dias realizar o milagre da vida em mim e em minha família, permitindo-me estabilidade emocional e carinho no seio familiar.

Aos meus pais Benedito Paulo e Rosa Inês, por todo o amor e dedicação empenhados durante toda minha vida, sempre com o intuito de me proporcionar uma boa educação.

A minha esposa Alana Nery, por sempre me incentivar a crescer e me apoiar em minha carreira profissional.

Ao meu irmão João Paulo, pela admiração, carinho e apoio à minha educação.

Às professoras e professores, em especial ao meu professor orientador Dr. Valdemiro da Paz Brito, ao qual devo muito respeito e orgulho em poder ter sido seu orientando na reta final de sua carreira, pela dedicação, sabedoria e orientação fundamentais ao longo desta jornada.

Aos colegas de turma: Amaranes, Huanderson, Edivaldo, Emmanuel, Fernando, Flavio, Guilherme, Paulo, Rebeca, Tayla, Jorge e Eduardo, pelas trocas de experiências apoios mútuos, pelo compartilhamento de conhecimentos que enriqueceram não apenas este trabalho, mas também minha trajetória acadêmica, agradeço ao ciclo de amizades que foram formadas.

Aos colegas professores, coordenadores e diretores do Ceti Professora Júlia Nunes, pela compreensão, em especial aos colegas Professores Me. Antônio Rodrigues pela ajuda na orientação do trabalho.

Aos alunos pela colaboração na implementação do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, que atua na expansão e consolidação da Pós-graduação *stricto sensu* em todos os estados brasileiros.

A Sociedade Brasileira de Física, que nos proporciona o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF.

A Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelo apoio acadêmico e infraestrutura que possibilitaram a realização desta pesquisa, bem como pela qualificação docente e incentivo à produção científica.

Por fim, à CAPES/CNPq pelo financiamento e valorização da pesquisa pública no Brasil.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a inserção de experimentos de baixo custo como instrumentos didáticos facilitadores no processo de ensino-aprendizagem da Cinemática, ramo fundamental da Física. A proposta surge da constatação das dificuldades enfrentadas nas escolas públicas, tais como a escassez de professores de Física, a reduzida carga horária da disciplina, a falta de laboratórios adequados e o desinteresse dos alunos. Embora a experimentação seja apontada como uma estratégia eficaz para tornar o ensino mais atrativo e significativo, muitos docentes ainda resistem à sua implementação devido à sobrecarga de trabalho e à falta de preparo técnico. Diante desse cenário, propõe-se o uso de materiais simples e acessíveis, como carrinhos de brinquedo, rampas improvisadas e cronômetros, a fim de tornar o ensino da Cinemática mais concreto e envolvente. A metodologia contempla a realização de experimentos práticos, análises comparativas entre dados experimentais e resultados teóricos, bem como a aplicação de questionários e entrevistas com os alunos para avaliar o impacto da prática no processo de aprendizagem. A fundamentação teórica baseia-se na Base Nacional Comum Curricular, que incentivam o uso de atividades experimentais contextualizadas e a valorização da aprendizagem significativa, ancorada no conhecimento prévio dos alunos. Estudos de autores como David Ausubel, Marco Antonio Moreira e Valéria Alves reforçam a importância da experimentação como meio de promover o raciocínio científico e o protagonismo estudantil. Com esta pesquisa, espera-se contribuir para a democratização do ensino de Física, oferecendo alternativas viáveis e eficazes para o ensino da Cinemática em contextos com poucos recursos. A adoção de experimentos de baixo custo poderá transformar a dinâmica das aulas, promovendo maior interesse, motivação e compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

Palavras-chave: cinemática; ensino de física; experimento de baixo custo.

ABSTRACT

This study aims to investigate the incorporation of low-cost experiments as didactic tools to facilitate the teaching and learning process of Kinematics, a fundamental branch of Physics. The proposal arises from the recognition of the challenges faced in public schools, such as the shortage of Physics teachers, limited class hours, inadequate laboratories, and students' lack of interest. Although experimentation is seen as an effective strategy to make teaching more engaging and meaningful, many teachers still resist its implementation due to workload and lack of technical training. In this context, the use of simple and accessible materials—such as toy cars, improvised ramps, and stopwatches—is proposed to make the teaching of Kinematics more tangible and interactive. The methodology involves conducting practical experiments, comparing experimental data with theoretical results, and applying questionnaires and interviews with students to assess the impact of the practice on learning outcomes. The theoretical foundation is based on the Common National Curriculum Base, which encourage the use of contextualized experimental activities and the promotion of meaningful learning, anchored in students' prior knowledge. Studies by authors such as David Ausubel, Antonio Moreira, and Valéria Alves emphasize the importance of experimentation to foster scientific reasoning and student engagement. This research seeks to contribute to the democratization of Physics education by offering viable and effective alternatives for teaching Kinematics in low-resource settings. The adoption of low-cost experiments may transform classroom dynamics, fostering greater interest, motivation, and comprehension of the subject matter among students.

Keywords: kinematics; physics teaching; low-cost experiments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Uma partícula deslocando-se sobre o eixo x , no instante t , sua coordenada terá valor $x(t)$	24
Figura 2: A curva $x(t)$ de um elevador que se move para cima ao longo do eixo x . (b) A curva $v(t)$ do mesmo elevador. Observe que a velocidade é a derivada de $x(t)$. (c) A curva $a(t)$ do elevador, que é a derivada de $v(t)$	29
Figura 3: O Carrinho de Rolimã utilizado no experimento.	33
Figura 4: Alunos em sala de aula, durante a aplicação do Pré-teste.....	42
Figura 5: Alunos realizando atividade experimental na quadra da escola.	43
Figura 6: Alunos assistindo à aplicações de conceitos fundamentais de Cinemática com o auxílio do Carrinho de Rolimã.	46
Figura 7: Professor em demonstração da aplicação de conceitos físicos.	48
Figura 8: Professor em aplicação de conceitos fundamentais utilizando o Carrinho de Rolimã.	49
Figura 9: Itens A, B e C do Pré-teste.....	51
Figura 10: Item D do Pré-teste.	52
Figura 11: Item E do Pré-teste.....	52
Figura 12: Item F do Pré-teste.	53
Figura 13: Item G do Pré-teste.	53
Figura 14: Item H do Pré-teste.	53
Figura 15: Questão 1 do Pós-teste.	55
Figura 16: Questão 2 do Pós-teste.	56
Figura 17: Questão 3 do Pós-teste sobre MRU.	56
Figura 18: Questão 4 do Pós-teste.	57
Figura 19: Questão 5 do Pós-teste.	58
Figura 20: O Carrinho de Rolimã utilizado no Projeto.	96
Figura 21: Esquema de montagem do Carrinho de Rolimã.	113
Figura 22: Marcações das peças componentes do carrinho.....	114
Figura 23: Dimensões do Carrinho de Rolimã.	115
Figura 24: Indicadores do centro de fixação e do volante do carrinho.....	115
Figura 25: Dimensões do eixo de fixação da roda dianteira.....	115
Figura 26: Rolamento dianteiro do carrinho.	116
Figura 27: Extremidades do eixo traseiro, vista inferior.	116

Figura 28: Vista superior da parte traseira do Carrinho.	117
Figura 29: Rolamentos usados no Carrinho.	118
Figura 30: Corte do assento do Carrinho.....	119
Figura 31: Rampa para realização do experimento.	119

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentuais de acertos dos alunos por questões no Pré-teste.	51
Gráfico 2: Percentuais de acertos dos alunos por questões no Pós-teste.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Habilidades da Base Nacional Comum Curricular.....	40
Quadro 2: Correspondência entre questões do Pré-teste e do Pós-teste.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
L	Comprimento percorrido (em metros)
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
MRUV	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Documento complementar aos PCNEM
PE	Produto Educacional
t	Tempo decorrido (em segundos)
UFPI	Universidade Federal do Piauí

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ	Letra grega delta maiúsculo, utilizada para indicar variação.
x	Representa a posição em relação ao eixo x.
y	Representa a posição em relação ao eixo y.
t	Indica o tempo.
x_0	Define a posição inicial em relação ao eixo x.
y_0	Define a posição inicial em relação ao eixo y.
t_0	Representa o tempo inicial.
Δx	Denota a variação da posição, ou deslocamento.
Δt	Denota a variação de tempo.
v_m	Utilizado para indicar a velocidade média.
v	Representa a velocidade instantânea
a_m	Denota a aceleração média.
a	Representa a aceleração instantânea.
d	Indica a distância percorrida.
$\int$	Integral, indica somatório no contínuo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
1.1. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o Laboratório de Física	6
1.2. Tipos de Laboratórios	7
1.2.1. Laboratório de Demonstração ou Cátedra	7
1.2.2. Laboratório Tradicional ou Convencional.....	8
1.2.3. Laboratório Biblioteca	9
1.2.4. Laboratório Divergente.....	9
1.2.5. Laboratório de Problemática.....	10
1.3. O Ensino de Ciências no Brasil	11
1.4. Atividades Experimentais e o Ensino de Física	12
1.5. Ensino de Cinemática no Ensino Médio	13
1.6. Metodologias Ativas no Ensino de Física.	15
1.6.1. Contribuições da Teoria da Aprendizagem de David Paul Ausubel	16
1.6.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel	18
1.7. Experimentos de Baixo Custo.....	20
2. ESTUDO DO MOVIMENTO	22
2.1. Sistema de Referência	22
2.2. Cinemática.....	22
2.2.1. Conceitos Iniciais	23
2.2.2. Velocidades Média, Escalar e Instantânea	26
2.2.3. Aceleração média	28
2.3. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).....	29
2.3.1. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	30
2.3.2. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).....	30
3. METODOLOGIA.....	33
3.1. Caracterização da Pesquisa	33
3.2. Campo Empírico da Pesquisa.....	34
3.3. Sujeitos Participantes da Pesquisa.....	35
3.4. Técnicas/Instrumentos para Produção de Dados	35
3.5. Produto Educacional (PE)	36
4. CINEMÁTICA NA PRÁTICA: EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS	38
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	50
5.1. Análise Quantitativa dos Resultados do Pré-teste e Pós-teste de acordo com o Número de Acertos por Habilidade	50

5.2. Análise Comparativa dos Resultados de Acordo com as Respostas de Alguns Estudantes	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE	79
APÊNDICE 2 – PÓS-TESTE	81
APÊNDICE 3 – PLANOS DE AULA	83
APÊNDICE 4 – PRODUTO EDUCACIONAL (PE)	89

INTRODUÇÃO

A experimentação em sala de aula tem sido amplamente reconhecida como uma ferramenta didática eficaz no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no contexto da Educação Básica. Diversos estudos apontam que atividades experimentais promovem maior engajamento dos alunos e facilitam a compreensão de conceitos físicos abstratos (Silva e Oliveira Duarte, 2018). No entanto, observa-se que apenas uma parcela dos professores e instituições consegue implementar práticas experimentais de forma consistente. Apesar da existência de laboratórios e equipamentos em muitas escolas, esses recursos permanecem subutilizados, seja por falta de formação específica dos docentes, seja pelas limitações estruturais e pedagógicas enfrentadas no cotidiano escolar. Além disso, há uma resistência por parte de alguns professores, que associam as atividades experimentais a uma sobrecarga de trabalho, especialmente diante da reduzida carga horária destinada ao ensino de Física nas escolas públicas brasileiras (Pena e Ribeiro Filho, 2009).

Apesar das propostas recentes de ampliação da carga horária da disciplina de Física no Ensino Médio, passando de duas para três horas semanais, observa-se que essa medida ainda não se concretizou de forma efetiva na maioria das escolas públicas. Na prática, muitos docentes enfrentam o desafio de cumprir o conteúdo programático anual com apenas uma hora de aula semanal, especialmente no Ensino Técnico de nível médio. Essa limitação compromete a qualidade do ensino e dificulta a abordagem de temas fundamentais da Física. Além disso, a escassez de professores licenciados na área agrava ainda mais o cenário, gerando lacunas no processo de aprendizagem e prejudicando a formação dos estudantes. A situação reflete um quadro estrutural crítico, marcado por políticas educacionais inconsistentes e pela falta de valorização da docência em Ciências da Natureza (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 2025; BRASIL, 2024; MNPEF, 2023).

Um estudo divulgado pelo jornal O Globo em 2003, com base em dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), revelou um cenário preocupante para a formação de professores de Física no Brasil. Segundo a projeção, até o ano de 2010 seriam formados apenas cerca de 14.200 docentes nessa área, número significativamente inferior à demanda estimada de 55 mil professores necessária para atender às escolas de Educação Básica em todo o país. Essa discrepância evidencia uma lacuna estrutural na formação de profissionais qualificados para o ensino de Ciências da Natureza, especialmente no Ensino Médio. Além disso, o estudo ressalta que não há garantias de que

todos os formandos atuariam efetivamente como professores, tampouco se estariam inseridos na rede pública ou no nível médio de ensino.

Na tese de mestrado de Sergio Rykio Kussuda (2012), ele rastreou licenciados no curso de Física entre os períodos de 1991 a 2008, a fim de saber o destino que tiveram suas vidas profissionais, dos 377 formandos no período em questão o pesquisador conseguiu contatar 273. Sendo que somente 52 responderam a um questionário proposto pelo autor. Dos 52 pesquisados 27 estavam atuando como professores e destes, 16 atuavam no Ensino Básico. Ainda segundo o autor, as condições de trabalho não têm sido suficientemente atrativas para os licenciados continuarem no magistério.

Diversos fatores dificultam a implementação de atividades experimentais no ensino de Física nas escolas brasileiras. Entre os principais obstáculos estão a ausência de roteiros prontos e acessíveis para uso imediato pelos docentes, a escassez de recursos financeiros para aquisição de componentes e materiais de reposição, e a falta de tempo para planejamento dessas atividades, especialmente diante da carga horária reduzida e da sobrecarga de trabalho enfrentada pelos professores. Além disso, muitos laboratórios escolares permanecem inativos ou sem manutenção adequada, o que inviabiliza sua utilização pedagógica (Pena e Ribeiro Filho, 2009). Soma-se a isso o fato de que grande parte dos docentes atua de forma isolada, permanecendo na escola apenas durante o período das aulas, o que limita a troca de experiências e o desenvolvimento coletivo de práticas inovadoras (Alison e Leite, 2016). Outro fator relevante é a insegurança de muitos professores frente à experimentação, decorrente da ausência de vivências práticas durante sua formação inicial, marcada pela carência de infraestrutura laboratorial nos cursos de licenciatura (Moreira, 2021).

Segundo Edina Melo (2012), atividades práticas podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem a necessidade de sofisticação da instrumentação ou de aparelhos, não havendo a necessidade de um ambiente com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais. A participação do corpo discente é importante e as Feiras de Ciências, bem planejadas, funcionam como um grande Laboratório, onde crianças têm a oportunidade uma vez no ano de vivenciar a concretização de alguns experimentos.

A Cinemática é um ramo fundamental da Física que estuda o movimento dos corpos sem levar em consideração as causas desse movimento. Ela é crucial no Ensino de Física, pois fornece as bases para a compreensão de conceitos mais avançados, como a Dinâmica. No entanto, muitas vezes, o Ensino da Cinemática pode ser abstrato e desafiador para os estudantes, principalmente devido a falta de experimentos práticos e acessíveis.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo¹ geral utilizar experimentos de baixo custo como uma abordagem inovadora para o Ensino da Cinemática. Experimentos de baixo custo referem-se a práticas experimentais que utilizam materiais simples e de baixo custo, geralmente encontrados em nosso cotidiano, tornando-os acessíveis a estudantes e professores com recursos limitados. Esses experimentos oferecem aos alunos uma oportunidade única de aplicar os conceitos teóricos da Cinemática em situações reais, consolidando uma compreensão mais profunda e significativa do conteúdo.

Neste trabalho, serão apresentados exemplos de experimentos de baixo custo na Cinemática, explorando diferentes aspectos do movimento, como velocidade, aceleração e trajetória. Os experimentos serão realizados com materiais simples, como carrinhos de brinquedo, cronômetros, fita adesiva e rampas improvisadas. Cada experimento será acompanhado de uma descrição detalhada dos procedimentos e dos conceitos físicos envolvidos.

A disciplina de Física sempre foi considerada pela maioria dos alunos como de difícil assimilação, tendo em vista que a maioria das aulas há uma dependência da teoria aliada à álgebra, onde o aluno é considerado capaz de evoluir em seu curso a partir do bom desempenho em suas avaliações (Moreira, 2021). Aliado a isso existem as dificuldades encontradas por professores da rede pública, tais como: o desinteresse da maior parte dos alunos; a falta do acompanhamento escolar por parte dos responsáveis; a base matemática; Laboratórios sucateados ou inexistentes; a reduzida carga horária dos professores de Ciências. Então há uma necessidade de novos procedimentos de Ensino de Física para melhorar a obtenção de resultados no aprendizado, visando a participação, a motivação e o aumentando do interesse dos alunos pelos conteúdos ministrados (Pena e Ribeiro Filho, 2009).

A atividade experimental em sala de aula pode ser uma transição dos modelos tradicionais de Ensino para uma forma alternativa de ensinar Física, afirma Alves (2011). Thomaz (2000), afirma que para que haja motivação dos alunos em uma atividade experimental é necessário que a proposta a eles apresentada constitua um desafio e seja apelativa, sendo necessário que tenha um problema ou uma questão que o aluno queira resolver.

Para Alves Filho (2000), a inserção da atividade experimental em sala de aula torna o Ensino de Física mais eficaz e mais próximo do aluno a partir do momento em que consideramos o contato com a linguagem científica, o conteúdo e o “senso comum” no processo de experimentação. Segundo Moreira (2009) a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva, não literal e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Em outras

palavras, os novos conhecimentos que se adquirem relacionam-se com o conhecimento Prévio que o aluno possui “senso comum”. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva no aprendizado (Ausubel, 1968).

Uma solução viável e econômica diante dos desafios enfrentados nas aulas experimentais é a criação de experimentos de baixo custo e fácil acesso. O objetivo deste trabalho é investigar a eficácia e viabilidade desses experimentos como uma abordagem inovadora para o Ensino da Cinemática. Além disso, visa selecionar e desenvolver experimentos de baixo custo que abordem conceitos fundamentais da Cinemática, como velocidade, aceleração e trajetória. Serão comparados os resultados obtidos nos experimentos de baixo custo com os resultados teóricos esperados, analisando a precisão e consistência dos dados. Para avaliar a compreensão e percepção dos conceitos de Cinemática pelos estudantes, serão aplicados questionários e entrevistas antes e após a utilização dos experimentos de baixo custo. Todos os experimentos serão realizados com materiais simples e de fácil acesso, assegurando a replicabilidade dos procedimentos e a manutenção de custos reduzidos.

Projetos com experimentos de baixo custo, como este, tem sido amplamente adotados em escolas públicas devido à sua viabilidade econômica e eficácia didática. Além de tornar a teoria mais acessível por meio da prática, esses projetos favorecem a participação ativa dos alunos na montagem e execução dos experimentos, promovendo o protagonismo estudantil. Trata-se, portanto, de atividades que vão além da exposição tradicional, permitindo que os próprios alunos construam experiências e relacionem diretamente os conceitos teóricos à prática. Essa abordagem pode contribuir potencialmente para uma aprendizagem significativa, como destacam Santos e Lira (2021), ao democratizar o acesso ao conhecimento científico e despertar o interesse dos estudantes por meio de estratégias criativas e acessíveis.

Projetos com experimentos de baixo custo, como este, são amplamente adotados em escolas públicas devido à sua viabilidade e eficácia didática. Além de apresentar a teoria de maneira prática, permite a participação ativa dos alunos na montagem desses experimentos. Ou seja, não se trata apenas de atividades expositivas, mas sim de experiências construídas pelos alunos, possibilitando que eles compreendam e fixem a teoria aplicada na prática. Isso pode resultar em uma aprendizagem significativa.

Foi com o propósito de solucionar algumas das dificuldades supracitadas que fizemos a análise das atividades experimentais de baixo custo na Cinemática em sala de aula e se elas de fato são ferramentas metodológicas facilitadoras na aprendizagem significativa do Ensino de Física. Por fim, espera-se que este estudo contribua para a promoção de uma Educação em

Física mais acessível e inclusiva, fornecendo aos estudantes e professores ferramentas práticas e de baixo custo para o Ensino da Cinemática. A adoção de experimentos de baixo custo pode transformar o método como a Cinemática é ensinada, tornando-a mais envolvente, concreta e aplicável, preparando assim os estudantes para um aprendizado efetivo e aprofundado da Física.

O próximo Capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta esta pesquisa, articulando os referenciais essenciais para a compreensão do tema. Inicialmente, analisam-se criticamente os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e sua relação com o Laboratório de Física, examinando os diversos modelos de laboratórios educacionais e seus impactos na prática docente. Em seguida, contextualiza-se o panorama do Ensino de Ciências no Brasil, destacando desafios e perspectivas contemporâneas. Por fim, aborda-se a Cinemática como eixo estruturante do trabalho, identificando tanto as lacunas quanto as potencialidades apontadas pela literatura especializada.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo está descrita a fundamentação teórica que norteia essa Dissertação. Nele fazemos uma abordagem dos Parâmetros Curriculares Nacionais e o Laboratório de Física, os tipos de Laboratórios, o Ensino de Ciências no Brasil e o assunto de Cinemática que faz parte da estruturação do trabalho.

1.1. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e o Laboratório de Física

O uso do Laboratório didático no processo Ensino-aprendizagem da disciplina de Física de acordo com os PCN sugere atividades experimentais que permitam desenvolver no aluno competências e habilidades que promovam o interesse de investigar, indagar, tirar conclusões, formular ideias, propiciando um maior desenvolvimento cognitivo, trazendo assim o aluno para a realidade tecnológica da sociedade atual. Quanto à realização dos experimentos, este deverá ser estimulado a criar situações-problema a partir de suas ideias prévias, do seu mundo vivencial, evitando assim que pense que a aquisição do conhecimento científico é uma verdade estabelecida e inquestionável (Carneiro, 2007).

Segundo este documento, o professor deverá ser um agente que interage com o aluno, instigando o desenvolvimento dessas habilidades e competências, propondo situações reais e próximas da realidade deles.

Ainda segundo os PCN:

Especialmente nas Ciências, aprendizado ativo é, às vezes, equivocadamente confundido com algum tipo de experimentalismo puro e simples, que não é praticável nem sequer recomendável, pois a atividade deve envolver muitas outras dimensões, além da observação e das medidas, como o diálogo ou a participação em discussões coletivas e a leitura autônoma. Não basta, no entanto, que tais atividades sejam recomendadas. É preciso que elas se revelem necessárias e sejam propiciadas e viabilizadas como partes integrantes do projeto pedagógico. Isso depende da escola, não só do professor. (Brasil, 1999, p. 49).

Sobre o papel da experimentação no Ensino de Ciências, os PCN afirmam:

Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico, a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, propriamente dita, é distinta daquela conduzida para a descoberta científica e é particularmente importante quando permite ao estudante diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com os quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas. (Brasil, 1998, p. 52-53 *apud* Cardoso, sd. p. 68).

A fim de melhorar a aprendizagem do aluno o Laboratório didático servirá como um recurso pedagógico explorado pelo professor. O Laboratório tem a função de ser um facilitador na aprendizagem pelo fato de trabalhar com uma metodologia diferenciada, utilizando materiais concretos, ajuda na melhor compreensão de conceitos mais abstratos. Neyla Carneiro (2007) afirma que para muitos pesquisadores, o uso de Laboratório para realização de experimentos não precisa se restringir apenas a um espaço físico previamente determinado e preparado para este fim, podendo se ampliar a denominação do Laboratório didático para além desses limites.

O Laboratório de Física deve evitar experiências que se reduzem à execução de listas de procedimentos previamente elaborados, que geralmente não fazem sentido para o aluno, se tornando algo sem significado. Propõe-se trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fios, garrafas usadas, pequenas lâmpadas e pilhas, dentre outras coisas, como também, kits mais sofisticados, tais como multímetros, osciloscópio, sendo a principal preocupação a realização das competências com as atividades desenvolvidas, segundo as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (Brasil, 1998) criado com o intuito de complementar os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

1.2. Tipos de Laboratórios

No amplo cenário da pesquisa científica e inovação, os laboratórios têm uma função essencial ao criar espaços especializados e controlados, ideais para conduzir experimentos, testes e desbravar novos horizontes. Nesse tópico iremos abordar as características e a importância dos laboratórios mais usuais em sala de aula.

1.2.1. Laboratório de Demonstração ou Cátedra

No Laboratório Demonstrativo às atividades são realizadas em espaço predeterminado, sendo a turma geralmente separada em grupos e dispondo de um roteiro experimental. Segundo Tamir (1991, *apud* Borges, 2002, p. 296), esse Laboratório é considerado tradicional a partir do momento em que “o aluno realiza atividades práticas, envolvendo observações e medidas, acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor”.

Em geral o processo de demonstração é realizado antes de se iniciar um conteúdo, objetivando a motivação dos alunos. Em algumas situações serve para ilustrar fenômenos Físicos, apresentando-os de maneira mais atraente, tendo como função a facilitação da

compreensão e auxiliando o aluno a desenvolver habilidades de “observação” e “reflexão” (Alves Filho, 2000, p. 64).

Este tipo de Laboratório está intimamente ligado à tradição *magister dixit*. Ao professor cabe exercer o papel magistral e formal de senhor absoluto do conhecimento e domínio na manipulação dos equipamentos e dispositivos. Ao aluno, afastado de qualquer participação mais ativa, é reservado o papel de ouvinte e observador passivo.

Pinho Alves Filho (2000), faz algumas críticas dizendo:

(...) Ao professor cabe exercer o papel magistral e formal de senhor absoluto do conhecimento e domínio na manipulação dos equipamentos e dispositivos. Ao aluno, afastado de qualquer participação mais ativa, é reservado o papel de ouvinte e observador passivo. Por outro lado, fica explícito, para essa concepção, o papel de acessório que tem o Laboratório no processo de Ensino. Sua realização é facultativa; daí sua ausência não resultar comprometimento maior no Ensino. Se sua utilização é de livre arbítrio do professor, então não se configura como necessária na sequência didática (...) (Alves Filho, 2000, p. 64-65).

Além disso, os aspectos “observar” e “refletir” estão muito próximos de uma visão empirista, pois o ambiente experimental está pronto para que uma certa - “coisa” seja observada. E se, partindo da observação, o aluno for solicitado a refletir, não há dúvida de que passa a aceitar que os fatos falam por si só e deles serão obtidas as leis Físicas.

1.2.2. Laboratório Tradicional ou Convencional

Nesse Laboratório a atividade é executada integralmente pelos estudantes, que em geral são separados em grupos, na medida do possível. Mesmo sendo ativa a participação do aluno sua ação é limitada assim como seu poder na tomada de decisões, devido restrições estabelecidas pelo roteiro e o tempo de permanência no Laboratório ser limitado, ou seja, o aluno fica impossibilitado de modificar o experimento. O procedimento experimental nesse Laboratório é acompanhado por um texto guia (Alves Filho, 2000).

Para complementar essa atividade, é indispensável a elaboração de um relatório significativo, fundamental para a conclusão do procedimento. Esse relatório é desenvolvido a partir da coleta de dados, criação de gráficos, aplicação de métodos, análises, discussões e conclusões acerca dos erros experimentais. Essa documentação desempenha um papel crucial como uma avaliação de aprendizado, indicando se o aluno assimilou corretamente a metodologia do professor.

Soares (1977) afirma que:

(...) As conclusões são, muitas vezes, tiradas em casa, longe dos aparelhos e do fenômeno. A conclusão torna-se difícil, assim como a análise detalhada dos dados obtidos, porque o fenômeno fica reduzido a um conjunto de números continua a crítica ao colocar que “Para um físico treinado, o qual viveu o fenômeno durante meses, estes números são excelentes representações do próprio fenômeno e para o estudante, meros esquemas, com pouca ou nenhuma representatividade do fenômeno real.(...)

Para Alves Filho (2000) o Laboratório Tradicional tem como principais características uma organização e estrutura rígida; supervisão do professor; reduzida liberdade de ação do aluno sobre o experimento e ênfase no relatório. Este tipo de Laboratório é o mais comum, em todos os níveis de Ensino. No Ensino Médio, quando existe, não apresenta uma rigidez tão grande em relação ao relatório. Mesmo com críticas, existe um consenso entre os professores em geral, que assumem a validade do Laboratório tradicional frente a objetivos tais como: possibilitar que o aluno interaja com o equipamento; verificar (comprovar) leis e princípios físicos; habilitar os estudantes no manuseio de instrumentos de medidas; oferecer suporte às aulas e/ou cursos teóricos.

1.2.3. Laboratório Biblioteca

Proposto por Oppenheimer e Correl (1964), o Laboratório Biblioteca, tem como objetivo a experimentação de rápida execução, permanecendo montados à inteira disposição dos alunos, lembrando as características de uma biblioteca. O material disposto nesse Laboratório é de fácil manuseio, possibilitando a realização de um ou mais experimentos por aula reservada. Este Laboratório difere do Laboratório tradicional, na quantidade de medidas realizadas, dados coletados e na solicitação de gráficos que neste último são menores. Seu roteiro também é pouco flexível, tendo como vantagem, a realização de uma quantidade maior de experimentos.

1.2.4. Laboratório Divergente

Este Laboratório tem semelhanças com os Laboratórios Tradicionais, sendo este menos rígido na elaboração organizacional. Neste, não se objetiva a comprovação de leis ou mesmo de conceitos, o trabalho é dinâmico possibilitando ao estudante um contato físico real, propondo a resolução de problemas, em que a solução destes, não está pré-concebida e nem a possibilidade da escolha do procedimento a ser adotado, conforme Ivany e Parlett (1968).

Segundo Shoule (1970, *apud* Alves Filho, 2000) existem dois momentos distintos nesse Laboratório. No primeiro momento, denominado “Exercício” o estudante realiza uma série de

etapas comuns a todos os demais. Esta fase tem por objetivo a familiarização dos mesmos com os equipamentos experimentais e técnicas de medida. Ela visa muito mais um treino e ambientação do aluno no Laboratório, preparando-o para a segunda fase. No segundo momento, denominado “Experimentação” caberá ao aluno decidir qual atividade será escolhida, quais os objetivos, que hipóteses serão testadas e como serão realizadas as medidas. Após esse procedimento o aluno consultará o professor a fim de corrigir eventuais falhas, viabilizando a atividade com os materiais disponíveis e o prazo estipulado.

Pinho Alves Filho (2000) afirma ainda que:

O estudante tem a liberdade de realizar o experimento que lhe convier, planejando o experimento e suas medidas, escolhendo os instrumentos de medidas e buscando as conclusões que mais lhe interessam. Essa liberdade, além de dar condições do estudante vivenciar mais intensamente o “método experimental”, o faz desenvolver a auto condução na experimentação. (Alves Filho, 2000, p. 81).

1.2.5. Laboratório de Problematização

Este Laboratório surge num ambiente escolar onde se procura problematizar o conteúdo se utilizando da contextualização, excitando a curiosidade dos alunos, onde se propõe indagações através de situações-problemas, promovendo assim um Ensino eficaz e significativo para o aluno (Carneiro, 2007). Nesse Laboratório os alunos realizam uma leitura de mundo, é o que afirma Freire (2005), ou seja, os alunos, quando observam e tentam explicar fenômenos naturais, estão fazendo uma leitura destes que pode ser interpretada como leitura de mundo.

Segundo Francisco Jr *et al.* (2008, p. 45):

A atividade experimental problematizadora deve propiciar aos estudantes a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, discutir com o professor todas as etapas do experimento. Essa atividade deve ser sistematizada e rigorosa desde a sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo, crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem. Para tanto, se acredita que a escrita é um aspecto fundamental. (Francisco Jr. *et. al.*, 2008, p. 3)

A fim de simplificar os pensamentos de Freire, Delizoicov (1983, *apud*, Francisco Jr *et al.*, 2008, p.2) estruturou a atividade problematizadora em sala de aula em três momentos pedagógicos: problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Onde no primeiro momento a problematização inicial consiste em apresentar situações reais vividas pelos alunos ou situações que eles presenciem e que, ao mesmo tempo, estão envolvidos com os temas a serem discutidos. No segundo momento ocorre a organização do conhecimento, os conhecimentos necessários para a compreensão das situações

iniciais devem ser estudados de forma sistematizada. Já o terceiro momento destina-se a capacitar os alunos na utilização do conhecimento que vem sendo adquirido.

1.3. O Ensino de Ciências no Brasil

Em fins do Século XVIII, quando, apesar da proibição de realizar atividades manufatureiras imposta por Portugal, o Brasil viu nomes como Alexandre Rodrigues Ferreira, Vicente Seabra Telles e José Bonifácio de Andrada e Silva - que estudaram fora do País - realizarem importantes trabalhos no campo das Ciências Naturais. As transformações políticas no início do século XIX, com a vinda da Família Real para o Rio de Janeiro e a passagem do Brasil para a categoria de Reino Unido ao de Portugal e Algarves, mudam o cenário. "Naquela ocasião, foram criadas escolas de Medicina em Salvador e no Rio de Janeiro, a Academia Real Militar e o Museu Real. E ainda antes da Independência, alguns naturalistas europeus visitaram o Brasil", a exemplo o pesquisador Henrique Lins do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) Click Ciência (2008).

Após a Independência o intercâmbio de cientistas com o Brasil cresceu consideravelmente, são exemplos os naturalistas Charles Darwin, Alfred Wallace, Richard Bates. A criação do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, do Observatório Imperial, da Comissão Geológica do Império, do Museu Paraense, do Museu Paulista, além de outras instituições que contaram com o apoio de D. Pedro II, também colaboraram para o desenvolvimento de uma nova mentalidade científica (Marasciulo, 2020).

No ano de 1946, o Brasil passou por importantes avanços na organização do sistema educacional, com a normatização do ensino e a criação de instituições voltadas à formação técnica e científica. Destacam-se, nesse contexto, o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) (Curso SENAC, 2023), voltado à qualificação profissional, e o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), criado como a Comissão Nacional da UNESCO no país. O IBECC teve papel fundamental na consolidação da cultura científica brasileira, promovendo projetos de divulgação científica, produção de materiais didáticos, concursos e feiras escolares, especialmente voltados ao ensino de Ciências (Abrantes e Azevedo, 2010).

O IBECC toma a liderança e começa a produzir materiais didáticos na área de Ensino de Ciências, além de proporcionar a implantação de vários projetos como feiras de Ciências, clube de Ciências e criação de museus, incentivando às pesquisas e treinamentos de professores (Carneiro, 2007). O IBECC se transformou em uma experiência institucional inovadora em

termos de divulgação científica e do Ensino de Ciências ao estender suas atividades para São Paulo em 1950, concentrando iniciativas individuais, de professores e de cientistas até então dispersos.

No ano de 1962 numa reunião da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Brasil é escolhido como sede para a implantação de um novo método de Ensino chamado “novos métodos e técnicas de Ensino de Física”. Em 1965 são criados seis centros de Ciências pelo MEC, como o: Centro de Ciências de Minas Gerais (CECIMIG) em Belo Horizonte, Centro de Ciências de São Paulo (CECISP) em São Paulo, centros criados com o objetivo de treinar professores, distribuir livros e materiais para Laboratórios de seus respectivos centros. Em 1966, o Instituto Ford concedeu uma verba que viabilizou a realização desses objetivos (Nardi, 2005). No ano seguinte, em 1967, foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), responsável pela industrialização de todo o material produzido e pela organização de cursos para profissionais do Ensino Primário.

Observando as décadas de exercício do IBECC, FUNBEC e do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), Barra e Lorenz (1986), concluem que a participação desses movimentos curriculares na criação de projetos na área de Ensino de Ciências foi extremamente importante para o desenvolvimento do Ensino no país. Esse mesmo autor ainda indaga sobre a análise das atividades dessas instituições, afirmando que existiram dois momentos de renovação curricular no Ensino de Ciências no Brasil que vão de 1950 a 1980: o primeiro momento foi o de tradução de obras americanas e inglesas, e o segundo, a criação de obras genuinamente nacionais que se adequassem as necessidades das escolas brasileiras, no que diz respeito à Ciência (Nardi, 2005).

1.4. Atividades Experimentais e o Ensino de Física

Segundo Alves (2011) se o conhecimento prévio do aluno pode ser utilizado como uma ferramenta no entendimento de alguns fenômenos que o circundam, à medida que se conseguisse fundir esse conhecimento ao Ensino das Ciências, isso ajudaria no desenvolvimento do aprendizado e assim aproximar esse conhecimento das atividades experimentais, ou seja, estaria aproximando o senso comum do aluno ao conhecimento cientificamente aceito.

Pesquisadores e professores da área de Ciências defendem a ideia de realização de atividades práticas com os alunos, visando o interesse por parte desses em estudar os conteúdos

científicos e consequentemente, a obtenção de melhores resultados na aprendizagem, bem como na construção de um ambiente mais favorável para o desenvolvimento do processo Ensino-aprendizagem, nos mais diferentes aspectos (Moreira, 2021).

Segundo Lopes *et al.* (2015) o conhecimento inicial do mundo ocorre pela percepção dos fenômenos e de seus eventos associados. É a partir dessa percepção que nos tornamos capazes de gerar algum conhecimento e uma explicação sobre eles. No entanto, o aprofundamento desse conhecimento exigiu do ser humano o desenvolvimento das inúmeras Ciências, sejam elas da natureza, sociais, exatas ou quaisquer outras, de modo que a análise e a síntese, como processos complementares, tornam-se indispensáveis para o conhecimento do mundo.

Pinho Aves (2000), afirma que o cotidiano do ser humano é totalmente ligado à experiência. Já a experimentação é atitude do homem que busca organizar seus pensamentos na construção de elementos que fornecem respostas aos fenômenos que lhes rodeiam. Ainda coloca que a liberdade especulativa da experiência se contrapõe à rigidez metodológica da experimentação. Ainda segundo esse autor, ao traçar a trajetória da experimentação, ao longo da história da Ciência, mostra que a experimentação tem sua história intimamente ligada à maneira como foi interpretada o procedimento de construção do conhecimento científico.

Apesar das discussões serem constantes em torno da importância do uso da experimentação em sala de aula e à facilitação de aprendizagem de conteúdos, são visíveis as dificuldades encontradas por professores nas escolas de nosso país, devido à falta de recursos, incentivo e a base disciplinar carente dos alunos. Ou seja, os problemas enfrentados por professores de Física na escola pública, dizem respeito a um conjunto de significações que são manifestadas sobre as condições de trabalho, as condições concretas das escolas públicas e os aspectos socioculturais dos alunos.

1.5. Ensino de Cinemática no Ensino Médio

As diretrizes e parâmetros que estruturam o Ensino Médio destacam que disciplinas como Biologia, Física, Química e Matemática compõem a área do conhecimento intitulada "Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias". Estas áreas compartilham o objetivo de investigar a natureza e os avanços tecnológicos, utilizando linguagens específicas para a representação e sistematização do conhecimento sobre fenômenos e processos naturais ou tecnológicos. Assim, contribuem para a construção da cultura científica e tecnológica, que é fruto da evolução social e econômica ao longo da história (MEC, 2006).

Com a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido. Agora, a Física deve se orientar para a formação de um cidadão contemporâneo, ativo e solidário, capaz de compreender, intervir e participar no mundo em que vive (Magnoni, 2014). Os PCN's estabelecem que o mundo vivencial dos alunos deva ser:

O ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados e relacionados com uma cultura geral. Com essa perspectiva, orientam as atividades a fim de dar sentido ao que se ensina na escola. Essa tentativa de relacionar a realidade vivida e a busca de sentido na Física escolar se torna mais evidente quando os PCN+ afirmam que 'os critérios para seleção, estabelecimento de seqüências e o planejamento devem ter como linhas mestras as competências e a necessidade de impregnar de significado prático e visão de mundo o conhecimento físico apresentado ao jovem'. Embora pareça destoar um pouco do enfoque cognitivo dado às competências, o caráter prático atribuído aos saberes escolares visa a atrair o aluno e fazer com que as competências construídas se transformem em ação" (Brasil, 2002).

Segundo os PCN+ (2002), a Física escolar deve ser contextualizada, evitando a fragmentação do conhecimento e a orientação apenas para a resolução de exercícios teóricos. A formalização matemática é necessária, mas deve ser desenvolvida como uma síntese de conceitos e relações compreendidos anteriormente de maneira fenomenológica e qualitativa.

No ensino de Física, ainda predominam aulas expositivas, resolução de exercícios e problemas, e, com menor frequência, a realização de atividades experimentais com roteiros fechados. Muitos alunos não se sentem motivados a aprender Física porque não compreendem os conceitos apresentados. Muitas vezes, são levados a decorar fórmulas e resolver problemas repetitivos que não se conectam à realidade (Oliveira, 2006).

A forma como a Cinemática é ensinada no Ensino Médio frequentemente prejudica a aprendizagem. Napolitano e Lariucci (2001) e Noronha (2025) identificaram alguns fatores que contribuem para isso:

- a) Um tempo excessivo é direcionado ao estudo da Cinemática, frequentemente em detrimento de outras áreas como Dinâmica e Gravitação;
- b) Os alunos não têm acesso a experimentos relacionados ao tema;
- c) A aprendizagem é reduzida a um conhecimento abstrato de fórmulas e terminologias, sem correlação com a natureza. Em geral, os alunos não conseguem visualizar concretamente os movimentos.

Diversos autores concordam que o ensino de Cinemática é realizado de maneira que os alunos não desenvolvem seu raciocínio e visão crítica. Rosa (2005) argumenta que o ensino é

baseado principalmente na memorização de equações e substituição de variáveis, sem relação com a experimentação e o cotidiano.

O ensino de Cinemática tem privilegiado a álgebra em detrimento da compreensão conceitual dos fenômenos. Os livros didáticos utilizados frequentemente não apresentam a base histórica necessária para justificar como os conceitos foram construídos. Incluir a história da Física pode ser uma estratégia eficaz para dar sentido ao conteúdo ministrado e melhorar as condições de preparo dos professores (Macedo, 2010).

Os livros didáticos do Ensino Médio geralmente apresentam a Física de maneira abstrata e matematicamente densa, sem explorar adequadamente os conceitos subjacentes que levaram a essas formulações. Isso resulta em um ensino de Física pragmático, que enfatiza a memorização de fórmulas (Lima, 2012).

De acordo com Souza e Donangelo (2012), a Cinemática tem ocupado menos espaço no currículo de Física do Ensino Médio, pois seus conceitos são apresentados de forma excessivamente matematizada e desconectada da realidade. Isso resulta na memorização de fórmulas e na aplicação em situações artificiais. No entanto, o estudo da Cinemática é importante porque contribui para a compreensão de outras áreas da ciência e familiariza os alunos com métodos que serão exigidos em várias outras ocasiões e contextos, como a caracterização do papel da linguagem matemática no desenvolvimento e estudo das ciências físicas.

1.6. Metodologias Ativas no Ensino de Física.

A construção do conhecimento torna-se mais eficaz quando o ensino é mediado por metodologias ativas, que promovem a participação dos alunos e estabelecem conexões entre os conteúdos teóricos e suas vivências cotidianas. Essa abordagem favorece a aprendizagem significativa, pois permite que os estudantes internalizem os conceitos por meio da resolução de problemas, projetos e atividades práticas contextualizadas (Silva *et al.*, 2024).

Atividades que envolvem o aluno ativamente tornam os conceitos físicos menos abstratos, fazendo com que a aprendizagem se torne interessante, fácil e agradável. Assim, as metodologias ativas oferecem uma alternativa pedagógica às abordagens tradicionais, orientando o ensino e a aprendizagem através de estratégias concretas e específicas (Morán, 2019).

Por isso, é importante destacar o desenvolvimento das teorias da aprendizagem e sua influência no processo de construção do conhecimento. Nesta sessão, discutiremos as

contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, além de fundamentos e reflexões sobre a Aprendizagem Significativa, utilizando metodologias ativas baseadas em atividades experimentais de baixo custo.

1.6.1. Contribuições da Teoria da Aprendizagem de David Paul Ausubel

Nos últimos anos, o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem tem passado por grandes mudanças. Os avanços científicos e tecnológicos têm trazido muitas transformações em todas as áreas do conhecimento, respondendo às exigências do mundo globalizado que demanda habilidades cognitivas avançadas para o letramento científico frente às novas demandas.

Com isso, a busca por inovações metodológicas no contexto educacional tem se intensificado. No entanto, as dificuldades históricas e culturais da educação básica, ainda muito influenciadas pelo ensino "tradicional", tornam esse "momento de transição" bastante desafiador. Por isso, o investimento em bases teóricas de diversas Teorias de Aprendizagem tem se mostrado um suporte eficaz para a reestruturação do processo educacional (Santos e Garcia, 2023).

Na educação básica, crises sociais, culturais e econômicas que afetam grande parte da sociedade contribuem continuamente para a dificuldade de superar o ensino tradicional. Esse método tradicional é muitas vezes baseado em estratégias didáticas expositivas que enfatizam a passividade dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Entretanto, o uso de Metodologias Ativas, fundamentadas em Teorias de Aprendizagem, pode possibilitar uma mudança significativa nesse cenário, promovendo uma reestruturação no ensino básico. Essas metodologias ativas buscam romper com o ensino puramente transmissivo e disciplinar. No entanto, como destacado por Sobral e Campos (2012), essa mudança no processo de ensino-aprendizagem é desafiadora, pois envolve a quebra de paradigmas estabelecidos pelos modelos tradicionais.

As sérias dificuldades enfrentadas pela sociedade atual em formar cidadãos críticos, autônomos e criativos estão intimamente ligadas ao ensino predominantemente expositivo, que limita o envolvimento dos estudantes e os torna passivos. Segundo Galiazzi (2003) e Demo (2011), esse cenário distorce o papel do professor e desmotiva os alunos, transformando as aulas em um ciclo repetitivo de ouvir, copiar, memorizar e reproduzir conteúdo em exercícios e avaliações.

No entanto, é percebido que quando os alunos se envolvem ativamente e se tornam protagonistas no processo de ensino e aprendizagem, desenvolvem-se o pensamento crítico e as competências necessárias para conectar o aprendizado ao mundo real. Nesse contexto, o uso de metodologias ativas contribui positivamente para essas perspectivas, promovendo um ensino mais dinâmico e significativo.

As metodologias ativas são estratégias de ensino inovadoras que buscam promover uma aprendizagem autônoma e prazerosa. Elas incentivam os estudantes a construir conhecimento a partir de problemas e situações reais. Essas metodologias direcionam os processos de ensino e aprendizagem com estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas do usual (Morán, 2019).

Essas considerações refletem a ideia de que essa nova realidade deve ser orientada por diversas sugestões para desenvolver os processos de ensino e aprendizagem, de modo a atender às exigências da sociedade contemporânea. Essa necessidade não é nova, mas tem se tornado cada vez mais evidente. Os avanços científicos e tecnológicos na contemporaneidade têm provocado muitas mudanças, e a reestruturação do cenário educacional despertou o interesse de diversos teóricos e pesquisadores da educação. Eles foram motivados pela situação crítica em que o processo de ensino e aprendizagem se encontrou parado, necessitando urgentemente de inovação e atualização para acompanhar as novas demandas sociais (Oliveira e Assunção, 2024).

Sobre isso, vale voltar a atenção acerca das contribuições da Teoria de David Paul Ausubel integradas a esse processo de busca à transformação do cenário educacional. David Paul Ausubel, nascido em 25 de outubro de 1918 em Nova York, foi um psicólogo e educador americano de grande destaque. Crescido em uma família judia imigrante da Europa Central, ele se formou em psicologia pela Universidade da Pensilvânia em 1939 e, posteriormente, obteve seu doutorado em psicologia do desenvolvimento pela Universidade de Columbia em 1950.

Durante sua carreira, Ausubel ocupou posições em várias universidades, incluindo a Universidade de Illinois, a Universidade de Toronto e a Universidade da Cidade de Nova York, onde permaneceu até sua aposentadoria em 1973. Após se aposentar, ele se dedicou à prática psiquiátrica e publicou várias obras importantes, incluindo "Psicologia Educacional: Um Ponto de Vista Cognitivo" e "Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel".

Em 1976, Ausubel recebeu o Prêmio Thorndike da American Psychological Association por suas contribuições notáveis à educação. Ele continuou a escrever e publicar até sua morte em 9 de julho de 2008, deixando um legado duradouro na psicologia educacional e na teoria da aprendizagem.

Ausubel é mais conhecido por sua teoria da Aprendizagem Significativa, que enfatiza a importância de integrar novos conhecimentos aos conceitos pré-existentes dos alunos para facilitar a aprendizagem eficaz. Ele acreditava que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando os novos conteúdos são relacionados ao que o aluno já sabe, utilizando organizadores prévios como ponte para essa integração.

Seus trabalhos continuam a influenciar educadores e pesquisadores ao redor do mundo, promovendo uma abordagem mais significativa e integrada ao ensino e à aprendizagem, destacando a importância de conectar o novo conhecimento ao prévio para uma compreensão mais profunda e duradoura.

Em contramão ao behaviorismo, a abordagem de ensino e aprendizagem de Ausubel baseia-se no “processo de aquisição de novos significados reais a partir dos significados potenciais apresentados no material de aprendizagem e de torná-los mais disponíveis” (Ausubel, 2003, p. 113).

Nesse viés, essa concepção apoia o desenvolvimento de metodologias ativas no ensino e aprendizagem, promovendo a autonomia intelectual do aluno e o protagonismo. Isso é reforçado pelas diversas práticas pedagógicas fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) defendida por Ausubel.

Segundo Puhl *et al.* (2020), as ideias de Ausubel chegaram ao Brasil no início da década de 1970, trazidas pelo professor Joel Martins. Foi durante os cursos de Pós-graduação ministrados por Martins na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) que as ideias do pesquisador norte-americano começaram a ser disseminadas.

1.6.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel

Para Ausubel *et al.*, a essência da Aprendizagem Significativa é que as ideias simbolicamente expressas se relacionem com as informações previamente adquiridas pelos alunos, de maneira não arbitrária e substantiva (Ausubel *et al.*, 1980).

Quando o ensino de Física é fundamentado na Aprendizagem Significativa, ele estabelece bases firmes para a construção de novos conceitos. Isso está alinhado com a teoria de Ausubel, um defensor do construtivismo, que acredita que o aluno é o principal agente de sua própria aprendizagem.

Segundo (Ausubel *et al.*, 1980), uma das condições essenciais para que ocorra a Aprendizagem Significativa é a predisposição do aluno para relacionar o novo material de forma substantiva com seus conhecimentos prévios. Para isso, é necessário que o novo conteúdo

tenha um potencial significativo, capaz de ser incorporado de maneira substancial à estrutura de conhecimento do aluno.

Vários fatores podem interferir na estrutura cognitiva dos estudantes tais como: as diferentes condições socioemocionais, culturais e até mesmo de idade, segundo Lemos (2011, p.27), uma estrutura cognitiva mais estável e organizada aumenta a capacidade do indivíduo de assimilar novas informações, aprender de forma eficaz e atuar com autonomia em sua realidade. Dado que essas variações são bastante evidentes no ambiente escolar, é crucial ter um cuidado especial ao lidar com esses casos diretamente.

Dentre as causas das dificuldades no aprendizado, pode existir a possibilidade de que os alunos não possuam conhecimentos prévios sobre alguns conceitos. Isso significa que eles podem desconhecer certos conteúdos, mesmo que esses conceitos sejam aplicáveis em seu cotidiano ou conhecidos pelo senso comum. Por isso, é essencial que o professor tenha a sensibilidade de identificar quando é necessário explicar os conceitos de forma mais detalhada e criar propostas didáticas que atendam a essa necessidade. Dessa maneira, a aprendizagem significativa poderá dar lugar à aprendizagem mecânica, um processo que Ausubel considera necessário quando o conteúdo é completamente novo para os estudantes.

Com isso em mente, Ausubel destaca a necessidade de desenvolver conceitos "subsunçores" inexistentes, que podem ser introduzidos por meio de materiais específicos e bem direcionados. Esses materiais devem ser disponibilizados antes do conteúdo principal ser ensinado, permitindo que os alunos façam a conexão entre o que já sabem e o novo conhecimento apresentado.

Acredita-se que essa abordagem torne a aprendizagem mais eficaz, pois pode "dar significado" ao conhecimento, facilitando a construção, compreensão e aplicação dos conceitos, promovendo um aprendizado duradouro (Ausubel *et al.*, 1980). Isso contrasta fortemente com a aprendizagem mecânica, que se baseia apenas na memorização de fórmulas e teorias (Oliveira, 2023).

A expansão e reestruturação das ideias já existentes, juntamente com as abstrações e conceitos que estejam armazenados e organizados na estrutura cognitiva do indivíduo, capacitam-no a estabelecer conexões com os novos conhecimentos adquiridos, fortalecendo a Aprendizagem Significativa. Nesse contexto, é importante ressaltar o termo "organizadores prévios", que inclui estratégias para manipular a estrutura cognitiva. Esses organizadores podem ser aplicados quando o estudante não possui subsunçores adequados para ancorar novas aprendizagens, ou quando esses subsunçores não são suficientemente satisfatórios e estáveis para cumprir essa função (Ausubel *et al.*, 1980).

Para compreender melhor a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), é crucial entender que, conforme discutido anteriormente, para que ela ocorra, as novas ideias devem ser relacionadas pelo estudante de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária. Isso significa que essas ideias não seguem literalmente o sentido exato, mesmo que interajam com os conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Segundo Moreira (2011), Ausubel denominou esses conceitos como subsunçores ou ideias-âncoras.

Portanto, a não arbitrariedade e a substantividade são dois elementos essenciais para a formação da Aprendizagem Significativa. De acordo com Ausubel *et al.* (1980, p.525), a não arbitrariedade é uma “[...] propriedade de uma tarefa de aprendizagem (por exemplo, plausibilidade, não aleatoriedade) que a torna relacionável com a estrutura cognitiva humana no sentido abstrato do termo, em alguma base ‘sensata’”. E a substantividade, ainda segundo Ausubel *et al.* (1980, p.527), é uma “[...] propriedade de uma tarefa de aprendizagem que permite a substituição de elementos sinônimos sem mudança do significado ou alteração significativa no conteúdo da própria tarefa”.

1.7. Experimentos de Baixo Custo

A ausência de laboratórios bem equipados nas escolas públicas continua sendo um desafio para o ensino de Ciências, especialmente da Física. Diante dessa realidade, diversos autores têm defendido o uso de materiais de baixo custo como alternativa viável para promover a experimentação científica. Essa abordagem permite que os alunos tenham acesso a atividades práticas mesmo fora de ambientes laboratoriais tradicionais, favorecendo a aprendizagem significativa e a inclusão. Alves e Medeiros (2023) destacam que materiais recicláveis e de fácil acesso, como garrafas PET, papelão, canos de PVC e elásticos; podem ser utilizados na construção de experimentos simples, capazes de estimular o interesse dos estudantes e facilitar a compreensão de conceitos físicos.

Mesmo diante da escassez de recursos financeiros e do limitado tempo disponível aos educadores para prepararem aulas mais envolventes e estimulantes, esses elementos podem ser considerados contribuintes para a atual situação predominante nas escolas. Experiências de custo acessível, abordagens criativas e uma comunidade lógica no ensino de Ciências que seja simples e economicamente viável, especialmente levando em conta a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, como destacado por Eduardo Valadares (2001), têm o potencial de aumentar a motivação, o entusiasmo e o interesse pela Ciência e suas aplicações práticas.

A proposta de trabalhar com materiais simples não se resume apenas ao fator custo, mas também à necessidade de que os alunos possam dominar todo o processo de aquisição de conhecimento. Isso é feito através da construção, por seus próprios meios, dos aparatos que servirão como objeto de estudo. A familiaridade com os materiais utilizados aproxima o aluno do conhecimento científico. Kaptisa (1985) afirma que, “para que um estudante compreenda um experimento, ele próprio deverá executá-lo, mas entenderá muito melhor se, além de realizar o experimento, construir os instrumentos para sua experimentação”, demonstrando como a ciência Física se aplica ao mundo real.

Eduardo Valadares (2001), em seu artigo “Propostas de Experimentos de Baixo Custo”, afirma que o papel do professor é facilitar o procedimento pedagógico. Para isso, é necessário criar um ambiente “agradável” em sala de aula, afirmando que:

(...) O ponto de partida é a construção do conhecimento pelos alunos e para os alunos, no qual o papel do professor seja essencialmente o de um facilitador do processo pedagógico. Para tanto ele deve ser capaz de gerar um ambiente favorável ao trabalho em equipe e à manifestação da criatividade dos seus alunos por intermédio de pequenos desafios que permitam avanços graduais. É de se esperar que tais mudanças levem algum tempo. A inclusão de protótipos e experimentos simples em nossas aulas tem sido um fator decisivo para estimular os alunos a adotarem uma atitude mais empreendedora e a romper com a passividade que, em geral, lhes é subliminarmente imposta nos esquemas tradicionais de Ensino. Os projetos que temos priorizado utilizam basicamente materiais reciclados e de baixo custo. Isto torna os projetos acessíveis a todas as escolas, especialmente aquelas carentes de recursos financeiros. (...) (Valadares, 2001, p. 02.)

A inclusão de experimentos de baixo custo nas aulas de Ciências não só democratiza o acesso ao conhecimento científico, mas também desenvolve habilidades práticas e cognitivas nos estudantes. Ao construir seus próprios aparatos, os alunos não apenas aprendem conceitos teóricos, mas também desenvolvem uma compreensão mais profunda e duradoura sobre como a Ciência se aplica ao mundo real. Essas práticas podem transformar a sala de aula em um espaço dinâmico e interativo, onde a curiosidade e a criatividade são estimuladas, promovendo um ambiente de aprendizado mais eficaz e significativo.

2. ESTUDO DO MOVIMENTO

Neste Capítulo, daremos início à análise das equações que descrevem o movimento, partindo de uma abordagem descritiva, na qual o foco está no comportamento do movimento em si, independentemente das forças que o provocam. Na Física, essa área de estudo é conhecida como Cinemática. Quando passamos a relacionar o movimento com suas causas, entramos no campo da Dinâmica. Juntas, essas duas disciplinas compõem a Mecânica, conforme destacado por Nussenzveig (2013).

A investigação sobre o movimento remonta a épocas muito anteriores a Galileu, havendo diversos registros históricos sobre o tema. Contudo, poucos desses trabalhos são considerados relevantes hoje, uma vez que muitos estudiosos da antiguidade não se preocupavam em estabelecer definições precisas para as grandezas físicas envolvidas. Galileu, em contrapartida, conseguiu delimitar com clareza esses conceitos, embora sua metodologia não seja mais considerada adequada pelos padrões contemporâneos (Silva *et al.*, 2019).

2.1. Sistema de Referência

De acordo com Chaves e Sampaio (2012), o movimento é um fenômeno relativo, pois, ao afirmarmos que um corpo está em deslocamento, devemos sempre especificar em relação a qual objeto ou ponto de referência esse movimento está sendo avaliado. Para ilustrar, imagine uma situação em que duas pessoas estão sentadas lado a lado dentro de um ônibus em movimento. Dos pontos de vista uma da outra, ambas permanecem paradas. No entanto, para um observador externo, como alguém em uma parada, essas mesmas pessoas estão se deslocando junto com o veículo. Se uma delas se levantar e caminhar pelo corredor a 5 km/h, sua velocidade, do ponto de vista do observador fora do ônibus, será a soma da velocidade do passageiro com a do próprio ônibus.

Dessa forma, para caracterizar corretamente o movimento de um objeto, é fundamental definir um referencial adequado. Além disso, é essencial que o deslocamento seja associado a uma direção específica (como norte, sul, leste, entre outras) e que o sistema de referência adotado mantenha uma orientação fixa.

2.2. Cinemática

A Cinemática é o ramo da Física que estuda o movimento dos corpos, analisando seus deslocamentos, trajetórias, velocidades e acelerações sem considerar as causas que os geram.

No contexto do Ensino Médio, a Cinemática é uma parte essencial do currículo de Física, pois proporciona aos estudantes uma compreensão fundamental das grandezas Físicas relacionadas ao movimento.

Nesse nível de Ensino, os alunos são introduzidos aos conceitos básicos da Cinemática, como posição, deslocamento, distância percorrida e tempo. Através de equações simples, como as do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), os estudantes aprendem a calcular velocidades médias, acelerações e deslocamentos em problemas de movimento unidimensional.

Além disso, a Cinemática permite que os alunos explorem movimentos bidimensionais como: lançamentos de projéteis, e compreendam a relação entre a velocidade e a aceleração em diferentes situações. Através do uso de sistemas de coordenadas cartesianas, eles podem analisar o movimento em duas dimensões, incluindo movimentos curvilíneos e componentes vetoriais.

A abordagem pedagógica no Ensino de Cinemática deve ser voltada para a compreensão conceitual, com ênfase na resolução de problemas práticos e contextualizados. É fundamental que os professores estimulem a participação ativa dos alunos por meio de atividades investigativas, demonstrações práticas e experimentos simples. O uso de recursos tecnológicos, como simulações computacionais e aplicativos interativos, também pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e auxiliar na visualização e compreensão dos conceitos cinemáticos.

Ao desenvolver habilidades de análise e interpretação dos movimentos, os estudantes adquirem uma base sólida para prosseguir em outras áreas da Física e Ciências em geral. Além disso, a Cinemática tem aplicação prática em outras áreas afins como: Animação e computação gráfica, engenharia automotiva, robótica, biomecânica, análise de tráfego, astronomia, dentre outros.

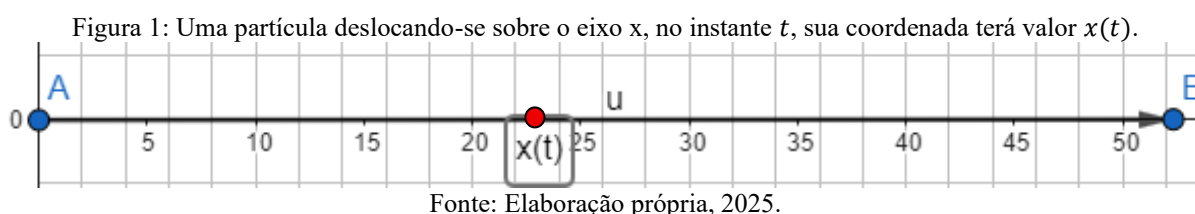
Em resumo, o estudo da Cinemática no Ensino Médio proporciona aos alunos uma compreensão essencial dos princípios fundamentais do movimento, permitindo-lhes desvendar os padrões do mundo físico ao seu redor e desenvolver habilidades analíticas que são valiosas em suas trajetórias educacionais e profissionais.

2.2.1. Conceitos Iniciais

O estudo da Cinemática inicia-se pela definição de posição de uma partícula. Considerando um sistema de referência previamente estabelecido, a posição de um corpo em um dado instante pode ser representada por um vetor $\vec{x}(t)$, cujas coordenadas variam em função

do tempo. Assim, a posição fornece informações não apenas sobre o local em que o corpo se encontra, mas também sobre sua relação espacial com a origem do sistema de referência adotado (Barreto e Xavier, 2016).

Ao especificar a posição de um objeto em movimento, considera-se a partícula como uma entidade pontual, sem a necessidade de indicar qual parte específica está sendo analisada. Nessa condição, o movimento é descrito apenas pela translação, dispensando a consideração de rotações ou da orientação do corpo. Quando a trajetória ocorre ao longo do eixo x , basta acompanhar a variação da coordenada x em função do tempo. Com o auxílio de um cronômetro, registra-se o instante t , de modo que a posição da partícula pode ser expressa como $x(t)$, conforme ilustrado na Figura 1.



Segundo Knight (2009, p. 5), representar um objeto como uma partícula é a maneira mais direta de descrever fenômenos físicos. Essa simplificação é denominada modelo de partícula, que destaca os elementos principais de um movimento enquanto ignora aspectos menos relevantes. Nesse modelo, considera-se que toda a massa do objeto está concentrada em um único ponto.

Essa aproximação funciona bem para descrever o movimento de foguetes, veículos e objetos similares. No caso de seres humanos, a análise torna-se mais complexa devido aos movimentos adicionais dos seus membros. Contudo, o modelo de partícula ainda oferece uma descrição razoável (Knight, 2009). Para corpos que não podem ser reduzidos a uma única partícula, é possível tratá-los como um conjunto de partículas interligadas.

A partir desta noção de posição, define-se o deslocamento vetorial, entendido como a diferença entre as posições final e inicial de uma partícula em um intervalo de tempo (Halliday *et al.*, 2012). Em termos matemáticos:

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}(t_2) - \vec{x}(t_1) \quad (1)$$

no qual $\vec{x}(t_1)$ corresponde à posição inicial e $\vec{x}(t_2)$ à posição final no intervalo de tempo considerado. O deslocamento é, portanto, uma grandeza vetorial que indica a variação efetiva da posição do corpo em relação ao sistema de referência, distinguindo-se de grandezas escalares, como a distância percorrida.

A distância percorrida corresponde ao comprimento total da trajetória descrita pela partícula em movimento. Diferentemente do deslocamento, que é uma grandeza vetorial, a distância é uma grandeza escalar, pois depende apenas do valor absoluto do percurso realizado, sem levar em consideração a direção do movimento. Assim, mesmo que a partícula retorne ao ponto de partida, a distância percorrida será diferente de zero, enquanto o deslocamento será ser nulo (Villas Bôas *et al.*, 2012).

O tempo, por sua vez, desempenha papel central na descrição do movimento. Representado por t , é considerado uma grandeza escalar e, no contexto da Cinemática, atua como variável independente. Em geral, mede-se um intervalo de tempo $\Delta t = t_2 - t_1$, que permite relacionar a variação da posição da partícula e, conseqüentemente, definir grandezas derivadas como velocidade e aceleração. A associação entre deslocamento e intervalo de tempo constitui a base para o estudo quantitativo do movimento, servindo de fundamento para as equações do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) que serão descritos posteriormente.

Contudo, a partir deste ponto, passaremos a analisar o deslocamento de um objeto ao longo de uma trajetória reta, conhecido como movimento retilíneo. Classificar e comparar diferentes tipos de movimento pode se tornar uma tarefa complexa, levando a questionamentos como: Quais grandezas devem ser medidas? Que critérios utilizar para estabelecer comparações? Segundo Halliday et al (2012, p. 13), as características fundamentais dos movimentos unidimensionais podem ser estudadas a partir de três perspectivas distintas:

Vamos supor que o movimento se dá ao longo de uma linha reta. A trajetória pode ser vertical, horizontal ou inclinada, mas deve ser retilínea.

As forças (empurrões e puxões) modificam o movimento, mas não serão discutidas [...] neste capítulo, vamos discutir apenas o movimento em si e suas mudanças, sem nos preocupar com as causas. O objeto está se movendo cada vez mais rápido, cada vez mais devagar, ou o movimento mudou de direção? Se o movimento está mudando, essa mudança é brusca ou gradual?

Vamos supor que o objeto em movimento é uma partícula (ou seja, um objeto pontual, como um elétron) ou um objeto que se move como uma partícula (isto é, todas as partes do objeto se movem na mesma direção e com mesma rapidez). Assim, por exemplo, podemos imaginar que o movimento de um corpo rígido deslizando em um escorrega é semelhante ao de uma partícula; não podemos dizer o mesmo, porém, para uma bola rolando em uma mesa de sinuca.

A passagem evidencia a importância de iniciar o estudo do movimento a partir de uma análise restrita às suas características, sem considerar, em um primeiro momento, as causas que o produzem. Esse procedimento favorece uma compreensão gradual dos conceitos de trajetória, variação de velocidade e mudanças de direção, estabelecendo bases sólidas para discussões posteriores sobre a dinâmica. A diferenciação entre partícula e corpo extenso, exemplificada

por situações do cotidiano, ilustra a relevância das simplificações adotadas na modelagem física, recurso que possibilita análises mais objetivas e adequadas ao nível introdutório da Cinemática.

2.2.2. Velocidades Média, Escalar e Instantânea

Conforme Halliday *et al.* (2012), o termo velocidade refere-se à rapidez com que um objeto muda de posição. Para uma definição precisa, considere:

- $x_1 = x(t_1)$ e $x_2 = x(t_2)$, como as posições de uma partícula nos instantes t_1 e t_2 , respectivamente.
- O deslocamento é dado por $\Delta x = x_2 - x_1$.
- O intervalo de tempo correspondente é $\Delta t = t_2 - t_1$.

A velocidade média v_m é então definida como:

$$v_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2)$$

onde:

- Δx : representa a variação de posição (deslocamento).
- Δt : é a duração do movimento.

Vale ressaltar que a velocidade média não depende da trajetória percorrida, mas apenas distância percorrida. Para Chaves e Sampaio (2012), a velocidade escalar média relaciona a distância total percorrida Δd com o tempo gasto:

$$|v_m| = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad (3)$$

A velocidade escalar é sempre um valor positivo, enquanto a velocidade média pode ser negativa se o deslocamento ocorrer no sentido oposto ao eixo de referência. Essa distinção é crucial para aplicações cotidianas, como medir a rapidez de um veículo sem considerar sua direção.

A aplicação do conceito de velocidade escalar estende-se igualmente a trajetórias curvilíneas. Para tal determinação, mede-se a distância efetivamente percorrida ao longo da trajetória e divide-se esse valor pelo tempo decorrido. Como exemplo ilustrativo, consideremos um automóvel que parte do marco 100 *km* e atinge o marco 200 *km* em exatamente 60 minutos - neste caso, o veículo desenvolveu uma velocidade escalar média de 100 *km/h* durante o percurso.

No âmbito do Sistema Internacional de Unidades (SI), tanto a velocidade escalar média quanto a velocidade média são expressas em metros por segundo (m/s). Esta unidade corresponde à velocidade de uma partícula que percorre exatamente 1 metro no intervalo de 1 segundo. É relevante destacar que essas grandezas cinemáticas podem ser igualmente expressas através de outras combinações de unidades de distância e tempo, como milhas por hora ou pés por minuto, conforme a necessidade específica do problema (Alonso e Finn, 1972).

Ao realizarmos uma viagem rodoviária, como por exemplo, o trajeto entre Teresina (PI) e Piripiri (PI), a observação atenta do velocímetro do veículo revela flutuações contínuas em sua indicação. Este instrumento mede precisamente a velocidade escalar instantânea do veículo em cada momento do percurso. Caso hipotético em que o velocímetro se mantivesse constantemente indicando 60 km/h , sem variações, implicaria que a velocidade escalar média em qualquer intervalo de tempo equivaleria exatamente a 60 km/h . Neste contexto, a velocidade escalar média representa o valor médio das indicações do velocímetro durante o período considerado.

Até o presente momento, abordamos duas distintas formas de caracterizar a velocidade de um objeto: a velocidade média e a velocidade escalar média, ambas definidas para um intervalo de tempo Δt . Contudo, quando nos referimos à rapidez de um objeto, geralmente estamos considerando a rapidez específica em um instante determinado. Esta grandeza é denominada velocidade instantânea (ou simplesmente velocidade) v .

Segundo Alonso e Finn (1972), a determinação da velocidade instantânea pode ser realizada a partir do conceito de velocidade média, mediante a redução progressiva do intervalo de tempo Δt até aproximar-se assintoticamente de zero. À medida que Δt diminui, a velocidade média converge para um valor limite, que corresponde à velocidade instantânea. Formalmente, esta definição é expressa por:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (4)$$

Que, por definição operacional, corresponde à derivada da posição x em relação ao tempo t :

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

Observa-se que v representa a taxa temporal de variação da posição x em um instante específico. Geometricamente, v corresponde à inclinação da curva posição-tempo no ponto considerado. É fundamental enfatizar que a velocidade instantânea é uma grandeza vetorial, possuindo, portanto, módulo, direção e sentido bem definidos.

A velocidade escalar instantânea (ou simplesmente velocidade escalar) corresponde ao módulo da velocidade vetorial, ou seja, representa a magnitude da velocidade desprovida de informação direcional. É crucial diferenciar que a velocidade escalar média e a velocidade escalar instantânea podem apresentar valores significativamente distintos. Por exemplo, partículas movendo-se com velocidades de $+60 \text{ m/s}$ e -60 m/s possuem idêntica velocidade escalar (60 m/s), embora seus vetores velocidade sejam opostos. O velocímetro de um veículo indica exclusivamente a velocidade escalar, pois não fornece informação vetorial sobre a direção e o sentido do movimento.

2.2.3. Aceleração média

Conforme Halliday *et al.* (2012), quando ocorre variação na velocidade de uma partícula - seja em magnitude, direção ou ambos - dizemos que a partícula sofreu aceleração. Para movimentos unidimensionais ao longo de um eixo coordenado, a aceleração média a_m em um intervalo de tempo Δt é definida como:

$$a_m = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad (6)$$

Onde v_1 e v_2 representam as velocidades instantâneas nos instantes t_1 e t_2 , respectivamente. A aceleração instantânea, ou simplesmente aceleração, é obtida através do processo de limite:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (7)$$

Este limite representa o valor instantâneo da taxa de variação temporal da velocidade. Alternativamente, a aceleração instantânea pode ser expressa como a derivada temporal da velocidade:

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

Combinando as equações (4) e (7), obtemos a relação fundamental:

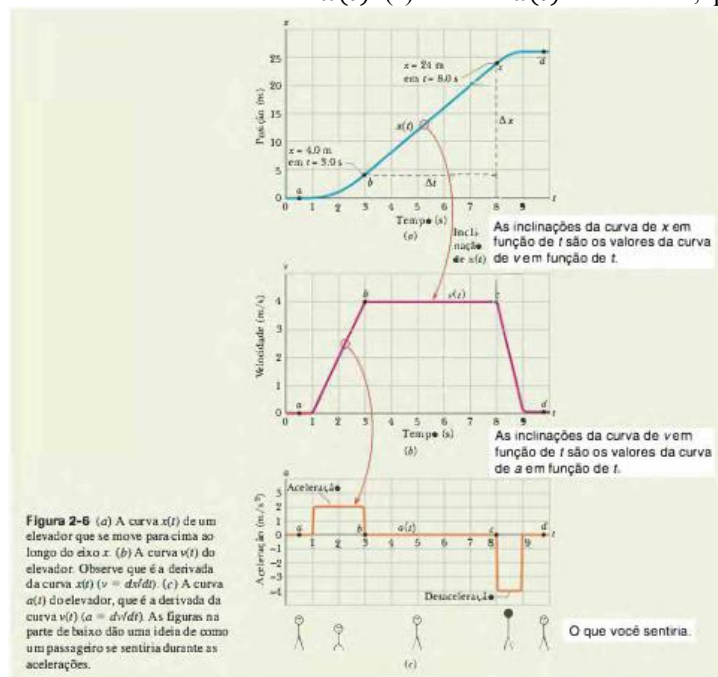
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (9)$$

A aceleração instantânea de uma partícula representa, portanto, a segunda derivada temporal da posição. Geometricamente, em um gráfico velocidade x tempo, a aceleração em um ponto qualquer corresponde à inclinação da curva naquele ponto específico.

No Sistema Internacional, a unidade padrão para aceleração é o metro por segundo ao quadrado (m/s^2), embora outras combinações de unidades de comprimento e tempo ao

quadrado possam ser utilizadas conforme o contexto. Como grandeza vetorial, a aceleração possui módulo, direção e sentido bem definidos. O sinal algébrico associado à aceleração em problemas unidimensionais indica seu sentido relativo ao eixo de referência: valores positivos indicam aceleração no sentido positivo do eixo, enquanto valores negativos indicam aceleração no sentido oposto. A Figura 2 ilustra graficamente essas relações fundamentais.

Figura 2: A curva $x(t)$ de um elevador que se move para cima ao longo do eixo x . (b) A curva $v(t)$ do mesmo elevador. Observe que a velocidade é a derivada de $x(t)$. (c) A curva $a(t)$ do elevador, que é a derivada de $v(t)$.



2.3. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Após o entendimento sobre o estudo dos movimentos retilíneos, o qual constitui uma etapa fundamental da Cinemática, dentro desse contexto, distinguem-se dois casos de grande relevância: o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Embora esses modelos simplificados, ainda que não abarquem toda a complexidade dos movimentos encontrados na natureza, são indispensáveis para a formação inicial do estudante, uma vez que fornecem a base para compreender e descrever fenômenos mais complexos da Mecânica.

2.3.1. Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU): O MRU é caracterizado por um movimento retilíneo ao longo de uma trajetória com velocidade constante. Nesse tipo de movimento, a aceleração é nula, e a velocidade média em qualquer intervalo de tempo é igual à velocidade instantânea, deste modo os deslocamentos realizados em intervalos de tempo iguais são sempre iguais.

A equação que descreve o MRU é dada por:

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^t v(t') dt' \quad (10)$$

no qual:

- $x(t)$: Posição no instante t .
- x_0 : Posição inicial (em t_0).
- $v(t')$: Velocidade em função do tempo.
- t' : Variável de integração (diferente do limite superior t para evitar ambiguidade).

Embora represente um modelo idealizado, raramente observado em sua forma pura na natureza, o MRU desempenha papel central no processo de ensino-aprendizagem, tanto por sua simplicidade conceitual quanto pela possibilidade de aplicação em experimentos didáticos de fácil reprodução. Dessa forma, consolida-se como um ponto de partida essencial para a análise de movimentos mais complexos, em especial aqueles que envolvem a presença de aceleração.

2.3.2. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV): O MRUV envolve um movimento retilíneo com aceleração constante ao longo do tempo. Nesse caso, a velocidade do objeto varia uniformemente com o tempo, aumentando ou diminuindo de quantidades iguais em intervalos de tempo iguais. A aceleração é representada por " a " e pode ser positiva (aumentando a velocidade) ou negativa (diminuindo a velocidade). Dessa forma, diferentemente do MRU, em que a velocidade se mantém constante, o MRUV descreve situações em que há variação contínua da velocidade em razão da presença de aceleração constante ($a \neq 0$).

A descrição do MRUV pode ser representada por três equações principais:

1. Equação da Velocidade:

$$v(t) = v_0 + \int_{t_0}^t a(t') dt' \quad (11)$$

Em que:

- $v(t)$: Velocidade no instante t .
- v_0 : Velocidade inicial (em t_0).
- $\int a(t') dt'$: Integral da aceleração em função do tempo (de t_0 a t).

2. Equação do Deslocamento:

$$S(t) = S_0 + \int_0^t (V_0 + at') dt' \quad (12)$$

$$S(t) = S_0 + V_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (13)$$

em que:

- S : Posição final do objeto no instante t (em metros, m).
- S_0 : Posição inicial do objeto (em metros, m).
- v_0 : Velocidade inicial do objeto (em metros por segundo, m/s).
- t : Tempo decorrido (em segundos, s).
- a : Aceleração constante (em metros por segundo ao quadrado, m/s^2).

3. Equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(S - S_0) \quad (14)$$

no qual:

- v : é a velocidade final do objeto;
- v_0 : é a velocidade inicial do objeto;
- a : é a aceleração do objeto;
- S : é a posição final do objeto;
- S_0 : é a posição inicial do objeto;
- t : é o tempo de observação transcorrido.

O MRUV, apesar de ser um modelo simplificado, está mais presente na natureza do que o MRU. Isso ocorre porque é raro que um corpo mantenha a velocidade constante, já que forças externas costumam atuar sobre ele, alterando seu movimento. Exemplos comuns são a queda dos corpos, o movimento de um carro acelerando ou freando, e até mesmo o deslocamento de uma bola após ser chutada, que sofre a ação da gravidade e da resistência do ar. Assim, o MRUV

traduz de maneira mais próxima a realidade da maior parte dos fenômenos físicos, servindo como um passo essencial para compreender movimentos ainda mais complexos.

Os estudos do MRU e MRUV são fundamentais na Física básica, pois esses conceitos fornecem uma base sólida para compreender o movimento retilíneo com velocidades constantes e variáveis. Essas equações permitem a análise e previsão de movimentos em situações do dia a dia, além de serem a base para conceitos mais avançados da Física, como a Cinemática em duas ou três dimensões e o estudo da dinâmica dos corpos. A compreensão desses tópicos é essencial para o desenvolvimento das habilidades analíticas e a aplicação da Física em diversas áreas do conhecimento.

Logo, na presente pesquisa, foi adotada uma metodologia prática e integradora para demonstrar os conceitos de MRU e MRUV no ensino de Cinemática. Foi desenvolvido um experimento de baixo custo utilizando um Carrinho de Rolimã, que permitiu aos alunos observarem o movimento em situações reais, coletar dados experimentais e construir gráficos de posição, velocidade e aceleração como função do tempo – elementos essenciais para compreender a relação entre aceleração constante e deslocamento. A abordagem metodológica, detalhada a seguir, orienta a execução do Produto Educacional (PE), que proporciona uma experiência de aprendizagem ativa, conectando teoria e prática de maneira didática e acessível.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar um experimento de baixo custo que utiliza um Carrinho de Rolimã para estudar o MRU e MRUV no Ensino de Cinemática. No contexto do projeto, o Produto Educacional (PE) visa proporcionar uma abordagem prática e didática para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os estudantes compreendam conceitos importantes sobre Cinemática.

Este PE tem como objetivo possibilitar a observação do movimento de corpos em MRU e em MRUV, possibilitando aos estudantes coletarem dados experimentais, permitindo-lhes estabelecerem a relação entre a aceleração constante e o deslocamento de objetos, nestes movimentos. A partir dos dados coletados, os estudantes puderam construir e analisar os gráficos de posição, velocidade e aceleração versus tempo, compreendendo melhor as características destes movimentos.

Para viabilizar o estudo desses movimentos construiu-se um Carrinho de Rolimã, cujos detalhes minuciosos de sua construção poderão ser vistos no Apêndice A do PE. Para conhecimento do leitor dispomos abaixo na Figura 3 uma foto do Carrinho já montado.

Figura 3: O Carrinho de Rolimã utilizado no experimento.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

3.1. Caracterização da Pesquisa

Essa pesquisa é caracterizada como uma pesquisa experimental com abordagem prática. O experimento envolve a manipulação deliberada de variáveis como a aceleração, distância percorrida e tempo de deslizamento do Carrinho de Rolimã; para observar e medir os efeitos

resultantes do objeto em MRU e em MRUV. Isso significa que os pesquisadores têm controle sobre as condições do experimento e podem analisar causalidades entre as variáveis.

O foco da pesquisa é o ensino-aprendizado no Ensino de Cinemática, mais especificamente no Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e no Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). O Carrinho de Rolimã é utilizado como ferramenta para demonstrar conceitos teóricos e permitir a observação prática do movimento.

Como se trata de uma pesquisa experimental, foram formuladas hipóteses pelos pesquisadores sobre os resultados esperados do experimento. Além disso, as variáveis foram controladas e medidas para analisar sua influência no movimento do carrinho, como a distância que o carrinho devia percorrer, o tempo de deslizamento e a massa do carrinho.

A pesquisa propõe repetir o experimento, pelo menos, 10 vezes para garantir resultados mais consistentes e reduzir o impacto de fatores aleatórios. Além disso, o controle sobre as condições do experimento foi importante para garantir a validade dos resultados. Os dados coletados durante o experimento foram analisados quantitativamente para calcular a aceleração média do objeto em MRUV. Além disso, foram construídos gráficos de posição em função do tempo e velocidade em função do tempo para visualizar melhor o comportamento do objeto.

A utilização de materiais de baixo custo para a realização do experimento evidenciou a possibilidade de construção de uma ferramenta educacional acessível e prática para o ensino de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Nesse sentido, a pesquisa caracteriza-se como uma abordagem experimental que visava demonstrar e facilitar o processo de ensino-aprendizagem em Cinemática, por meio do uso de um Carrinho de Rolimã em uma superfície inclinada (rampa). A articulação entre fundamentos teóricos e atividades práticas contribui para uma compreensão mais aprofundada dos conceitos de MRUV, favorecendo a efetividade da aprendizagem.

3.2. Campo Empírico da Pesquisa

O campo empírico desta pesquisa de Dissertação de Mestrado foi no CETI Professora Júlia Nunes, uma escola pública de tempo integral localizada na Avenida Gibraltar, S/N, no bairro Dirceu Arcoverde I, zona sudeste de Teresina-PI. A instituição oferece ensino fundamental (anos finais) e médio em tempo integral, sendo um ambiente propício para a aplicação de metodologias inovadoras no ensino de Física. O estudo concentrou-se nos alunos do 1º ano do Ensino Médio, utilizando um experimento de baixo custo com um Carrinho de

Rolimã construído a partir de materiais descartáveis, visando facilitar a compreensão dos conceitos de Cinemática.

A pesquisa teve como objetivo investigar como a inserção de atividades práticas e acessíveis pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem em Física, especificamente no estudo do movimento. O Carrinho de Rolimã, elaborado com materiais recicláveis, serviu como ferramenta pedagógica para explorar grandezas físicas como deslocamento, velocidade e aceleração. A escolha por materiais de baixo custo reforçou a viabilidade de implementar experimentos, mesmo em contextos com recursos limitados, além de promover a consciência ambiental entre os estudantes.

Durante a realização do experimento, os alunos participaram ativamente da coleta de dados, soltando o carrinho na rampa e medindo o tempo de deslizamento. O pesquisador ou professor supervisionava o procedimento, auxiliando os alunos e garantindo que o experimento seja conduzido adequadamente.

3.3. Sujeitos Participantes da Pesquisa

Os sujeitos participantes dessa pesquisa foram os alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizado da Cinemática, mais especificamente do MRUV, utilizando um experimento de baixo custo com o carrinho que deslizava sobre determinadas superfícies (rampa e piso).

Os sujeitos participantes foram essenciais para a condução da pesquisa, pois foram eles que realizam o experimento prático, coletaram os dados e participaram ativamente da análise dos resultados. Através do envolvimento direto com o experimento, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar os conceitos teóricos estudados em sala de aula de forma mais concreta, o que facilitou a compreensão e o aprendizado dos conteúdos de Cinemática.

O pesquisador ou professor que conduziu a pesquisa também foi um participante importante, pois ele foi o responsável por orientar os alunos durante o experimento, fornecendo instruções adequadas e garantindo que o procedimento fosse realizado de forma correta e segura.

3.4. Técnicas/Instrumentos para Produção de Dados

Os instrumentos de produção de dados são ferramentas utilizadas para coletar informações relevantes durante o experimento e posteriormente, para analisar os resultados

obtidos. No contexto desse experimento de baixo custo para o ensino de MRUV na Cinemática, os principais instrumentos de produção de dados foram:

Cronômetro ou Aplicativo de Medição de Tempo:

O cronômetro foi utilizado para medir o tempo que o Carrinho de Rolimã gastou para percorrer toda a distância preestabelecida. Pode ser um cronômetro físico ou um aplicativo em um dispositivo móvel.

Régua ou Fita Métrica: A régua ou fita métrica foi usada para medir a distância que o carrinho percorreu, a qual será representado pela letra "L" na fórmula de cálculo da aceleração média.

Superfície Plana: A superfície plana onde a rampa é posicionada é importante para garantir que o movimento do objeto não seja afetado por inclinações ou irregularidades no terreno.

Papel e Lápis: Esses materiais foram necessários para anotar os dados coletados durante o experimento, como os tempos de deslizamento do objeto e outras observações relevantes.

3.5. Produto Educacional (PE)

O Produto Educacional desenvolvido tinha como objetivo central promover a aprendizagem significativa dos conceitos fundamentais da Cinemática por meio de uma Sequência Didática prática e acessível, baseada na construção e utilização de um Carrinho de Rolimã. Fundamentado nos princípios da Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel, esse PE buscava integrar os novos conhecimentos à estrutura cognitiva pré-existente dos alunos, possibilitando uma internalização mais duradoura e funcional dos conteúdos. A sequência didática foi estruturada em 7 (sete) encontros distribuídos em 9 (nove) horas-aulas, organizadas para contemplar de forma equilibrada as dimensões teórica, prática e avaliativa do processo de ensino-aprendizagem. O primeiro encontro foi destinado à aplicação de um Pré-teste diagnóstico, onde os detalhes podem ser vistos no Anexo 1 da Dissertação, essencial para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e orientar o planejamento das aulas subsequentes de maneira personalizada e eficiente. Os encontros seguintes foram divididos entre a abordagem teórica dos conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e as atividades experimentais realizadas com o Carrinho de Rolimã, proporcionando aos alunos oportunidades concretas de observação, medição e análise de movimentos em trajetórias retilíneas.

Durante os momentos práticos, os estudantes foram organizados em equipes, assumindo diferentes funções no experimento, como medição de tempo, posicionamento do carrinho e registro dos dados. Essa abordagem coletiva e investigativa visou fomentar não apenas o aprendizado de conteúdos físicos, mas também habilidades de trabalho em grupo, responsabilidade e pensamento científico. A montagem do carrinho e da rampa foi realizada com materiais simples e de baixo custo, permitindo que o experimento fosse acessível a escolas com infraestrutura limitada, sem comprometer a qualidade das atividades. O detalhamento técnico e pedagógico dessa construção encontra-se no Apêndice A do PE, o qual apresenta o passo a passo da montagem do Carrinho de Rolimã, as medidas utilizadas, os materiais necessários e as instruções de segurança — constituindo um guia completo que pode ser replicado ou adaptado em diversos contextos escolares. Após a realização dos testes experimentais, os alunos analisaram os dados obtidos, calcularam velocidade média e aceleração e construíram gráficos relacionando posição, velocidade e aceleração como função do tempo — ao final realizaram um questionário Pós-teste, como pode ser visto no Anexo 2 dessa Dissertação, para análise posterior do aprendizado dos alunos, etapas fundamentais para consolidar os conceitos de Cinemática.

4. CINEMÁTICA NA PRÁTICA: EXPERIMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS

A inserção de experimentos de baixo custo no ensino da Cinemática tem se mostrado uma estratégia didática eficaz para a promoção de uma aprendizagem mais significativa e envolvente (Soares, 2023, p. 15). Em um cenário educacional onde a escassez de recursos materiais muitas vezes compromete o Ensino de Física, o uso de materiais alternativos e acessíveis surge como uma solução viável e pedagógica. Esses experimentos permitem que os estudantes visualizem os conceitos abordados, promovendo uma maior aproximação entre teoria e prática, fator essencial para o entendimento de conteúdos abstratos como os que envolvem o estudo dos movimentos.

A importância da experimentação no Ensino de Ciências é amplamente reconhecida por pesquisadores da área, como Hodson (1998), que defende a prática experimental como uma forma de construção ativa do conhecimento. No contexto da Cinemática, conceitos como velocidade, aceleração e trajetória, muitas vezes difíceis de serem compreendidos por meio de aulas expositivas, tornam-se mais claros quando associados a observações diretas e medições realizadas em experimentos simples, como o uso de carrinhos em superfícies inclinadas.

Um dos principais benefícios da utilização de experimentos de baixo custo é a democratização do acesso ao conhecimento científico. Escolas públicas, especialmente nas regiões mais carentes, frequentemente não possuem Laboratórios equipados. Nesse contexto, a criatividade do professor em utilizar materiais recicláveis ou de uso cotidiano, como garrafas PET, tampas de garrafa, papelão e cronômetros simples, possibilita a realização de atividades práticas mesmo em ambientes com infraestrutura limitada, como defendido por Axt e Moreira (1991).

Além de contribuir para o entendimento dos conceitos, a experimentação também atua como elemento motivador. A curiosidade natural dos alunos é estimulada diante da possibilidade de manipular materiais e observar os fenômenos em tempo real. Essa motivação, conforme aponta Demo (2011), é essencial para que a aprendizagem se torne significativa, ou seja, para que os novos conteúdos sejam incorporados à estrutura cognitiva do aluno de forma estável e funcional.

A realização de experimentos de baixo custo também favorece o desenvolvimento de competências e habilidades previstas pela BNCC, como a resolução de problemas, a argumentação científica e o trabalho colaborativo. No estudo da Cinemática, por exemplo, os alunos são desafiados a interpretar situações físicas, coletar dados, elaborar hipóteses, aplicar

fórmulas matemáticas e discutir os resultados, o que estimula o raciocínio lógico, a comunicação e a autonomia.

A proposta metodológica de aprendizagem por investigação, que tem ganhado força nas últimas décadas, também pode ser aplicada em experimentos de baixo custo. Nessa abordagem, o aluno deixa de ser apenas receptor de informações e passa a atuar como protagonista do seu processo de aprendizagem. Segundo Delizoicov (1983), essa mudança de postura é fundamental para a formação de um sujeito crítico, autônomo e socialmente responsável.

A utilização de experimentos simples também permite ao professor diagnosticar as concepções prévias dos alunos sobre os fenômenos físicos. Muitas vezes, os estudantes chegam ao Ensino Médio com ideias intuitivas e equivocadas sobre movimento, velocidade e aceleração. A observação prática permite confrontar essas concepções com a realidade, favorecendo a reconstrução dos conceitos de forma mais coerente com a ciência escolar, conforme argumenta Moreira (2009).

Outro aspecto relevante é a interdisciplinaridade. Os experimentos de Cinemática podem dialogar com conteúdo de Matemática, Biologia, Química e até mesmo Geografia, dependendo da abordagem adotada. Essa integração contribui para a construção de uma visão mais ampla e conectada do conhecimento, superando a fragmentação tradicional das disciplinas escolares.

A confecção dos próprios materiais utilizados nos experimentos pode ser incluída no planejamento didático, promovendo também o desenvolvimento de habilidades manuais, planejamento de tarefas, criatividade e responsabilidade ambiental. O uso de materiais recicláveis, por exemplo, além de ser uma alternativa econômica, contribui para a conscientização dos estudantes sobre a sustentabilidade e o reaproveitamento de recursos.

A avaliação dos alunos durante os experimentos pode assumir diferentes formas: além das tradicionais provas escritas, o professor pode utilizar relatórios, autoavaliações, discussões em grupo, rubricas de desempenho e apresentação de resultados. Essa variedade de instrumentos avaliativos está em consonância com as diretrizes da BNCC, que propõe uma avaliação formativa, contínua e integradora.

A relação entre o aprendizado conceitual e o aprendizado procedimental é uma das maiores riquezas da experimentação de baixo custo. Ao realizar a montagem, a medição e a análise dos dados, os alunos desenvolvem simultaneamente conhecimentos sobre o conteúdo e habilidades práticas de pesquisa, observação e registro. Essa integração fortalece a aprendizagem significativa e promove maior engajamento com o conteúdo.

Os resultados obtidos neste trabalho com a aplicação do experimento de baixo custo demonstraram avanços claros na compreensão dos conceitos de Cinemática. A observação direta da trajetória do carrinho, o cálculo da velocidade média e da aceleração, bem como a discussão sobre referenciais, permitiram aos alunos construir uma base sólida para conteúdos mais complexos que serão abordados futuramente.

O Quadro 1 apresenta a relação entre habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a atividade experimental prática de Cinemática envolvendo a construção e análise do movimento de um Carrinho de Rolimã. Cada código de habilidade corresponde a uma competência científica que os alunos desenvolvem ao realizar o experimento. Os tópicos abordam desde a investigação de conceitos físicos, correspondente a habilidade EM13CNT304 (Investigar questões científicas por meio de métodos, processos e procedimentos próprios das ciências), passando pela coleta e interpretação de dados quantitativos, habilidade EM13CNT305 (Analisar e interpretar dados quantitativos e qualitativos em situações-problema), até a utilização de modelos científicos para explicar fenômenos naturais e tecnológicos, habilidade EM13CNT306 (Utilizar modelos científicos para explicar fenômenos ou sistemas naturais/tecnológicos). Além disso, há um aspecto inovador e sustentável, habilidade EM13CNT307 (Propor soluções tecnológicas inovadoras, considerando demandas sociais e ambientais.), pois os alunos podem usar materiais recicláveis, estimulando a criatividade na resolução de problemas.

Quadro 1: Habilidades da Base Nacional Comum Curricular.

Código da Habilidade	Descrição na BNCC	Como o Experimento se Relaciona
EM13CNT304	Investigar questões científicas por meio de métodos, processos e procedimentos próprios das ciências.	Os alunos investigam conceitos de movimento através da construção e teste do Carrinho, aplicando método científico.
EM13CNT305	Analisar e interpretar dados quantitativos e qualitativos em situações-problema.	Coletam dados de tempo/distância do Carrinho, calculam velocidade e interpretam os resultados.

Código da Habilidade	Descrição na BNCC	Como o Experimento se Relaciona
EM13CNT306	Utilizar modelos científicos para explicar fenômenos ou sistemas naturais/tecnológicos.	O Carrinho serve como modelo físico para compreender conceitos abstratos de cinemática (velocidade no MRU, aceleração no MRUV e etc).
EM13CNT307	Propor soluções tecnológicas inovadoras, considerando demandas sociais e ambientais.	Uso de materiais recicláveis no experimento alia aprendizagem à sustentabilidade e criatividade tecnológica.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

O Quadro 1 sistematiza as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) trabalhadas no experimento do Carrinho de Rolimã, estabelecendo relações explícitas entre os códigos oficiais (EM13CNT304 a EM13CNT307) e suas aplicações práticas na investigação científica escolar. Essa organização, fundamentada nas diretrizes curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2018, p. 545), visa demonstrar como uma atividade aparentemente simples pode mobilizar competências cognitivas complexas previstas na legislação educacional. A análise subsequente detalhará como cada habilidade - aqui apresentada de forma sintética - se materializou no processo de Ensino-aprendizagem observado.

A análise das habilidades desenvolvidas durante o experimento demonstrou que os alunos foram capazes de aplicar as fórmulas de MRU e MRUV e resolver problemas contextualizados, evidenciando sua capacidade de interpretar e utilizar modelos e representações para descrever e explicar fenômenos naturais, formular hipóteses e testar explicações com base em evidências empíricas, bem como analisar dados experimentais para elaborar argumentos científicos coerentes. Esses resultados destacam a importância da investigação científica, da análise de dados e do uso de modelos na aprendizagem, reafirmando o papel essencial de metodologias que aproximem a Ciência do cotidiano dos estudantes.

A vivência prática do conteúdo contribui para que os alunos consigam transpor os conhecimentos adquiridos para situações do cotidiano, como o movimento de veículos, a

análise de trajetórias ou a compreensão de esportes que envolvam movimento retilíneo. Esse tipo de contextualização fortalece a formação científica e cidadã, como preconizado pela BNCC (Brasil, 2018).

O uso de experimentos simples também rompe com a visão elitista da Ciência, mostrando aos alunos que a Física não é um saber distante e inalcançável, mas algo presente no dia a dia e acessível a todos. Como defende Paulo Freire, a educação deve ser libertadora e promover a consciência crítica e isso só é possível quando os alunos reconhecem a utilidade e aplicabilidade do conhecimento.

A aplicação do experimento de baixo custo ocorreu em uma turma de 1º Série do Ensino Médio do CETI Prof.^a Júlia Nunes em Teresina Piauí, durante o primeiro trimestre letivo de 2025. O experimento visou avaliar a aprendizagem significativa dos alunos sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), utilizando um Carrinho de Rolimã em uma superfície inclinada.

Antes da atividade experimental, foi aplicado um questionário diagnóstico (Pré-teste) com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, na Figura 4 pode-se ver os alunos em momento de resolução do Pré-teste. A maioria dos estudantes demonstrou dificuldades em associar conceitos como aceleração, velocidade média e trajetória, revelando a necessidade de metodologias alternativas para a compreensão desses conteúdos.

Figura 4: Alunos em sala de aula, durante a aplicação do Pré-teste.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Essa abordagem prática não apenas favorece a compreensão dos conceitos de Cinemática, mas também incentiva os alunos a desenvolverem habilidades investigativas e colaborativas, tornando o aprendizado mais significativo e envolvente. Como destaca Valadares

(2001), a inclusão de experimentos acessíveis permite que os estudantes adotem uma postura mais ativa e empreendedora no processo de aprendizagem, rompendo com a passividade frequentemente imposta pelos métodos tradicionais.

Além disso, estudos sobre experimentação de baixo custo no ensino básico reforçam que atividades práticas estimulam a criatividade e a autonomia dos alunos, promovendo uma maior conexão entre teoria e aplicação real. A utilização de materiais recicláveis e acessíveis torna esses experimentos viáveis para diferentes contextos escolares, garantindo que a Ciência seja mais inclusiva e acessível. Dessa forma, a experimentação se consolida como uma ferramenta essencial para a construção do conhecimento científico de forma dinâmica e participativa Silva (2022).

Figura 5: Alunos realizando atividade experimental na quadra da escola.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A atividade possibilitou aos estudantes a construção de conhecimentos a partir da experimentação e da observação direta, característica essencial na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), que defende a ancoragem do novo saber em estruturas cognitivas pré-existentes.

A utilização de materiais simples, como visto acima com alunos realizando a atividade prática, Figura 5, mostrou-se eficaz não apenas pela facilidade de acesso, mas também por permitirem que os alunos compreendam que é possível fazer Ciência mesmo em condições limitadas, como apontado por Ferreira (1979).

Professores que participaram como observadores destacaram que o experimento poderia ser facilmente replicado em suas escolas, sem a necessidade de grandes investimentos, o que dialoga com as propostas de democratização do Ensino de Ciências, conforme Axt e Moreira (1991).

A atividade contribuiu para a quebra do estigma da Física como uma disciplina inacessível, visto que os alunos relataram, em comentários ao professor, maior interesse pela área após a realização do experimento. Outro aspecto relevante foi o impacto do trabalho em grupo. A colaboração entre os alunos fortaleceu habilidades como comunicação, divisão de tarefas e tomada de decisão, competências essenciais para o desenvolvimento escolar.

A conexão entre dados qualitativos (observações, depoimentos) e quantitativos (medições, questionários) fortaleceu a validade da pesquisa, permitindo uma análise mais robusta dos resultados.

De forma geral, os estudantes demonstraram maior autonomia durante as aulas práticas. Essa autonomia é apontada por Alves Filho (2000) como um dos pilares para o desenvolvimento da aprendizagem efetiva em atividades experimentais. O envolvimento emocional e cognitivo dos alunos foi observado durante a aplicação do experimento, o que, segundo Moreira (2011), potencializa a aprendizagem significativa ao gerar conexões afetivas com o conhecimento.

Durante as entrevistas, diversos alunos afirmaram que "aprenderam de verdade" ao montar e analisar os experimentos, demonstrando uma percepção de aprendizagem distinta da usual em aulas expositivas tradicionais. Houve relatos de alunos que revisitaram conteúdos anteriores de Física por conta própria após o experimento, evidenciando um processo contínuo de aprendizagem, como idealizado por Ausubel (1980).

A percepção docente sobre a eficácia da atividade também foi positiva. Os professores afirmaram que o Produto Educacional proposto representa uma alternativa viável frente aos desafios do ensino público.

Um aspecto notável foi a integração entre teoria e prática, apontada pelos alunos como o maior diferencial da experiência. Isso se alinha aos princípios dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999), que recomendam o uso de experimentação no Ensino de Ciências.

Como conclusão, os resultados indicam que a aplicação de experimentos de baixo custo contribui de forma significativa para o entendimento da Cinemática, mesmo em contextos com limitações estruturais e financeiras.

Os dados obtidos confirmam a hipótese de que experimentos acessíveis, contextualizados e participativos favorecem uma aprendizagem mais eficaz e significativa,

promovendo o desenvolvimento de competências cognitivas e atitudinais nos alunos da Educação Básica.

A continuidade das atividades experimentais ao longo do semestre letivo pôde proporcionar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo. A repetição das atividades e a análise coletiva dos dados promoveram uma consolidação dos conhecimentos adquiridos, permitindo que os alunos assimilassem de maneira mais sólida os conceitos físicos relacionados ao MRU e ao MRUV.

Como afirma Moreira (1999), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária, sendo relacionado com o conhecimento pré-existente. Os relatos colhidos em sala de aula confirmaram essa integração entre teoria e prática, já que os alunos conseguiram relacionar os experimentos às fórmulas e fenômenos estudados previamente.

Durante a execução das aulas práticas, foi possível observar um aumento considerável no engajamento dos alunos, especialmente daqueles que apresentavam dificuldades nas aulas expositivas. O envolvimento com o experimento permitiu que esses estudantes se sentissem mais seguros e participativos.

Isso corrobora os apontamentos de Valéria Alves (2006), que defende que a experimentação desperta a curiosidade e o interesse dos discentes, proporcionando um aprendizado mais prazeroso e acessível. A superação do receio frente à Física foi um dos principais ganhos observados, indicando uma mudança significativa na postura dos alunos em relação à disciplina.

Essa mudança na postura dos alunos diante da Física, impulsionada pelo contato direto com os experimentos como visto na Figura 6, demonstra o impacto positivo da aprendizagem ativa. Ao envolver os estudantes na prática científica, não apenas se reduz a insegurança frente à disciplina, como também se fortalece sua autonomia e engajamento. Esse efeito é corroborado por pesquisas que indicam que a experimentação ativa não apenas motiva, mas também rompe com métodos tradicionais, promovendo o protagonismo estudantil e uma relação mais dinâmica com o conhecimento (Galiazzi, 2003; Demo, 2011).

Figura 6: Alunos assistindo à aplicações de conceitos fundamentais de Cinemática com o auxílio Carrinho de Rolimã.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Essa perspectiva está alinhada com as contribuições de Galianzi (2003) e Demo (2011), que enfatizam como a experimentação ativa rompe com o modelo tradicional de ensino e favorece o protagonismo dos estudantes. A motivação, elemento essencial para o aprendizado, foi estimulada pela possibilidade concreta de manuseio dos instrumentos e observação direta dos fenômenos físicos.

A relação entre o cotidiano dos alunos e os conceitos físicos foi um aspecto relevante na construção do conhecimento. O uso de materiais comuns, como carrinhos de rolimã, tornou o aprendizado mais próximo da realidade vivida pelos estudantes. Segundo Kaptisa (1985), a familiaridade com os instrumentos de medição e com os objetos do experimento fortalece a conexão entre Ciência e mundo real, facilitando o entendimento conceitual. Além disso, essa abordagem promoveu uma reflexão crítica sobre a Física como uma ciência aplicada e não apenas teórica.

Os professores envolvidos na atividade também relataram uma percepção positiva quanto à viabilidade da implementação de práticas similares em outras escolas. A simplicidade dos materiais e a facilidade de montagem do experimento foram elementos fundamentais para

essa receptividade. Conforme Ferreira (1979) e Valadares (2001), a utilização de recursos de baixo custo não compromete a qualidade da experimentação, desde que haja intencionalidade pedagógica clara e fundamentação teórica adequada.

Em depoimentos registrados no pós-experimento, alguns alunos mencionaram que a experiência os ajudou a escolher a área de exatas como possibilidade de atuação futura. Essa mudança de perspectiva vocacional revela o potencial transformador da prática docente quando esta se fundamenta em metodologias ativas e em estratégias significativas de ensino-aprendizagem. Hodson (1998) argumenta que o ensino de Ciências deve inspirar os alunos a explorarem as diversas possibilidades profissionais da área, e isso só ocorre quando o processo educativo é envolvente e significativo.

Outro impacto relevante foi o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em equipe, uma habilidade transversal valorizada nas Diretrizes Curriculares Nacionais. O experimento foi realizado em grupos, e os alunos precisaram dividir tarefas, colaborar entre si e negociar soluções para os problemas enfrentados durante o procedimento. Essa dinâmica, conforme Delizoicov (1983), contribui para a formação integral do estudante e para a construção de uma cidadania participativa e crítica.

A proposta metodológica baseada em experimentos de baixo custo também contribui para a redução das desigualdades educacionais. A utilização de materiais acessíveis e recicláveis torna possível democratizar o acesso ao conhecimento científico Figura 6, conforme defendido por Axt e Moreira (1991).

A atividade experimental possibilitou também o desenvolvimento da capacidade de observação, inferência e formulação de hipóteses. Essas habilidades são fundamentais no processo científico e devem ser estimuladas desde os primeiros anos da Educação Básica. Francisco Jr. *et al.* (2008) argumentam que a problematização é uma ferramenta essencial no ensino de Ciências, pois permite ao aluno construir o conhecimento de forma ativa e crítica.

A realização dos experimentos ao longo do bimestre contribuiu para o fortalecimento do vínculo entre professor e alunos. A proximidade gerada pelo trabalho colaborativo e pela mediação constante durante as atividades experimentais favoreceu um ambiente de confiança e respeito mútuo, essencial para o sucesso pedagógico. Ausubel (1980) destaca que o vínculo afetivo também influencia na predisposição do aluno para a aprendizagem significativa.

As observações feitas durante as aulas práticas demonstraram que os estudantes passaram a empregar os conceitos aprendidos em discussões informais, demonstrando que a aprendizagem havia ultrapassado os limites da sala de aula. Isso é um indicativo de que houve

internalização dos conceitos e que estes passaram a fazer parte do repertório cognitivo dos discentes.

Figura 7: Professor, em demonstração, da aplicação de conceitos físicos.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A atividade prática foi precedida de uma contextualização teórica Figura 7, onde se discutiram conceitos fundamentais do MRU e MRUV, como referencial, trajetória, aceleração, velocidade e tempo. Essa preparação teórica foi essencial para que os alunos compreendessem os objetivos da atividade e pudessem relacionar a prática com os conhecimentos previamente adquiridos, conforme recomenda a Teoria da Aprendizagem Significativa Ausubel, (1980).

A adesão dos alunos ao experimento também revela a importância da ludicidade no processo de ensino-aprendizagem como pode ser visto na Figura 8. O uso do carrinho e cronômetros despertou o interesse dos estudantes, transformando o momento da aula em uma experiência prazerosa e estimulante. Segundo Morán (2019), o prazer no aprendizado é um dos fatores que mais contribui para o sucesso educacional.

Figura 8: Professor em aplicação de conceitos fundamentais utilizando o Carrinho de Rolimã.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Um ponto alto da experiência foi o uso de tecnologia simples, como o cronômetro digital no celular, que agregou precisão ao experimento e aproximou os alunos de recursos que fazem parte do seu cotidiano. Essa integração entre tecnologia e educação é apontada pelos PCN (1999) como essencial na formação de cidadãos críticos e preparados para a sociedade contemporânea.

As entrevistas com os professores revelaram que, após a aplicação do experimento, houve um aumento do interesse dos alunos nas aulas subsequentes. O tema da Cinemática, antes visto como desinteressante, passou a ser visto com mais entusiasmo pelos estudantes, indicando um ressignificado do conteúdo a partir da prática vivenciada. O sucesso da atividade também levou a Coordenação Pedagógica da escola a discutir a possibilidade de incorporar práticas experimentais ao plano de ensino anual, valorizando iniciativas que priorizem a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.

Por fim, o estudo evidenciou que a inserção de experimentos de baixo custo no Ensino de Física pode transformar positivamente a relação dos alunos com a disciplina, promovendo um aprendizado mais profundo, autêntico e significativo, mesmo em contextos de escassez de recursos.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS

Antes de adentrarmos na análise detalhada de cada questão, é importante contextualizar o papel fundamental que esses instrumentos avaliativos desempenharam na compreensão dos processos de aprendizagem dos alunos. As questões apresentadas no Pré-teste foram elaboradas para captar não apenas o conhecimento teórico, mas também a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos abstratos em situações experimentais. Esse prelúdio tem por objetivo estabelecer as bases para a análise dos dados, destacando a relevância da aprendizagem significativa defendida por Ausubel, na qual o novo conhecimento é efetivamente assimilado quando conectado aos saberes prévios dos discentes.

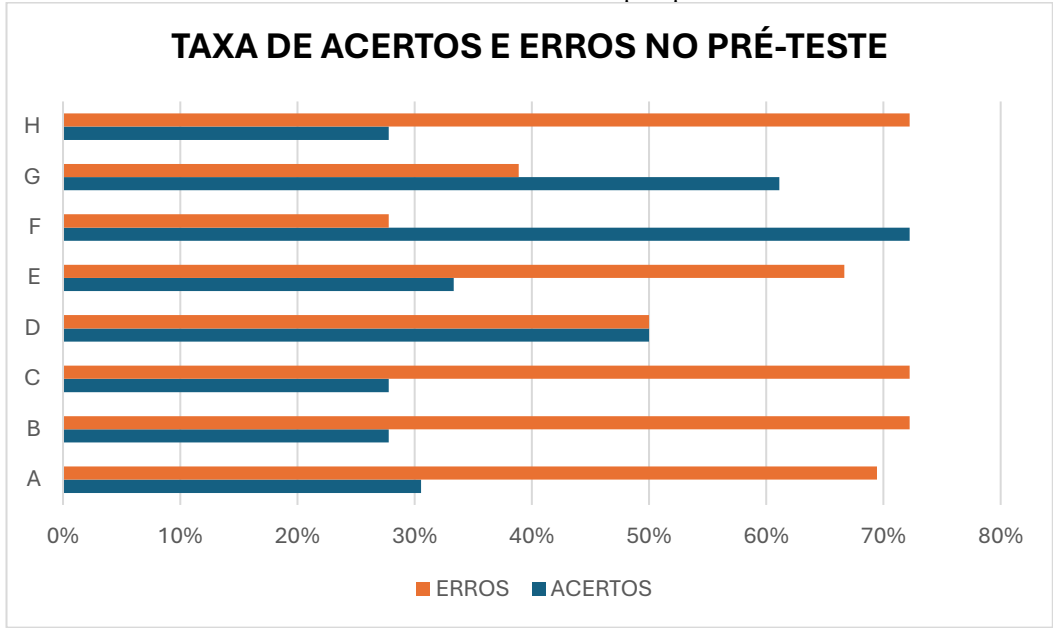
A seguir, serão expostos os itens que abordam conceitos como trajetória, referencial e a aplicação prática dos princípios da Cinemática. Cada questão revela nuances distintas na compreensão dos estudantes: enquanto algumas respostas apontam para visões mais genéricas ou fora do contexto, outras, contextualizadas no ambiente experimental, demonstram um entendimento mais aprofundado e coerente. Essa abordagem comparativa entre definições teóricas e aplicações práticas permite identificar os avanços pedagógicos alcançados e os desafios ainda existentes na consolidação do conhecimento científico.

Esta análise não só ressalta os pontos fortes e as áreas de melhoria, mas também reflete a importância de metodologias ativas e experimentais no processo de ensino-aprendizagem, integrando teoria e prática, conforme os preceitos da BNCC e os fundamentos da aprendizagem significativa. Com isso, cada item do teste se transforma em uma janela para compreender melhor a evolução dos estudantes no enfrentamento dos desafios conceituais da Física.

5.1. Análise Quantitativa dos Resultados do Pré-teste e Pós-teste de Acordo com o Número de Acertos por Habilidade

A partir da planilha analisada, foi possível verificar o desempenho por questão, incluindo acertos, erros e a taxa de acerto. Esses dados foram organizados em gráficos para facilitar a visualização e a interpretação dos resultados. A diante mostramos o Gráfico 1 que traz a taxa de acertos e erros do Pré-teste.

Gráfico 1: Percentuais de acertos dos alunos por questões no Pré-teste.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Os resultados apresentados no Gráfico 1 indicam padrões distintos de compreensão dos conceitos de Cinemática, refletindo tanto dificuldades em aspectos conceituais quanto maior facilidade em tópicos que envolvem aplicação matemática direta.

Os itens A (31%), B (28%) e C (28%) abordam trajetória, repouso e movimento, como pode ser visto nas questões na Figura 9 que são conceitos fundamentais para a Cinemática.

Figura 9: Itens A, B e C do Pré-teste.

Questões:

Defina os seguintes termos:

A) Trajetória:

B) Repouso:

C) Movimento:

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A baixa taxa de acertos sugere que os alunos encontraram dificuldades para definir e diferenciar esses conceitos, possivelmente por falta de conexão com exemplos concretos ou dificuldades na compreensão do papel do referencial na análise do movimento. Segundo David Ausubel (2000), um dos desafios do aprendizado significativo é que conceitos abstratos precisam ser bem ancorados em experiências reais para serem compreendidos de maneira

profunda. Isso sugere que a abordagem didática pode necessitar de mais representações visuais e discussões interativas para facilitar a assimilação desses conceitos.

No item D do Pré-teste, na Figura 10 pedia uma explicação teórica sobre o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). O índice de acertos foi de 50%, o que indica que metade dos alunos conseguiu descrever corretamente o conceito. Segundo a teoria de David Ausubel, a aprendizagem significativa acontece quando o aluno é capaz de associar novos conteúdos a conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. No entanto, o desempenho sugere que muitos ainda compreendiam o MRU de forma mecânica e dissociada da realidade. Essa limitação pode ser atribuída à abordagem tradicional, centrada na memorização de definições e fórmulas, sem necessariamente contextualizá-las em situações do cotidiano.

Figura 10: Item D do Pré-teste.

D. Explique o que é Movimento Uniforme (MU). Qual é a principal característica desse tipo de movimento?

Fonte: Elaboração própria, 2025.

O item E (33%), que trata do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), apresentado na Figura 11, também apresenta uma taxa de acertos relativamente baixa.

Figura 11: Item E do Pré-teste.

E. Descreva o Movimento Uniformemente Variado (MUV) e destaque a diferença principal entre o MU e o MUV.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Esse resultado indica que os alunos tiveram dificuldades em diferenciar MRU e MRUV, o que pode estar relacionado à falta de um modelo mental sólido para interpretar a relação entre variação de velocidade e aceleração. De acordo com Ausubel, conceitos complexos devem ser organizados de forma progressiva, garantindo que o estudante estabeleça conexões coerentes entre os princípios físicos.

O item F (72%) Figura 12, que exige o cálculo da velocidade média, teve um desempenho significativamente melhor que as demais. Isso sugere que os alunos possuem mais facilidade na aplicação direta de fórmulas matemáticas do que na interpretação conceitual.

Figura 12: Item F do Pré-teste.

F. Um carro está em movimento uniforme sobre uma trajetória retilínea. Sabendo que num intervalo de tempo de 5 segundos esse carro percorra uma distância de 100 metros, calcule a velocidade média do veículo.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Esse padrão também se observa no item G (61%) apresentada na Figura 13, onde os alunos precisaram calcular a velocidade final de um objeto em movimento acelerado. Segundo Ausubel, os alunos tendem a assimilar melhor conteúdos quando conseguem relacioná-los a um raciocínio lógico estruturado, o que pode explicar a diferença entre as questões mais teóricas e as que envolvem cálculo direto.

Figura 13: Item G do Pré-teste.

G. Um carro está em repouso em um semáforo. Após a luz verde acender, o carro acelera a uma taxa constante de 2 m/s^2 durante 5 segundos. Qual é a velocidade final do carro ao fim desse intervalo de tempo? Mostre seus cálculos.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

O item H (28%) Figura 14, que exigia que os alunos dessem exemplos práticos de MRU e MRUV, apresentou uma taxa de acertos baixa. Isso indica que os estudantes tiveram dificuldade em aplicar os conceitos em um contexto real, demonstrando que, embora alguns tenham conseguido resolver cálculos matemáticos, a internalização do significado de cada tipo de movimento ainda não está consolidada. Ausubel explica que a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue transferir o conhecimento para novas situações, o que sugere que mais atividades exploratórias e interativas poderiam ajudar a solidificar esse entendimento.

Figura 14: Item H do Pré-teste.

H. Dê um exemplo prático de um Movimento Uniforme e outro de Movimento Uniformemente Variado. Explique como você identificou cada um desses movimentos no seu exemplo.

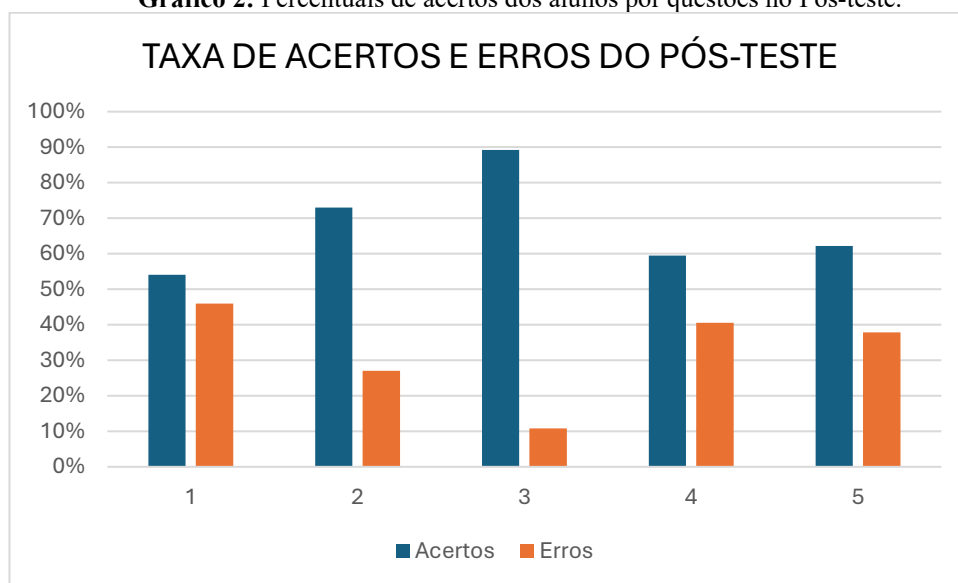
Fonte: Elaboração própria, 2025.

Os dados coletados no Pré-teste mostram que os alunos possuem maior domínio sobre conceitos matemáticos usados na Cinemática, porém ainda encontram dificuldades em aspectos conceituais e na aplicação prática dos conceitos. Segundo a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, é essencial que os conceitos sejam ensinados de maneira progressiva, conectando-os a experiências concretas e promovendo reflexões que vão além da memorização de fórmulas.

Dessa forma, a análise do Pós-teste confirma os padrões identificados no Pré-teste, evidenciando que, enquanto os alunos demonstram maior facilidade com cálculos matemáticos, ainda encontram desafios na compreensão conceitual e na aplicação prática dos conceitos de Cinemática. Seguindo a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, observa-se que o avanço nas questões quantitativas resulta da integração entre teoria e prática, permitindo que os estudantes atribuam significado aos cálculos por meio da experimentação. No entanto, a evolução mais discreta nos conceitos de trajetória e referencial indica que o ensino deve ser estruturado de forma progressiva.

Neste sentido, realizaremos uma análise objetiva do Gráfico 2, examinando cada questão do Pós-teste e destacando as tendências de evolução na aprendizagem dos alunos. A interpretação dos dados permitirá identificar padrões de compreensão, reforçar os avanços obtidos e apontar aspectos que ainda necessitam de maior aprofundamento.

Gráfico 2: Percentuais de acertos dos alunos por questões no Pós-teste.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A taxa de 54% de acertos na Questão 1 que trata do conceito de repouso e movimento (Figura 15), indica que mais da metade dos alunos conseguiu identificar corretamente a relação entre estas situações com base no referencial adotado, mas ainda há desafios conceituais. Essa questão propôs aos alunos a análise do movimento do carrinho com base em diferentes referenciais. A aplicação da habilidade EM13CNT304 mostrou-se essencial, pois os estudantes precisaram reconhecer que o repouso ou o movimento é uma característica relativa ao referencial adotado. Segundo Moreira (2009), essa habilidade exige mais do que memorização;

ela demanda a construção de um conceito relacional, o que foi observado nas respostas mais completas dos estudantes.

Figura 15: Questão 1 do Pós-teste.

Conceitos Básicos: Repouso e Movimento

01) Durante o Teste de Repouso e Movimento, o carrinho inicialmente parado sobre uma superfície plana é considerado em **repouso** ou **movimento**? Justifique sua resposta com base no **referencial** adotado (ex: a rampa, o solo, ou o observador).

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante consegue conectar novas informações com suas estruturas cognitivas pré-existentes. A dificuldade observada sugere que alguns alunos ainda enfrentam obstáculos para internalizar a dependência do referencial, o que pode ser aprimorado com recursos visuais, debates e práticas experimentais mais detalhadas.

A Questão 1, apesar de simples, exigia do aluno uma análise contextual do referencial, o que está diretamente ligado à habilidade EM13CNT304 (Investigar questões científicas por meio de métodos, processos e procedimentos próprios das ciências.). A dificuldade em justificar o repouso ou movimento com base no ponto de vista do observador mostra que essa habilidade ainda está em construção e exige práticas mais reflexivas, como discussões em grupo ou estudos de caso.

Na Questão 2, Figura 16, que explorou o conceito de trajetória, observou-se um índice de 73% de acertos, sinalizando um avanço significativo por parte dos alunos na identificação correta da trajetória do carrinho. Essa questão desafiou os estudantes a identificar e descrever a trajetória do carrinho a partir de um observador externo, após a descida da rampa. Aqui, a habilidade EM13CNT305 foi ativada, pois envolveu a interpretação do tipo de movimento — um MRU — e sua representação conceitual. A contextualização dessa questão com a prática experimental contribuiu para que os alunos visualizassem o movimento linear e o associassem corretamente à trajetória observada.

O desempenho nesta questão indicou um avanço em relação à habilidade de interpretação de fenômenos físicos com base em observações reais. Como destaca Hodson (1998), a experimentação deve ser entendida como uma oportunidade de articulação entre teoria e prática, e não apenas como ilustração dos conteúdos já abordados. Isso foi perceptível nas respostas que descreviam a trajetória com termos como "retilínea", "constante" e "horizontal".

Figura 16: Questão 2 do Pós-teste.

02) Qual a trajetória do carrinho vista por um observador externo, olhando o movimento do carrinho depois de descer rampa?

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Segundo Ausubel, conceitos abstratos como trajetória são melhor assimilados quando o aluno os relaciona a experiências concretas. A observação direta do experimento parece ter sido um fator crucial na melhoria da compreensão, mas alguns alunos ainda podem precisar de representações gráficas e simulações para fortalecer a construção desse conhecimento.

O alto índice de 89% de acertos na Questão 3, que trata da velocidade média no movimento retilíneo uniforme Figura 17. Esta questão envolveu diretamente a habilidade EM13CNT306, com o uso da linguagem matemática para expressar uma lei física — no caso, a equação de velocidade média do carrinho. A habilidade de aplicar fórmulas com coerência foi avaliada, e muitos estudantes conseguiram resolver corretamente, o que demonstra internalização do conceito e da operação matemática.

O domínio dessa habilidade está ligado não apenas à memorização da fórmula, mas também à sua aplicação em situações contextualizadas. Ferreira (1979) já afirmava que o uso da matemática no ensino de Física deve ser acompanhado de compreensão conceitual, e não se restringir à execução mecânica de cálculos. Os resultados sugerem que a associação entre experimento e cálculo favoreceram esse entendimento.

Figura 17: Questão 3 do Pós-teste sobre MRU.

MRU (Movimento Retilíneo Uniforme)

03) No *Teste de Velocidade Média*, se o carrinho percorrer **4 metros em 2 segundos** em um plano horizontal, qual sua velocidade média? (Utilize $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$)

Fonte:

Elaboração própria, 2025.

O resultado obtido na Questão 3 demonstra que a maioria dos alunos assimilou corretamente o conceito e soube aplicá-lo ao experimento. De acordo com Ausubel, quando os estudantes conseguem ver a aplicação direta de fórmulas matemáticas na prática, a aprendizagem torna-se mais significativa. Aqui, a experimentação permitiu que os alunos verificassem a relação entre deslocamento e tempo, consolidando esse conhecimento de maneira eficaz. Esse resultado reforça a eficácia de atividades experimentais na fixação de conceitos matemáticos aplicados à Física como também defendem Gaspar (2001) e Valadares (2001).

O Gráfico 2, deixa evidente que a habilidade EM13CNT306 (resolução matemática de problemas físicos) evidenciada na Questão 3 do questionário Pós-teste, foi a mais desenvolvida entre os estudantes, resultado coerente com a proposta do experimento, que envolveu diretamente equações de movimento. A habilidade EM13CNT304 (desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de analisar e discutir temas complexos e controversos que envolvem as Ciências da Natureza) evidenciada na Questão 1, por outro lado, obteve menor taxa de acerto, demonstrando a necessidade de mais atividades que trabalhem a noção de referencial.

Com 59% de acertos na Questão 4, que aborda o movimento uniforme Figura 18,

Figura 18: Questão 4 do Pós-teste.

04) Em um trecho reto de estrada, um carro mantém velocidade constante de 60 km/h por 30 minutos. Que distância ele percorreu?

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Essa questão reforçou a habilidade EM13CNT306, ao exigir não apenas o domínio da fórmula, mas a habilidade de interpretar o enunciado e realizar a conversão de tempo (minutos para horas). A análise das respostas demonstrou que a maioria dos estudantes conseguiu efetuar o cálculo corretamente, o que aponta para a eficácia da abordagem prática e contextual na consolidação do conceito. Como aponta Delizoicov (1983), problemas contextualizados aumentam o engajamento e facilitam a apropriação do conteúdo científico, principalmente quando articulados com experiências concretas.

Pode-se perceber que a evolução foi moderada, sugerindo que parte dos alunos ainda enfrenta dificuldades na interpretação desse conceito no contexto prático. Segundo Ausubel, a memorização de fórmulas sem uma conexão real com o fenômeno pode comprometer a aprendizagem significativa. Para esses estudantes, a inclusão de gráficos detalhados e simulações pode ser uma estratégia eficiente para reforçar a compreensão e promover uma aprendizagem mais profunda.

O percentual de 62% de acertos na Questão 5, que envolve aceleração média no MRUV, Figura 19. Essa questão abordava o MRUV, e ativava novamente as habilidades EM13CNT305 e EM13CNT306, exigindo análise do movimento e aplicação de equações com grandezas físicas.

Figura 19: Questão 5 dos Pós-teste.

05) Na Análise de Aceleração com Rampa, suponha que o carrinho leve **2 segundos** para descer uma rampa de **1,5 metros de altura**. Se sua velocidade final foi de **5 m/s**, qual foi sua aceleração média? (Use $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$).

Fonte: Elaboração própria, 2025

Esse resultado indica uma assimilação satisfatória do conceito, mas ainda há chances para aprimoramento. Como a aceleração envolve a compreensão da variação da velocidade ao longo do tempo, Ausubel aponta que a aprendizagem se torna mais significativa quando o aluno consegue visualizar esse processo de forma concreta. O uso de gráficos velocidade x tempo pode ser um recurso essencial para aqueles que tiveram dificuldades, permitindo uma interpretação mais intuitiva do conceito.

O desempenho nessa questão foi satisfatório, embora inferior às questões de MRU. Isso é compreensível, já que o conceito de aceleração exige maior abstração. Como afirma Galianzi (2003), o aprendizado de conceitos como variação da velocidade exige vivências práticas que tornem o fenômeno observável e mensurável. O experimento auxiliou nesse processo, mas o tempo de maturação do conteúdo ainda precisa ser considerado.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece como objetivo do Ensino Médio em Ciências da Natureza a formação de um sujeito crítico, capaz de interpretar e intervir no mundo físico. Dentro dessa perspectiva, as habilidades trabalhadas orientam o Ensino de Física no que se refere à análise de referenciais, interpretação de movimentos e resolução de problemas com base em grandezas físicas. Ao se observar os resultados dos testes aplicados neste trabalho, é evidente que tais habilidades foram ativadas de forma progressiva entre o Pré e o Pós-teste. Para uma observação mais detalhada e comparativa entre as habilidades trabalhadas por questão e a respectiva correspondência entre elas, foi construído o quadro a seguir.

Quadro 2: Correspondência entre questões do Pré-teste e do Pós-teste.

Questão no Pré-teste	Questão no Pós-teste	Conceito central
A) Defina Trajetória.	02) Qual a trajetória do carrinho vista por um observador externo?	Conceito de trajetória, observação do movimento em diferentes referenciais (EM13CNT305).

Questão no Pré-teste	Questão no Pós-teste	Conceito central
B) Defina Repouso.	01) O carrinho está em repouso ou movimento? Justifique.	Diferença entre repouso e movimento, dependente do referencial adotado (EM13CNT304).
C) Defina Movimento.	01) O carrinho está em repouso ou movimento? Justifique.	Compreensão do conceito de movimento com base no referencial (EM13CNT304).
D) Explique o Movimento Uniforme (MRU).	04) Em um trecho reto de estrada, um carro mantém velocidade constante. Que distância ele percorreu?	Aplicação do MRU na prática (EM13CNT306).
E) Explique o Movimento Uniformemente Variado (MRUV).	05) Cálculo da aceleração média do carrinho ao descer a rampa.	Entendimento do MRUV e sua relação com aceleração (EM13CNT305).
F) Um carro percorre 100m em 5s. Qual a velocidade média?	03) O carrinho percorre 4m em 2s. Qual sua velocidade média?	Cálculo da velocidade média em diferentes cenários (EM13CNT306).
G) Um carro parte do repouso e acelera a 2 m/s^2 por 5s. Qual sua velocidade final?	05) O carrinho desce uma rampa em 2s e atinge 5m/s. Qual a aceleração média?	Relação entre aceleração, tempo e velocidade final (EM13CNT305).
H) Dê um exemplo de MRU e MRUV e explique.	06) Registro de dados do movimento do carrinho e análise das variações.	Identificação de tipos de movimento com base em experimentação prática (EM13CNT305).

Fonte: Elaboração própria, 2025.

5.2. Análise Comparativa dos Resultados de Acordo com as Respostas de Alguns Estudantes

Nesta seção, realizaremos uma análise detalhada e comparativa das respostas de alguns alunos, participantes da atividade experimental, nos testes aplicados, antes e após a realização do experimento. Examinaremos cada questão com o objetivo de identificar as transformações na compreensão dos conceitos ao longo da intervenção. É interessante notar que as respostas dadas pelos alunos apontam para uma evolução na compreensão do conceito de "trajetória" a partir de diferentes contextos. Começamos a observação a partir do Item A do Pré-teste e da Questão 2 do Pós-teste, apresentados a seguir.

Item A do Pré-teste:

Quando questionados sobre a definição de Trajetória;

Aluno 09 do 1º ano A: “Trajetória é um caminho”

Aluno 13 do 1º ano A: “É o tipo de caminho com um objeto”

Aluno 12 do 1º ano A: “Trajetória pode significar o trajeto ou Seja pode Ser um trajeto ate um lugar ou também pode Ser uma trajetória de vida”

Logo abaixo algumas respostas dadas a Questão 2 do Pós-teste, pelos alunos do 1º ano A participantes da aplicação experimental com o Carrinho de Rolimã.

QUESTÃO 2: Qual a trajetória do carrinho vista por um observador externo, olhando o movimento do carrinho depois de descer rampa?

Aluno 2 do 1º ano A: “a trajetória da rampa foi sem curva e em linha reta”

Aluno 05 do 1º ano A: “A trajetória da rampa foi sem curvas e em linha reta”

Aluno 12 do 1º ano A: “a trajetoria do carrinho Foi da Rampa e Foi direto Sem curvas”

Aluno 10 do 1º ano A: “A trajetória do carrinho foi da rampa e foi direto sem curvas”

No Item A do Pré-teste, quando solicitados a definir "trajetória", os alunos demonstram uma visão ainda genérica, associando o termo de maneira ampla a "um caminho" ou até mesmo fazendo analogias com aspectos mais subjetivos (como "trajetória de vida"). Isso revela que, sem um contexto específico, muitos estudantes recorrem a definições cotidianas e simplificadas.

Em contrapartida, na Questão 2 do Pós-teste, que pedia para identificar a trajetória do carrinho observado após descer uma rampa, as respostas se tornaram bastante convergentes e precisas – a maioria dos alunos descreveu a trajetória como sendo “sem curvas” e “em linha reta”. Essa convergência indica que, quando colocados em um cenário contextualizado e

experimental, os alunos conseguem aplicar o conceito de forma mais precisa, evidenciando que a prática favorece a compreensão dos aspectos físicos envolvidos.

Em síntese, enquanto a definição teórica de "trajetória" (Item A) apresenta respostas variadas e mais dispersas, a aplicação do conceito em um contexto prático (Questão 2) revela uma assimilação mais robusta e uniforme. Essa observação se alinha com a ideia central da aprendizagem significativa de Ausubel, que defende que o conhecimento se aprofunda quando conseguimos conectar o novo ao que já sabemos. Em outras palavras, quando os estudantes relacionam as novas informações com suas experiências prévias, a compreensão dos conteúdos fica mais concreta e prática. Os números mostram justamente isso: mesmo que os alunos apresentem definições simples a princípio, o contato direto com a prática os ajuda a organizar melhor suas ideias, tornando suas respostas mais precisas na identificação dos fenômenos estudados.

Agora faremos uma análise referente às respostas dadas pelos alunos aos itens B e C do Pré-teste e à Questão 1 do Pós-teste. Nosso objetivo é explorar como os alunos formularam suas respostas inicialmente e como essas concepções evoluíram após a intervenção pedagógica. Abaixo temos as respostas de alguns alunos aos Itens B e C do Pré-teste.

Item B do Pré-teste: Definição do termo “Repouso”

Aluno 09 do 1º ano A: “É um descanso para se renovar”

Aluno 13 do 1º ano A: “É quando você precisa descansar, tipo: quando você uma cirurgia, aí a pessoa precisa descansar, que é a mesma coisa de repouso”

Aluno 19 do 1º ano A: “dicanço, dormir, decança, viagem para a praia para dicança, cuchilo etc”

Aluno 02 do 1º ano A: “Quando uma pessoa se acidenta ou adoece, precisa ficar de repouso”

Item C do Pré-teste: Definição do termo “Movimento”

Aluno 23 do 1º ano A: “Em branco”

Aluno 02 do 1º ano A: “movimento é quando um carro está andando em uma avenida”

Aluno 03 do 1º ano A: “é tipo um automóvel se movimentando, andando”

Aluno 22 do 1º ano A: “É o jeito que se leva para chegar ao ponto final”

Aluno 09 do 1º ano A: “movimento é algo que se produz de acordo com o que você faz ou algo que aconteça por naturalidade”

Com base nas respostas apresentadas, nota-se que os alunos associaram “repouso” principalmente a um estado de descanso, utilizando exemplos do cotidiano – como a necessidade de descansar após uma cirurgia ou durante uma doença – e até relações com lazer

(como “ir à praia”). Essas respostas indicam que, sem a orientação contextualizada da experimentação, a compreensão do termo se restringe a seus significados convencionais e cotidianos, sem necessariamente refletir o uso específico na Física, onde repouso se define como a ausência relativa de movimento em relação a um referencial.

De forma semelhante, as definições de “movimento” ficaram marcadas por interpretações simples e exemplificativas do cotidiano – os alunos mencionaram, por exemplo, o movimento de um carro sobre uma avenida ou a ideia de deslocamento natural. Essa abordagem revela uma compreensão básica, porém desvinculada da análise científica, enfatizando descrições que não necessariamente consideram a relação entre o objeto e um referencial específico, essencial para a construção do conceito em um contexto de Física.

Para avaliar se essa compreensão evoluiu após a intervenção pedagógica, na Questão 1 do Pós-teste os alunos foram desafiados a aplicar o conceito de movimento considerando um referencial específico, exigindo a integração do conhecimento teórico com a experiência prática.

QUESTÃO 1: Durante o Teste de Repouso e Movimento, o carrinho inicialmente parado sobre uma superfície plana é considerado em repouso ou movimento? Justifique sua resposta com base no referencial adotado (ex: a rampa, o solo, ou o observador).

Aluno 16 do 1º ano A: “Repouso, porque a distancia se altera com o passar do tempo”

Aluno 6 do 1º ano A: “está em movimento porquê, durante que o carrinho de role mão está parado a terra está em movimento; com o passa do tempo esta referencial”

Aluno 5 do 1º ano A: “Repouso porque a distancia não se alterou com o passar do tempo”

Aluno 04 do 1º ano A: Repouso porque ele ainda não está em movimento com a relação”

Na análise qualitativa dessa questão, observa-se que, mesmo após a intervenção experimental, os alunos apresentam respostas variadas e, por vezes, contraditórias. Enquanto alguns afirmam que o carrinho está em repouso justificando que “a distância não se alterou com o passar do tempo” ou que “não está em movimento com a relação”, outros apresentam justificativas confusas, como a referência à mudança de distância que, logicamente, indicaria movimento ou a adoção de um ponto de vista externo que questiona o estado de repouso. Essas respostas demonstram que, apesar da realização do experimento ter proporcionado avanços na aplicação prática dos conceitos, as justificativas teóricas ainda não foram totalmente consolidadas, e a compreensão da importância do referencial na definição de repouso e movimento ainda apresenta lacunas.

Em resumo, os dados dos itens B e C revelam que, sem um contexto prático, os alunos tendem a adotar definições cotidianas dos termos “repouso” e “movimento”. Já no Pós-teste, ao enfrentar uma justificativa que exigia a consideração de um referencial, alguns estudantes conseguiram relacionar a prática experimental ao conteúdo teórico, enquanto outros ainda demonstraram dificuldades para integrar essa perspectiva de forma coerente. Esses resultados sugerem que, embora a experimentação tenha promovido avanços na assimilação dos conceitos, é necessário um reforço contínuo no desenvolvimento da compreensão teórica e na capacidade de articular o referencial na análise dos fenômenos físicos.

Em comparação com mais uma habilidade do projeto, a aplicação do MRU na prática, vista no Item D do Pré-teste e na Questão 4 do Pós-teste, os alunos definiram MRU com variações em clareza, evidenciando concepções iniciais sobre velocidade constante.

Item D do Pré-teste: “Explique o que é Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Qual é a principal característica desse movimento?”

Aluno 20 do 1º ano A: “Algo que a velocidade que não muda”

Aluno 22 do 1º ano A: “E quando se percorre uma distância sem alterar a velocidade. Percorre distâncias de tempo igual em intervalos de tempo igual”

Aluno 07 do 1º ano A: “movimento uniforme é um movimento contínuo que não muda, que se mantem com velocidade e trajetória constante”

Aluno 25 do 1º ano A: “movimento uniforme fala sobre uma trajetória”

Aluno 21 do 1º ano A: “movimento uniforme é uma coisa que não muda”

Já na Questão 4 do Pós-teste, o enfoque foi a aplicação prática, onde a maioria dos alunos demonstrou domínio na resolução dos cálculos. Essa combinação aponta para um avanço significativo na aprendizagem, conforme previsto nos princípios de Ausubel.

QUESTÃO 4: Em um trecho reto de estrada, um carro mantém velocidade constante de 60 km/h por 30 minutos. Que distância ele percorreu?

Aluno 08 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual 30 km”

Aluno 03 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual 30 km”

Aluno 17 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual 30 km”

A análise das respostas qualitativas do Item D revela concepções divergentes sobre o Movimento Retilíneo Uniforme. Enquanto alguns alunos identificaram corretamente que se trata de um movimento com velocidade constante e trajetória uniforme, outros ofereceram definições vagas, limitadas a “algo que não muda”. Essa variação sugere que, inicialmente, os estudantes não tinham ancorado adequadamente o conceito em conhecimentos prévios, conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000). Em contrapartida, os dados quantitativos da Questão 4 do Pós-teste mostram uma evolução no entendimento, com a maioria dos alunos resolvendo corretamente o problema proposto – evidenciando, por exemplo, uma taxa de acerto elevada (cerca de 89%) na aplicação dos cálculos. Essa melhoria pontua a importância de contextualizar o conhecimento teórico em situações práticas, promovendo a integração necessária para uma aprendizagem mais sólida e significativa.

No Item E do Pré-teste, os alunos foram convidados a descrever o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e destacar sua diferença principal em relação ao Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). As respostas variaram entre uma simples associação de variações na velocidade e menções à aceleração de forma vaga.

Item E do Pré-teste: Descreva o Movimento Uniformemente Variado (MRUV) e destaque a diferença principal entre MRU e MRUV.

Aluno 09 do 1º ano A: “MUV tem sua própria velocidade, MUV é quando se tem vários tipos de velocidade”

Aluno 10 do 1º ano A: “O MU é quando corpo se desloca com velocidade, o MUV é quando a velocidade varia de forma uniforme”

Aluno 08 do 1º ano A: “A velocidade em constante mudança. AMU=não varia conforme o tempo, já a MUV varia”

Aluno 17 do 1º ano A: “Um percurso que a velocidade varia, mas com um certo ritmo. Diferente do UM, o MUV temo como termo a aceleração e sua velocidade não é constante, sem alterações”

Aluno 02 do 1º ano A: “Um acelera demais o outro não muito”

Em contraste, na Questão 5 do Pós-teste, a abordagem foi quantitativa, exigindo o cálculo exato da aceleração média – uma tarefa que a maioria dos alunos executou conforme o esperado.

QUESTÃO 5: Na Análise de Aceleração com Rampa, suponha que o carrinho leve 2 segundos para descer uma rampa de 1,5 metros de altura. Se sua velocidade final foi de 5 m/s, qual foi sua aceleração média? (Use $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$).

Aluno 14 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado para o problema proposto, mostrando boa assimilação do conteúdo e resolução da equação, obtendo como resposta a aceleração média igual a $2,5\text{m/s}^2$ ”

Aluno 11 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado para o problema proposto, mostrando boa assimilação do conteúdo e resolução da equação, obtendo como resposta a aceleração média igual a $2,5\text{m/s}^2$ ”

Aluno 17 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado para o problema proposto, mostrando boa assimilação do conteúdo e resolução da equação, obtendo como resposta a aceleração média igual a $2,5\text{m/s}^2$ ”

Aluno 3 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado para o problema proposto, mostrando boa assimilação do conteúdo e resolução da equação, obtendo como resposta a aceleração média igual a $2,5\text{m/s}^2$ ”

Aluno 8 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado para o problema proposto, mostrando boa assimilação do conteúdo e resolução da equação, obtendo como resposta a aceleração média igual a $2,5\text{m/s}^2$ ”

Enquanto as respostas do Item E mostram que muitos alunos ainda estavam dando os primeiros passos na compreensão dos conceitos teóricos – muitas vezes oferecendo definições um pouco superficiais e desconectadas do que já conheciam, conforme apontado por Ausubel (2000) – os resultados da Questão 5 são reveladores. Nesse item, ao calcular corretamente a aceleração média ($2,5\text{ m/s}^2$) em um contexto prático, ficou claro que a experimentação ajudou os alunos a transformarem o aprendizado teórico em algo mais concreto e aplicável. Essa comparação destaca que, mesmo que as primeiras definições fossem dispersas, a intervenção pedagógica permitiu um avanço real, levando os alunos a consolidarem e aplicarem seus conhecimentos de forma prática e robusta.

No Item F do Pré-teste, os alunos precisaram aplicar a fórmula da velocidade média para um carro em movimento uniforme, conforme mostrado abaixo em algumas respostas dadas pelos alunos.

Item F do Pré-teste: Um carro está em movimento uniforme sobre uma trajetória retilínea. Sabendo que num intervalo de tempo de 5 segundos esse carro percorra uma distância de 100 metros, calcule a velocidade média do veículo.

Aluno 36 do 1º ano A: “Concluiu o cálculo dentro esperado, dando a resolução correta segundo a substituição dos dados e interpretação correta da questão, dando como solução velocidade igual a 20m/s ”

Aluno 26 do 1º ano A: “Concluiu o cálculo dentro esperado, dando a resolução correta segundo a substituição dos dados e interpretação correta da questão, dando como solução velocidade igual a 20m/s”

Aluno 24 do 1º ano A: “Concluiu o cálculo dentro esperado, dando a resolução correta, esquecendo a unidade de medida algo complementar a solução, dando como solução velocidade igual a 20”

Aluno 01 do 1º ano A: “Não conseguiu iniciar a resolução, não apresentando habilidades dentro do esperado, deu como solução 0,5 Km”

Aluno 18 do 1º ano A: “Em branco” (Utilize $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$).

Enquanto na Questão 3 do Pós-teste o foco foi calcular a velocidade média de um carrinho em um contexto experimental. Essa comparação visa evidenciar a evolução na aplicação prática dos conceitos de Cinemática.

QUESTÃO 3: No Teste de Velocidade Média, se o carrinho percorrer 4 metros em 2 segundos em um plano horizontal, qual sua velocidade média?

Aluno 10 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual a 2, não discriminando a unidade de medida”

Aluno 13 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual a 2, não discriminando a unidade de medida”

Aluno 18 do 1º ano A: “Resposta dentro do esperado, conforme substituição das grandezas e resolução correta da equação, obtendo como resposta velocidade média igual a 2, não discriminando a unidade de medida”

No Item F do Pré-teste, os resultados variaram bastante. Enquanto alguns alunos conseguiram substituir os valores corretamente e calcular a velocidade média de 20 m/s — o que mostra que eles já tinham uma boa base teórica — outros enfrentaram dificuldades, seja por esquecerem de incluir a unidade de medida ou por não terem nem iniciado a resolução do problema. Isso indica que, para alguns, a compreensão do conceito ainda precisa ser reforçada, exatamente como propõe a aprendizagem significativa de Ausubel (2000), que defende a importância de ligar o novo conhecimento ao que já se conhece. Em contrapartida, na Questão 3 do Pós-teste, a maioria dos alunos aplicou o conceito corretamente, obtendo o valor esperado de 2 m/s, mesmo que muitos tenham deixado de mencionar a unidade. Essa evolução, tanto nos números quanto na forma de aplicar o conceito, ressalta como a contextualização experimental

pode transformar um conhecimento abstrato em uma habilidade prática e efetivamente consolidada.

De maneira geral, os resultados demonstram que o Pós-teste promoveu a mobilização de competências mais complexas em relação ao Pré-teste. No Pré-teste, as habilidades desenvolvidas estavam mais alinhadas ao reconhecimento de definições e à aplicação direta de fórmulas. Já no Pós-teste, houve exigência de análise crítica, contextualização e interpretação de referenciais.

A média geral de acertos no Pós-teste foi de aproximadamente 68%, um avanço significativo em relação ao Pré-teste, que teve média inferior a 41%. Esse aumento de desempenho corrobora com a ideia de que atividades experimentais despertam o interesse e facilitam a construção do conhecimento.

A postura dos alunos também mudou após a atividade experimental. Observou-se maior participação, maior tempo de permanência na sala de aula e maior interesse pelo conteúdo, o que vai ao encontro das propostas de Galiazzi (2003) sobre motivação intrínseca no ensino de Ciências.

A comparação entre Pré-teste e Pós-teste revela uma evolução pedagógica coerente com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. No Pré-teste, as questões focavam em definições teóricas e cálculos simples ("aprendizagem mecânica"), exigindo principalmente memorização (habilidade EM13CNT306). Já no Pós-teste, a complexidade aumentou para questões aplicadas, como análise de trajetórias e justificativas contextualizadas ("aprendizagem significativa"), mobilizando habilidades de investigação (EM13CNT304) e interpretação de dados (EM13CNT305). Essa progressão ilustra o princípio ausubeliano de ancoragem: os conceitos básicos de Cinemática (como velocidade e aceleração) serviram de subsunçores para que os alunos assimilassem, de forma crítica, fenômenos mais complexos observados no experimento do Carrinho de Rolimã.

A diferença metodológica entre os dois instrumentos avaliativos também impacta diretamente nas habilidades mobilizadas. Enquanto o Pré-teste focava em questões teóricas e cálculos descontextualizados, o Pós-teste promoveu uma abordagem mais próxima do cotidiano e da prática experimental. Essa diferença está alinhada às propostas da BNCC, que defendem um ensino baseado na resolução de problemas e na aprendizagem ativa (Brasil, 2018).

O uso de situações-problema contextualizadas, como na Questão 04, reforça a necessidade de ensinar Física com base em situações reais. Hodson (1998) defende que a alfabetização científica deve preparar o cidadão para compreender e intervir criticamente em

seu meio, e isso só é possível quando os conteúdos são apresentados de forma significativa e aplicada.

A análise de habilidades, aliada à avaliação quantitativa dos testes, permitiu ao professor refletir sobre sua prática e adaptar estratégias pedagógicas mais eficazes para os conteúdos futuros, promovendo uma melhoria contínua no processo de ensino-aprendizagem.

As justificativas escritas, fornecidas pelos alunos também foram analisadas qualitativamente. Muitos alunos conseguiram articular conceitos de maneira clara e coerente como pode ser visto nas imagens abaixo, mesmo que não totalmente técnica, indicando avanço na capacidade de argumentação científica.

Um dos objetivos do Pós-teste era avaliar se os estudantes haviam desenvolvido a capacidade de transferir o conhecimento adquirido para situações diferentes daquelas vistas no experimento. As respostas às Questões 4 e 5 mostraram que, em parte, essa transferência ocorreu, indicando avanço nas competências cognitivas de nível superior.

A análise comparativa entre os resultados do Pré-teste e do Pós-teste evidência, sobretudo, os efeitos da experimentação orientada pela abordagem da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, na qual o novo conhecimento deve ser ancorado aos conhecimentos prévios do aluno para que ocorra uma assimilação mais profunda, Ausubel, D. P. (2000). No Pré-teste, os dados indicavam que os alunos dominavam relativamente os conceitos matemáticos da Cinemática – conseguindo resolver cálculos e aplicar fórmulas – mas apresentavam dificuldades marcantes nos aspectos conceituais e na aplicação prática de temas abstratos, como a definição de trajetória, repouso e referencial. Essa situação sugere que, embora possuam uma base para a resolução de problemas quantitativos, os estudantes ainda não haviam estruturado um modelo cognitivo consistente que lhes permitisse correlacionar plenamente teoria e experiência.

No Pós-teste, os efeitos da experimentação tornaram-se evidentes em aspectos quantitativos – como a velocidade média e a aceleração –, onde o desempenho atingiu índices elevados (por exemplo, 89% de acerto na Questão 3) –, confirmando que a aplicação prática e a contextualização dos conceitos possibilitam a fixação do conhecimento por meio da associação de novas informações a estruturas cognitivas já existentes, Ausubel, D. P. (2000). Por outro lado, as questões que envolviam uma análise mais abstrata, como a que exigia a justificativa do repouso ou movimento com base no referencial (54% de acertos na Questão 1) e a interpretação de uma trajetória a partir de um observador externo (73% de acertos na Questão 2), embora tenham apresentado evolução em relação ao Pré-teste, ainda demonstraram dificuldades quanto à internalização e aplicação concreta desses conceitos. Isso corrobora com

a reflexão de Moreira (2009) e Hodson (1998), que afirmam que a aprendizagem de conceitos abstratos exige uma forte conexão com experiências reais para que o conhecimento não se limite à memorização mecânica.

Além disso, o contraste entre o desempenho de habilidades mais voltadas para a resolução de problemas matemáticos (habilidade EM13CNT306) e aquelas que demandam uma análise conceitual mais crítica (habilidade EM13CNT304) revela que a integração entre teoria e prática foi mais bem-sucedida na área dos cálculos, enquanto a construção de modelos conceituais sobre referencialidade ainda necessita de intervenções pedagógicas adicionais, como o uso de recursos visuais, debates e estudos de casos. Essa constatação reforça a proposta de Ausubel de que a aprendizagem significativa se fortalece quando os conteúdos são apresentados de forma progressiva e interativa, permitindo reflexões que extrapolem a simples memorização de fórmulas, Ausubel, D. P. (2000).

Em suma, enquanto os resultados quantitativos do Pós-teste demonstraram avanços consideráveis na aplicação de conceitos matemáticos e na solução de problemas contextualizados, a persistência de dificuldades nos aspectos mais abstratos da Cinemática evidencia a necessidade de um aperfeiçoamento metodológico que amplie as estratégias de ensino para fortalecer a construção do conhecimento conceitual. Essa análise comparativa realça a importância de metodologias ativas e interativas para aproximar a teoria da prática, conforme defendido pelos teóricos e sugerido pelos dados coletados ao longo da pesquisa.

Por fim, os resultados obtidos com a aplicação do PE indicam que experiências práticas de baixo custo podem efetivamente contribuir para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC, promovendo uma aprendizagem significativa e transformadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente Dissertação evidenciou, ao longo de sua trajetória investigativa, que a inserção de experimentos de baixo custo no Ensino de Cinemática configura-se como uma estratégia pedagógica promissora, sobretudo no cenário educacional brasileiro, marcado por desigualdades de acesso a recursos e limitações estruturais nas escolas públicas. A pesquisa empírica revelou que, mesmo com infraestrutura reduzida, é possível transformar a experiência de aprendizagem dos estudantes ao aproximar a teoria da prática, utilizando materiais simples e acessíveis como ferramenta de mediação do conhecimento.

Um dos principais ganhos observados foi o aumento da motivação discente diante da possibilidade de experimentar ativamente os conceitos físicos, como velocidade, aceleração e trajetória, a partir de situações concretas e desafiadoras. Essa motivação, fundamental para a aprendizagem significativa, esteve presente em todas as etapas da aplicação do Produto Educacional, desde a construção dos materiais até a coleta de dados e a análise crítica dos resultados, indicando que o envolvimento ativo dos alunos é um diferencial pedagógico potente e significativo.

O uso de um Carrinho de Rolimã, rampas improvisadas e cronômetros digitais — inclusive de celular — demonstrou que a prática experimental pode ser tecnologicamente simples, porém conceitualmente rica, permitindo a mobilização de competências previstas pela BNCC, como resolução de problemas, argumentação científica e análise de dados.

O papel do professor também foi ressignificado nesse contexto: deixou de ser o único transmissor do saber para se tornar mediador do conhecimento, estimulando a construção coletiva e crítica dos conceitos abordados. A estrutura metodológica do experimento proposto mostrou que é possível integrar diferentes etapas da aprendizagem — diagnóstico, aplicação, observação e avaliação — num mesmo plano didático, com foco na progressão das habilidades e competências dos estudantes.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel revelou-se um alicerce essencial para a fundamentação deste trabalho, na medida em que os conceitos científicos foram ancorados às experiências prévias dos estudantes, potencializando o sentido e a permanência do aprendizado. Além da teoria de Ausubel, os pressupostos do ensino por investigação e da abordagem construtivista estiveram presentes, sustentando a proposta de tornar o aluno protagonista de sua trajetória educacional.

Observou-se que muitos dos estudantes conseguiram extrapolar o espaço da sala de aula ao relacionar os experimentos com situações reais do cotidiano, o que revela uma internalização

dos conteúdos científicos de forma funcional e duradoura. O relato dos alunos indicou uma mudança na percepção da Física enquanto disciplina: deixou de ser vista como inacessível e passou a ser compreendida como ciência aplicada, conectada à vida prática dos estudantes.

O planejamento colaborativo entre o professor e os alunos, especialmente na confecção dos materiais e na organização das etapas do experimento, fortaleceu o senso de pertencimento e a autonomia dos envolvidos, elevando a qualidade do processo educativo.

Os dados coletados através de instrumentos avaliativos, tais como o Pré-teste e o Pós-teste, confirmaram avanços significativos na aprendizagem dos estudantes, não apenas em termos conceituais, mas ainda procedimentais e atitudinais.

A proposta de usar materiais recicláveis ainda reforçou a dimensão ética e ambiental da prática educativa, gerando uma consciência crítica sobre consumo, reaproveitamento e sustentabilidade. A Escola (CETI Professora Júlia Nunes), campo da pesquisa, ao aceitar e apoiar a aplicação do experimento, demonstrou abertura para metodologias ativas e contextualizadas, o que pode ser considerado um indicativo positivo para futuras implementações em larga escala.

Durante a experiência, alunos com dificuldades anteriores em Física apresentaram desempenho superior ao esperado, demonstrando que a experimentação pode ser uma via alternativa eficaz para a superação das barreiras cognitivas tradicionais. A adoção da experimentação em sala de aula não deve ser vista como um luxo ou complemento, mas sim como uma estratégia pedagógica essencial, capaz de alinhar-se às exigências curriculares e ao perfil do estudante contemporâneo.

A análise estatística dos resultados mostrou não apenas evolução no desempenho dos alunos, bem como, revelou padrões de aprendizagem que podem ser usados como base para o planejamento de novas intervenções pedagógicas.

Outro fator de destaque foi o impacto da ludicidade no engajamento dos alunos. A prática experimental, por ser divertida e desafiadora, estimulou e favoreceu a criação de um ambiente educacional mais leve, colaborativo e produtivo. As feiras de ciências e as atividades interdisciplinares surgem, a partir deste estudo, como desdobramentos possíveis da proposta, ampliando seu alcance e incentivando o protagonismo estudantil dentro e fora da sala de aula.

A replicabilidade do experimento é uma de suas maiores virtudes. Pode ser adaptado e utilizado em diferentes níveis de ensino, desde o fundamental até o técnico, respeitando as especificidades de cada contexto. A contribuição deste trabalho vai além dos resultados quantitativos: ele aponta caminhos metodológicos, inspira práticas docentes e reforça a importância de uma educação científica democrática e acessível.

Os achados da pesquisa, ainda que circunscritos a uma realidade específica, possuem validade para outros contextos educacionais semelhantes, especialmente aqueles com limitações de recursos materiais e humanos. Fica evidente, portanto, que o investimento em formação docente continuada, aliada à criatividade na construção de práticas didáticas, é um fator determinante para o sucesso da experimentação no Ensino de Física.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, enfrentamos diversos desafios, desde o estudo da implementação do projeto até sua aplicação. Entre eles, destaco minha mudança repentina de escola e a alteração das disciplinas do meu quadro de horários, em função da Secretaria Estadual da Educação e Cultura do Piauí – SEDUC-PI. Outro desafio foi a baixa carga horária destinada à aplicação do PE, pois a disciplina de Física oferece apenas 2 horas-aula semanais, que não coincidiam com a disponibilidade mútua decorrente da troca de horários com o professor titular. Essa transferência resultou na minha saída do quadro de professores da disciplina na escola para a qual fui designado, o que impossibilitou a execução completa do trabalho no Pós-teste. Por exemplo, no estudo do gráfico proposto na Questão 6, os dados foram coletados, mas o tempo disponível foi insuficiente para a sua execução integral.

Apesar das dificuldades e da execução incompleta da Questão 6, o trabalho como um todo não ficou comprometido, como evidenciado pela análise consistente dos resultados coletados e apresentados nesta Dissertação.

Por fim, conclui-se que a inserção de experimentos de baixo custo na abordagem pedagógica da Cinemática não apenas facilita a compreensão dos conteúdos, mas também transforma profundamente a relação entre o aluno, o conhecimento e o mundo, cumprindo, assim, seu papel social, educativo e transformador.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. C. S.; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946–1966. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 5, n. 2, p. 469–492, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/bRYbcW9TTthRBN8MLvknHzR> . Acesso em: 19 jul. 2025.
- ALISON, R. B.; LEITE, A. E. Possibilidades e dificuldades do uso da experimentação no ensino da Física. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Fundamentos da Física: Mecânica**. Volume 1. São Paulo: Harbra, 1972.
- ALVES FILHO, Jose de Pinho *et al.* **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000.
- ALVES, Valéria de Freitas. A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem. 2011.
- ALVES, L. V. S.; MEDEIROS, L. S. O uso de materiais de baixo custo no ensino da Física: uma alternativa para a recomposição e compreensão do ensino de Física na EEMTI Luíza Távora. In: **CONEDU – Congresso Nacional de Educação**, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID12806_TB2994_17112023094234.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AXT, R.; MOREIRA, M. A. O Ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Rev. Bras. Ens. Fís.**, Porto Alegre, v. 13, p. 97-103, 1991.
- BARRETO, Benigno, XAVIER, Claudio. **Física aula por aula: terminologia, óptica e ondulatória**. 3. ed. - São Paulo: FTD, 2016.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o Laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> . Acesso em: 23 de abr. de 2025.

BRASIL. Lei nº 14.945, de 21 de março de 2024. Estabelece diretrizes para o Ensino Médio e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 22 mar. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/Lei/L14945.htm . Acesso em: 10 de jun 2025.

CARNEIRO, Neyla Lima *et al.* **A prática docente nas escolas públicas, considerando o uso do Laboratório didático de Física.** 2007.

CIENCIA É COTIDIANO. **Curto-circuito com pilhas e palha de aço.** 2013. <http://ciennciaecotidiano.blogspot.com.br/2013/10/curto-circuito-com-pilhas-e-palha-de.html>. Acesso em: 16/06/2016.

CIÊNCIA, click, **Como está a ciência no Brasil hoje?** 2008 http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao19/materia1_detalhe.php. Acesso em: 30/06/2016.

CURSOS SENAC. História do SENAC: Fundação, Missão e Abrangência. 2023. Disponível em: <https://cursosssenac.org/historia-do-senac-fundacao-missao-e-abrangencia/> . Acesso em: 19 jul. 2025.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELOZOICOV, D. **Ensino de Física e a concepção freiriana de educação.** Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 17. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

FERREIRA, N. C. **Proposta de Laboratório para a escola brasileira – Um ensaio sobre a instrumentalização no Ensino Médio de Física.** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1978 *apud* SANTOS, Emerson Izidoro dos; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. **Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências.** Química Nova na Escola, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

GALIAZZI, M. C. **Pesquisa qualitativa e Ensino de Ciências: desafios e possibilidades.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

GASPAR, Alberto. Física volume 1 Mecânica. **Editora Ática, São Paulo, 2001.**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, vol. 1: mecânica.** 9ª Ed. Tradução Ronaldo Sérgio de Biase – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HODSON, D. **Teaching and learning science: towards a personalized approach.** Buckingham: Open University Press, 1998.

IVANY, George W.; PARLETT, Malcolm R. **The Divergent Laboratory.** *American Journal of Physics*, v. **36**, n. 11, p. 1072-1080, 1968.

JORNAL O Globo, 2003.

KAPTISA, P. **Experimento, Teoria e Prática: artigos e conferências.** Moscou: Mir, 1985.

KUSSUDA, Sergio Rykio. **A escolha profissional de licenciados em Física de uma universidade pública.** 2012. Tese (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade estadual Paulista-UNESP, São Paulo, 2012.

LIMA, Henrique. Ensino de Física no Brasil: Desafios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. **34**, n. 2, p. 235-247, 2012.

LOPES, M.R. *et al.* **Construção de Novos Saberes com Turmas de Química do 1º Ano do Ensino Médio Envolvendo Experimentos com Materiais de Fácil Acesso na Escola Estadual Dom Idílio José Soares no Município de Ouricuri-PE.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Educação Química, 2015.

LORENZ, Karl M.; BARRA, Vilma Marcassa. Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980 [*The Development of Science Education Materials in Brazil from 1950 to 1980*]. **Ciência e Cultura**, v. **38**, n. 12, 1986.

MACEDO, J. **História da Física no Ensino Médio: Propostas e Reflexões.** Rio de Janeiro: Livraria da Física, 2010.

MAGNONI, Ana Paula. **Parâmetros Curriculares Nacionais e o Ensino de Física.** Revista.

MARASCIULO, M. Como Dom Pedro II ajudou a desenvolver a ciência no Brasil (e no mundo). **Revista Galileu**, 06 set. 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Historia/noticia/2020/09/como-dom-pedro-ii-ajudou-desenvolver-ciencia-no-brasil-e-no-mundo.html> . Acesso em: 19 ago. 2025.

MNPEF – MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA. Orientações sobre o currículo. Sociedade Brasileira de Física, 2023. Disponível em: <http://www.www1.fisica.org.br/mnpef/orientacoes-sobre-o-curriculo>. Acesso em: 10 de ago de 2025.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO**, 4., 2019, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: USP, 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** Lf Editorial, 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. **43**, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Subversiva. In **Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (Peniche)**. Lisboa: Universidade Aberta, (2000).

NORONHA, Y. K. F. As **dificuldades no ensino-aprendizagem de Cinemática no Ensino Médio**. 2025. 32 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/81751> . Acesso em: 20 ago. 2025.

NOVAK, J. D. *et al.* Teoria da Aprendizagem Significativa: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche [em linha]. 2000.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. Brasília: Editora da UnB, 2009.

NACIONAIS, Parâmetros Curriculares. Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, p. 538-545, 1999.

NAPOLITANO, Hamilton Barbosa; LARIUCCI, Carlito. Alternativa para o ensino da cinemática. **Inter-Ação**; Rev. Fac. Educ. UFG, 26 (2): 119-129, jul./dez. 2001. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/interacao/article/download/1604/1569/> . Acesso em: 01 ago. 2019.

NARDI, Roberto. **Questões atuais no Ensino de Ciências**. Escrituras Editora e Distribuidora de Livros Ltda., 2005.

OLIVEIRA, R. N.; ASSUNÇÃO, B. A. F. **Educação contemporânea: teorias e inovações para o futuro**. São Paulo: EBPCA – Editora Brasileira de Publicação Científica Aluz, 2024. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/917887/2/Ebook-Educacao-Contemporanea_2024.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.

OPPENHEIMER, F.; CORRELL, M. **A Library of Experiments**. *American Journal of Physics*, v. 32, p. 220–225, 1964. DOI: 10.1119/1.1970183.

PCN. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 1999.

PENA, Fábio Luís Alves; RIBEIRO FILHO, Aurino. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

PINHO ALVES, J. de. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174–188, 2000.

PUHL, C. S.; MÜLLER, T. J.; LIMA, I. G. de; *et al.* **As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem**. *Dynamis* (Porto Alegre), v. 26, n. 1, p. 61–77, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7867/1982-4866.2020V26N1P61-77> . Acesso em: 24 ago. 2025.

SILVA, E. S. da; COSTA, L. S.; FARIAS, A. D. J. Aristóteles vs Galileu: uma análise criteriosa sobre o movimento dos corpos. In: CONEDU – Congresso Nacional de Educação, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID3464_13092019105700.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.

SILVA, M. M. *et al.* A importância da integração entre teoria e prática no ensino de Ciências: relato de experiência. In: Congresso Nacional de Educação – CONEDU, 2024. Disponível em: https://ns1.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2024/TRABALHO_COMPLETO_EV200_MD4_ID14097_TB5931_23102024103703.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.

SILVA, Wallyn Vieira; OLIVEIRA DUARTE, Madileide. ENSINO DE FÍSICA E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM SALA DE AULA. **Anais CIET: Horizonte**, 2018.

SANTOS, E. dos; GARCIA, R. P. M. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e suas contribuições para a construção de conceitos científicos no ensino de Ciências. In: ENALIC – Encontro Nacional de Licenciaturas, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2023/TRABALHO_EV190_MD1_ID5178_TB2779_24102023105144.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Investigação sobre o ensino de Física em escolas públicas. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/investigacao-sobre-o-ensino-de-fisica-em-escolas-publicas>. Acesso em: 10 de ago de 2025.

SANTOS, R. A. dos; LIRA, S. H. A. **Proposta de experimentos de baixo custo para o ensino de Física: uma abordagem criativa e acessível**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/14816>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SILVA, João Paulo da. **Experimentos de Física: Um Olhar Lúdico na Cinemática**. Serra Talhada: Instituto Federal do Sertão Pernambucano, 2022. Disponível em: <https://releia.ifsertaope.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1104/1/TCC%20-%20EXPERIMENTOS%20DE%20F%20%20SICA%20UM%20OLHAR%20L%20%20%20NA%20CINEM%20%20TICA.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025.

SOARES, Amanda Moura. **O experimento de baixo custo para o estudo da cinemática**. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2023. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/31018/1/TCC-%20Amanda%20Moura%20Soares>. Acesso em: 17 ago. 2025.

SOARES, V. L. L. **Laboratório didático de Física no ciclo básico da universidade**. Dissertação de mestrado, IFUSP-FEUSP, 1977.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de Ciências; uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369.2000.

VALADARES, E. C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na escola**, v 13, p. 38-40, 2001.

VALÉRIA ALVES, V. **A prática docente no Ensino de Física: um estudo de caso.** Universidade de Brasília, 2006.

VILLAS BÔAS, Newton, DOCA, Ricardo Helou, BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de física: volume 2.** 19. ed. — São Paulo: Saraiva, 2012.

APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE**Teste Diagnóstico de Física - Cinemática (MU e MUV)**

Nome do Aluno(a): _____ **Data:** _____ **COD.** _____

Instruções:

Leia atentamente as questões e responda de forma clara e objetiva. Utilize exemplos quando necessário.

Questões:

Defina os seguintes termos:

A) Trajetória:

B) Repouso:

C) Movimento:

D. Explique o que é Movimento Uniforme (MU). Qual é a principal característica desse tipo de movimento?

E. Descreva o Movimento Uniformemente Variado (MUV) e destaque a diferença principal entre o MU e o MUV.

F. Um carro está em movimento uniforme sobre uma trajetória retilínea. Sabendo que num intervalo de tempo de 5 segundos esse carro percorra uma distância de 100 metros, calcule a velocidade média do veículo.

G. Um carro está em repouso em um semáforo. Após a luz verde acender, o carro acelera a uma taxa constante de 2 m/s^2 durante 5 segundos. Qual é a velocidade final do carro ao fim desse intervalo de tempo? Mostre seus cálculos.

H. Dê um exemplo prático de um Movimento Uniforme e outro de Movimento Uniformemente Variado. Explique como você identificou cada um desses movimentos no seu exemplo.

APÊNDICE 2 – PÓS-TESTE

Aluno: _____

COD: _____

Conceitos Básicos: Repouso e Movimento

01) Durante o *Teste de Repouso e Movimento*, o carrinho inicialmente parado sobre uma superfície plana é considerado em **repouso** ou **movimento**? Justifique sua resposta com base no **referencial** adotado (ex: a rampa, o solo, ou o observador).

02) Qual a trajetória do carrinho vista por um observador externo, olhando o movimento do carrinho depois de descer rampa?

MRU (Movimento Retilíneo Uniforme)

03) No *Teste de Velocidade Média*, se o carrinho percorrer **4 metros em 2 segundos** em um plano horizontal, qual sua velocidade média? (Utilize $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$)

04) Em um trecho reto de estrada, um carro mantém velocidade constante de 60 km/h por 30 minutos. Que distância ele percorreu?

MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado)

05) Na *Análise de Aceleração com Rampa*, suponha que o carrinho leve **2 segundos** para descer uma rampa de **1,5 metros de altura**. Se sua velocidade final foi de **5 m/s**, qual foi sua aceleração média? (Use $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$).

06) Analise o movimento do carrinho e sob orientações do professor preencha a tabela:

Tabela de Registro de Dados

Tentativa	Distância (m)	Tempo (s)	Velocidade Média (m/s)
1			
2			

3			
4			
5			

- Por que as velocidades médias das tentativas não são idênticas? Liste possíveis fontes de erro (ex: atrito, precisão do cronômetro).

- Para melhor aproximação dos dados coletados sobre velocidade média, calcule a média das velocidades encontradas.

APÊNDICE 3 – PLANOS DE AULA

PLANO DE AULA 1 – TESTE DIAGNÓSTICO

Data: 17/02/2025

Duração: 1 hora-aula (60 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT304:** A aula promove a investigação inicial dos conhecimentos científicos prévios dos alunos, primeiro passo para o desenvolvimento de competências em pesquisa.
- **EM13CNT305:** A análise das respostas do diagnóstico envolve tanto a interpretação de dados quantitativos (questões de cálculo) quanto qualitativos (questões conceituais).

Objetivos detalhados:

Esta aula busca mapear com precisão o nível de compreensão inicial da turma sobre Cinemática, identificando tanto os conceitos já dominados quanto as principais lacunas de aprendizagem. Através da análise das respostas, o professor poderá ajustar o ritmo e a profundidade das próximas aulas, garantindo que todos os alunos tenham a base necessária para acompanhar os experimentos práticos. Além disso, a discussão coletiva após o teste serve para começar a construir uma ponte entre o conhecimento teórico e suas aplicações práticas, preparando o terreno para a abordagem investigativa que será desenvolvida ao longo do projeto.

Descrição detalhada da aula:

Esta aula inaugural tem como finalidade realizar um levantamento preciso dos conhecimentos prévios dos alunos sobre Cinemática, especificamente os conceitos básicos de movimento retilíneo. A seção iniciará com a aplicação de um teste diagnóstico contendo 6 questões que abrangem desde definições teóricas (como "O que é velocidade média?") até cálculos simples envolvendo deslocamento e tempo. Os alunos trabalharão individualmente, sem consulta, durante 30 minutos. Após a coleta dos testes, será promovida uma discussão coletiva de 20 minutos, onde o professor destacará as principais dúvidas e conceitos que surgiram, contextualizando-os com exemplos do cotidiano (como o movimento de um ônibus em linha reta). Os últimos 10 minutos serão dedicados a apresentar o projeto do carrinho de rolimã, despertando o interesse dos estudantes para as aulas práticas que virão.

PLANO DE AULA 2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME (MRU)

Data: 24/02/2025

Duração: 2 horas-aulas (120 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT304:** A atividade experimental incentiva os alunos a investigarem características do movimento através de métodos científicos.
- **EM13CNT306:** O carrinho de rolimã serve como modelo físico para compreensão do MRU, relacionando abstrações teóricas com fenômenos concretos.

Objetivos detalhados:

Esta aula tem como meta principal fazer com que os alunos compreendam profundamente o conceito de MRU, não apenas como uma fórmula matemática, mas como um fenômeno físico observável. Através da experimentação, os estudantes desenvolverão habilidades de coleta e análise de dados, aprendendo a lidar com variáveis e margens de erro. A comparação entre os resultados dos diferentes grupos permitirá discutir como condições experimentais semelhantes podem produzir dados ligeiramente diferentes, introduzindo noções importantes sobre metodologia científica.

Descrição detalhada da aula:

Nesta aula imersiva sobre MRU, os alunos serão conduzidos por uma jornada que integra teoria e prática de forma dinâmica. A primeira hora será dedicada à construção teórica: o professor utilizará exemplos concretos (como o movimento de um metrô entre estações) para explicar as características do MRU, incluindo análise de gráficos de posição versus tempo e velocidade versus tempo. Na segunda parte, os alunos se organizarão em grupos para realizar experimentos com o carrinho de rolimã em uma pista plana. Cada grupo será responsável por medir tempos de percurso em diferentes distâncias, registrar os dados em tabelas e calcular velocidades médias. O fechamento da aula contará com uma discussão coletiva, onde os grupos compartilharão seus resultados e o professor fará as conexões entre as observações práticas e a teoria apresentada anteriormente.

PLANO DE AULA 3 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

Data: 10/03/2025

Duração: 2 horas-aulas (120 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT305:** A coleta e interpretação de dados variados exige organização e análise crítica
- **EM13CNT306:** A rampa como sistema físico modela conceitos abstratos de dinâmica

Objetivos detalhados:

Além de compreender o MUV como extensão natural do MRU, esta aula visa desenvolver nos alunos a capacidade de planejar micro investigações científicas. O contato com múltiplas variáveis (ângulo, massa, atrito) prepara o terreno para o pensamento multivariado essencial em Física. A análise dos erros experimentais (cronometragem, medição angular) introduz conceitos importantes sobre precisão e validade científica.

Descrição detalhada da aula:

Esta aula prática se inicia com uma demonstração impactante: o professor lançará o carrinho de rolimã em uma rampa com inclinação acentuada, questionando os alunos sobre as diferenças observadas em relação ao movimento na aula anterior. Durante os primeiros 40 minutos, será construído coletivamente o conceito de aceleração, partindo das observações empíricas até a formalização matemática ($a = \Delta v / \Delta t$). Os alunos serão desafiados a medir a variação de velocidade em diferentes segmentos da rampa, utilizando cronômetros e fitas métricas. Na segunda hora, os grupos projetarão suas próprias investigações: alguns testarão rampas com diferentes ângulos, outros adicionarão pesos ao carrinho, enquanto um terceiro grupo analisará o movimento de descida versus subida. A aula se encerrará com uma "roda de físicos", onde cada grupo apresentará suas descobertas e o professor fará as conexões com situações reais como freios de automóveis ou quedas livres.

PLANO DE AULA 4 – MONTAGEM EXPERIMENTAL

Data: 17/03/2025

Duração: 1 hora-aula (60 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT307:** Desenvolvimento de soluções tecnológicas com recursos limitados
- **EM13CNT210:** Conscientização ambiental através da reutilização criativa

Objetivos detalhados:

Mais do que ensinar conteúdos específicos, esta aula desenvolve competências transversais como resolução de problemas práticos, trabalho colaborativo e pensamento de *Design*. A construção concreta do instrumento de pesquisa cria um vínculo emocional com o projeto, aumentando o engajamento nas aulas seguintes. O contato com materiais não-estruturados estimula a criatividade e a adaptabilidade.

Descrição detalhada da aula:

Transformando a sala de aula em um laboratório de prototipagem, os alunos receberão kits com materiais recicláveis (rolos de papelão, tampinhas plásticas, palitos de churrasco) e o desafio de construir carrinhos otimizados para testes de MRU e MRUV. Nos primeiros 15 minutos, o professor demonstrará princípios básicos de engenharia (relação entre eixos e estabilidade, distribuição de peso) através de um protótipo funcional. Durante 35 minutos intensos de trabalho em equipe, os alunos testarão diferentes configurações, enquanto o professor circula mediando conflitos e sugerindo melhorias. Nos últimos 10 minutos, será realizado um "teste de estresse": cada grupo colocará seu carrinho em uma pista-teste, observando e registrando pontos de falha para ajustes posteriores. A aula se encerra com uma reflexão sobre o processo iterativo de construção científica.

PLANO DE AULA 5 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Data: 24/03/2025

Duração: 2 horas-aulas (120 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT304:** Domínio completo do método investigativo
- **EM13CNT305:** Manipulação e interpretação de bancos de dados complexos

Objetivos detalhados:

Integrar todos os conceitos aprendidos em uma investigação autônoma, simulando o trabalho real de cientistas. Desenvolver autonomia no planejamento experimental e rigor na análise de dados. A vivência do método científico completo (hipótese-teste-conclusão) consolida a aprendizagem significativa.

Descrição detalhada da aula:

Esta aula-cúpula do projeto transforma os alunos em pesquisadores independentes. Após 20 minutos de planejamento coletivo (definição de variáveis a testar, métodos de coleta), os grupos se dispersam por estações experimentais: 1) Pista plana para MRU; 2) Rampa fixa para MRUV; 3) Pista com obstáculos para estudo de colisões. A cada 25 minutos, os grupos rotacionam, garantindo experiência multivariada. Na segunda hora, concentram-se na análise dos dados: calculam médias, constroem gráficos comparativos e identificam anomalias. O ponto alto ocorre quando confrontam seus resultados empíricos com as previsões teóricas, discutindo discrepâncias. Um grupo é escalado para documentar todo o processo em vídeo, material que será usado posteriormente.

PLANO DE AULA 6 – PÓS-TESTE

Data: 31/03/2025

Duração: 1 hora-aula (60 minutos)

Habilidades da BNCC trabalhadas:

- **EM13CNT304:** Consolidação da competência científica
- **EM13CNT305:** Avaliação crítica de processos e resultados

Objetivos detalhados:

Avaliar quanti e qualitativamente a evolução conceitual, procedimental e atitudinal. Promover autorreflexão sobre o processo de aprendizagem. Consolidar as conquistas através do *feedback* personalizado, preparando os alunos para projetos futuros.

Descrição detalhada da aula:

Num clima de culminância, os alunos respondem individualmente a um teste espelhado ao diagnóstico inicial, porém com questões contextualizadas no projeto (ex.: "Usando dados do seu carrinho, prove que na rampa houve MRUV"). Nos primeiros 40 minutos, enquanto resolvem a prova, o professor observa indicadores não-cognitivos (segurança, agilidade). Nos 20 minutos finais, ocorre uma seção metacognitiva: os alunos preenchem uma ficha autoavaliativa e assistem ao vídeo resumo das atividades. O professor entrega um relatório comparando Pré e Pós-teste, destacando os avanços individuais e coletivos. A aula termina com um "conselho de cientistas", onde cada aluno compartilha uma descoberta pessoal durante o projeto.

APÊNDICE 4 – PRODUTO EDUCACIONAL (PE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA–MNPEF

ANTONIO FELIPE ALVES DA SILVA
VALDEMIRO DA PAZ BRITO

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO O CARRINHO DE ROLIMÃ COMO
FERRAMENTA NO ENSINO-APRENDIZADO DE CINEMÁTICA**

TERESINA
2025

ANTONIO FELIPE ALVES DA SILVA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO O CARRINHO DE ROLIMÃ COMO
FERRAMENTA NO ENSINO-APRENDIZADO DE CINEMÁTICA**

Produto Educacional Anexo à minha Dissertação de Mestrado, apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF, Polo 26, da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Valdemiro da Paz Brito

TERESINA

2025

RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento e aplicação de um Produto Educacional (PE) voltado para o Ensino de Cinemática, utilizando um experimento de baixo custo com um Carrinho de Rolimã. Fundamentado na Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel, o Projeto desenvolvido objetivava integrar os conhecimentos teóricos aos dados coletados experimentalmente, proporcionando uma abordagem prática e contextualizada para o estudo do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). O experimento, executado ao longo de sete encontros com alunos do Ensino Médio, compreendeu a aplicação de um Pré-teste (diagnóstico), a introdução dos conteúdos teóricos, a montagem do Carrinho de Rolimã, a coleta e a análise dos dados experimentais, e por fim, um Pós-teste que avaliou a consolidação dos conceitos físicos de Cinemática. A metodologia experimental, associada à utilização de materiais acessíveis e à participação ativa dos alunos, demonstrou a eficácia do ensino contextualizado na formação de uma compreensão mais robusta dos princípios fundamentais do movimento.

Palavras-chave: Cinemática; Aprendizagem Significativa de David Ausubel; Experimento de Baixo Custo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O Carrinho de Rolimã utilizado no Projeto.	96
Figura 2: Esquema de montagem Carrinho de Rolimã.	113
Figura 3: Marcações das peças componentes do Carrinho.....	114
Figura 4: Dimensões do Carrinho de Rolimã.	115
Figura 5: Indicadores do centro de fixação e do volante do Carrinho.....	115
Figura 6: Dimensões do eixo de fixação da roda dianteira.....	115
Figura 7: Rolamento dianteiro do Carrinho.....	116
Figura 8: Extremidades do eixo traseiro, vista inferior.	116
Figura 9: Vista superior da parte traseira do Carrinho.	117
Figura 10: Rolamentos usados no Carrinho.	118
Figura 11: Corte do Assento do Carrinho.....	119
Figura 12: Rampa para realização do experimento.	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Data, hora-aula, conteúdo e atividade ministrada.	103
Quadro 2: Data, Conteúdo, Objetivo, Hora-aula, Descrição e a Relação com a Teoria de Ausubel.....	104

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	95
1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	98
1.1 Campo Empírico da Pesquisa.....	99
1.2 Sujeitos Participantes da Pesquisa.....	99
2. TIPOS DE LABORATÓRIOS.....	100
2.1 Laboratório de Demonstração ou Cátedra.....	100
2.2 Laboratório Tradicional ou Convencional.....	100
3. TEORIAS DA EDUCAÇÃO.....	102
3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa em Experimentos de Baixo Custo	102
4. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	103
4.1 Metodologia.....	103
5. MENSAGEM AO PROFESSOR.....	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
6. APÊNDICE A – MONTAGEM EXPERIMENTAL DO CARRINHO E RAMPA 113	
7. APÊNDICE B – ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	121
8. APÊNDICE C – PRÉ-TESTE.....	123
9. APÊNDICE D – PÓS-TESTE.....	125

INTRODUÇÃO

Esse Produto Educacional (PE) é um pré-requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí, o qual tem o objetivo de apresentar um experimento de baixo custo que utiliza um Carrinho de Rolimã para estudar os Movimentos Retilíneo Uniforme (MRU) e Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) no Ensino da Cinemática. O experimento visa proporcionar uma abordagem prática e didática para facilitar o processo de Ensino-aprendizado, permitindo que os estudantes compreendam conceitos importantes sobre Cinemática.

O experimento, quando realizado, visa permitir que os alunos observem os seguintes aspectos: i) a compreensão do movimento de um corpo em trajetória retilínea; ii) a visualização e a análise dos dados coletados durante a experimentação; iii) a construção e interpretação dos gráficos obtidos através dos dados coletados, buscando entender melhor as características do MRU e do MRUV.

A Cinemática é um ramo da Física que estuda o movimento dos corpos, analisando seus deslocamentos, trajetórias, velocidades e acelerações, sem considerar as causas que os geram. No contexto do Ensino Médio, a Cinemática é uma parte essencial do currículo de Física, pois proporciona aos estudantes uma compreensão fundamental das grandezas físicas relacionadas ao movimento.

Nesse nível de ensino, os alunos são introduzidos aos conceitos básicos da Cinemática, como posição, deslocamento e tempo. Através de equações simples, como as do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), os estudantes aprendem a calcular velocidades médias, acelerações e deslocamentos em problemas de movimento unidimensional.

Além disso, a Cinemática permite que os alunos explorem movimentos bidimensionais como; lançamentos de projéteis e compreendam a relação entre a velocidade e a aceleração em diferentes situações. Através do uso de sistemas de coordenadas cartesianas, eles podem analisar o movimento em duas dimensões, incluindo movimentos curvilíneos e componentes vetoriais.

A abordagem pedagógica no Ensino de Cinemática deve ser voltada para a compreensão conceitual, com ênfase na resolução de problemas práticos e contextualizados. É fundamental que os professores estimulem a participação ativa dos alunos por meio de atividades investigativas, demonstrações práticas e experimentos simples. O uso de recursos tecnológicos,

como simulações computacionais e aplicativos interativos, também pode enriquecer o processo de Ensino-Aprendizado e auxiliar na visualização e compreensão dos conceitos de Cinemática.

Este Projeto de Pesquisa tem como objetivo apresentar um experimento de baixo custo que utiliza um Carrinho de Rolimã para estudar o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) no Ensino de Cinemática. O PE proposto visa oferecer uma abordagem prática e didática que facilite o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os estudantes compreendam de maneira mais efetiva conceitos essenciais da Cinemática.

Além disso, o PE possibilita a observação do movimento dos corpos em MRU e do MRUV por meio da coleta de dados experimentais, permitindo a análise da relação entre aceleração constante e o deslocamento dos objetos. A partir desses dados, os alunos construirão e interpretarão gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo, aprofundando a compreensão das características destes movimentos. Para viabilizar o estudo, foi construído um Carrinho de Rolimã. Os detalhes minuciosos da sua construção encontram-se descritos no Apêndice A, seguindo o roteiro experimental do Apêndice B, deste PE. Para melhor visualização, apresenta-se a seguir a Figura 1, que ilustra o carrinho já montado.

Figura 20: O Carrinho de Rolimã utilizado no Projeto.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

O objetivo é desenvolver e aplicar o PE que utiliza um experimento de baixo custo com o Carrinho de Rolimã para o Ensino de Cinemática. Por meio desta abordagem prática e didática, pretende-se facilitar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo a compreensão dos conceitos fundamentais do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Ao integrar conhecimentos teóricos com a prática

experimental, o experimento proporciona aos alunos a oportunidade de observar e analisar diretamente os fenômenos físicos, estimulando a construção e interpretação de gráficos que representam posições, velocidades e acelerações em função do tempo.

Ademais, o PE busca estabelecer conexões consistentes entre os conteúdos já conhecidos e as novas informações, fundamentando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000). Essa integração se concretiza por meio da coleta e análise de dados experimentais, que, após a verificação por meio de testes diagnósticos e avaliações finais, evidenciam a evolução do entendimento dos alunos. Por fim, o trabalho estimula o desenvolvimento de habilidades analíticas e práticas, imprescindíveis para a consolidação do aprendizado e para a aplicação dos conceitos de Cinemática em situações reais.

Ao desenvolver habilidades de análise e interpretação dos movimentos, os estudantes adquirem uma base sólida para prosseguir em outras áreas da Física e Ciências em geral.

Em resumo, o estudo da Cinemática no Ensino Médio proporciona aos alunos uma compreensão essencial dos princípios fundamentais do movimento, permitindo-lhes desvendar os padrões do mundo físico ao seu redor e desenvolver habilidades analíticas que são valiosas em suas trajetórias educacionais e profissionais.

1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa é caracterizada como uma pesquisa experimental com abordagem prática. O experimento envolve a manipulação deliberada de variáveis (como a aceleração, a distância percorrida e o tempo de deslizamento do carrinho) para coletar os dados dos efeitos resultantes do movimento do carrinho em MRU e em MRUV. Isso significa que os pesquisadores têm controle sobre as condições do experimento e podem analisar relações entre as variáveis.

O foco da pesquisa é o Ensino-Aprendizado na Cinemática, mais especificamente no MRU e no MRUV. O Carrinho de Rolimã será utilizado como ferramenta para demonstrar conceitos teóricos e permitir a observação prática do movimento.

Como se trata de uma pesquisa experimental, poderá haver hipóteses formuladas pelos pesquisadores sobre os resultados esperados do experimento. Além disso, as variáveis são controladas e medidas para analisar sua influência no movimento do carrinho, como a distância percorrida e o tempo gasto para isso.

A pesquisa propõe repetir o experimento, pelo menos, 10 vezes para garantir resultados mais consistentes e reduzir o impacto de fatores aleatórios. Além disso, o controle sobre as condições do experimento é importante para garantir a validade dos resultados.

Os dados coletados durante o experimento são analisados quantitativamente para calcular a aceleração média do objeto em MRUV. Além disso, são construídos gráficos de posição em função do tempo e velocidade em função do tempo para visualizar melhor o comportamento do carrinho em seu movimento.

Uma característica destacada neste PE é a utilização de materiais de baixo custo para realizar o experimento. Isso é relevante, pois demonstra a possibilidade de criar uma ferramenta educacional acessível e prática para o ensino de MRU e de MRUV, mesmo sem Laboratório na escola.

Essa pesquisa pode ser caracterizada como uma abordagem experimental-prática com o objetivo de demonstrar e facilitar o Ensino-Aprendizado de MRU e de MRUV na Cinemática, utilizando material acessível e prático que compreende um Carrinho de Rolimã, uma Rampa e uma superfície plana. A combinação de aspectos teóricos e práticos possibilita uma compreensão mais aprofundada dos conceitos de MRU e de MRUV pelos estudantes, tornando o processo de aprendizagem mais efetivo.

1.1 Campo Empírico da Pesquisa

O campo empírico dessa pesquisa é o ambiente onde o experimento com o Carrinho de Rolimã é realizado. O experimento ocorre fisicamente em um local específico, como uma Sala de Aula, Laboratório ou qualquer espaço adequado para conduzir o procedimento. Esse ambiente físico é o campo empírico onde os dados são coletados e as observações são feitas.

Durante a realização do experimento, os alunos participam ativamente da coleta de dados, soltando o Carrinho de Rolimã e medindo o tempo de deslizamento. O pesquisador ou professor supervisiona o procedimento, auxiliando os alunos e garantindo que o experimento seja conduzido adequadamente.

1.2 Sujeitos Participantes da Pesquisa

Os sujeitos participantes dessa pesquisa são os alunos que estão envolvidos no processo de Ensino-Aprendizado da Cinemática, mais especificamente do MRU e do MRUV, utilizando um experimento de baixo custo com o Carrinho de Rolimã.

Esses alunos podem pertencer a diferentes níveis de ensino, como estudantes do Ensino Médio, de Cursos Técnicos ou até mesmo do Ensino Superior em disciplinas relacionadas à Física, Ciências ou Engenharia.

Os sujeitos participantes são essenciais para a condução da pesquisa, pois são eles que realizam o experimento prático, coletam os dados e participam ativamente da análise dos resultados. Através do envolvimento direto com o experimento, os alunos têm a oportunidade de vivenciar os conceitos teóricos estudados em sala de aula de forma mais concreta, o que pode facilitar a compreensão e o aprendizado do conteúdo.

O pesquisador/professor que conduz a pesquisa também é um participante importante, pois ele é responsável por orientar os alunos durante o experimento, fornecendo instruções adequadas e garantindo que o procedimento seja realizado de forma correta e segura.

2. TIPOS DE LABORATÓRIOS

Nesta seção discorreremos sobre os dois tipos de laboratórios envolvidos neste Produto Educacional (PE).

2.1 Laboratório de Demonstração ou Cátedra

No Laboratório Demonstrativo as atividades são realizadas em espaço predeterminado, sendo a turma geralmente separada em grupos e dispondo de um roteiro experimental. Segundo Tamir (1991), *apud* Borges, (2002, p. 296), esse Laboratório é considerado tradicional a partir do momento em que o aluno realiza atividades práticas, envolvendo observações e medidas, acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor.

Em geral uma etapa de demonstração é realizada antes de se iniciar um conteúdo, objetivando a motivação dos alunos. Em algumas situações serve para ilustrar fenômenos físicos, apresentando-os de maneira mais atraente, tendo como função a facilitação da compreensão e auxiliando o aluno a desenvolver habilidades de “observação” e “reflexão” Pinho Alves (2000, p.64).

2.2 Laboratório Tradicional ou Convencional

Nesse Laboratório a atividade é executada integralmente pelos estudantes, que em geral são separados em grupos, na medida do possível. Mesmo sendo ativa a participação do aluno sua ação é limitada assim como seu poder na tomada de decisões, devido restrições estabelecidas pelo roteiro e o tempo de permanência no Laboratório ser limitado, ou seja, o aluno fica impossibilitado de modificar o experimento. O procedimento experimental nesse Laboratório é acompanhado por um texto guia, Pinho Alves (2000).

Complementando essa atividade existe um relatório de grande valia necessário à complementação do procedimento, onde se apresenta, a partir da tomada de dados, construção de gráfico, métodos, análise, discussões e conclusões sobre os erros experimentais. Tal relatório serve de verificação de aprendizagem, ou seja, se está de acordo com a metodologia do professor o aluno terá “aprendido”.

Para Pinho Alves (2000) o Laboratório Tradicional tem como principais características uma organização e estrutura rígida; supervisão do professor; reduzida liberdade de ação do aluno sobre o experimento e ênfase no relatório. Este tipo de Laboratório é o mais comum, em todos os níveis de Ensino. No Ensino Médio, quando existe, não apresenta uma rigidez tão

grande em relação ao relatório. Mesmo com críticas, existe um consenso entre os professores em geral, que assumem a validade do Laboratório Tradicional frente a objetivos tais como: possibilitar que o aluno interaja com o equipamento; verificar (comprovar) leis e princípios físicos; habilitar os estudantes no manuseio de instrumentos de medidas; oferecer suporte às aulas e/ou cursos teóricos.

Percebe-se que há dois dos objetivos relacionados à manipulação ou às habilidades motoras que podem ser alcançados de outra maneira que não a do Laboratório. Já o segundo objetivo está relacionado a comprovar, não oferecendo conteúdo novo, tendo tendência a analisar a validade de um princípio físico ou lei numa situação preparada para tal ação.

3. TEORIAS DA EDUCAÇÃO

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa em Experimentos de Baixo Custo

A teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, destaca a importância de conectar novos conhecimentos à estrutura cognitiva existente do aluno. Ao projetar experimentos de baixo custo, é possível aplicar essa teoria enfocando a relevância e a relação dos novos conceitos com a experiência prévia dos estudantes.

Nesse contexto, os experimentos de baixo custo podem ser concebidos de maneira a relacionar-se diretamente com a vida cotidiana dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo. Ausubel (1968) sugere que a aprendizagem é mais eficaz quando novas informações são ancoradas em conceitos já familiares. Portanto, ao criar experimentos que explorem fenômenos do cotidiano ou situacionais, os alunos podem atribuir significado mais facilmente aos novos conhecimentos, fortalecendo a aprendizagem significativa.

As teorias, construtivista e da aprendizagem significativa, destacam a importância da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Ao implementar experimentos de baixo custo alinhados a essas teorias, os educadores proporcionam oportunidades para os estudantes construir conhecimento de forma autônoma, reflexiva e significativa, contribuindo para uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

4. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Nessa seção abordaremos a metodologia adotada na aplicação do Produto Educacional (PE).

4.1 Metodologia

Este PE propõe a construção de um material didático para ser aplicado no decorrer de 7 aulas para as turmas de 1º ano do Ensino Médio que estudam Cinemática. Nessa abordagem propõem-se um experimento de Cinemática preparado com materiais de baixo custo e faz-se a análise dos dados estatísticos obtidos na aplicação deste material.

A aplicação do PE será feita em uma sala de 1º Ano do Ensino Médio do CETI Profª. Júlia Nunes da Rede Estadual do Piauí, que comporta em média 40 alunos.

No quadro abaixo indicamos a distribuição das atividades propostas, previstas para 9 horas-aulas.

Quadro 1: Data, hora-aula, conteúdo e atividade ministrada.

DATA	HORA-AULA (60MIN)	CONTEÚDO/ATIVIDADE
17/02/2025	1 hora-aula	Aplicação do Pré-teste
24/02/2025	2 horas-aulas	Apresentação Conteúdo Teórico de MRU
10/03/2025	2 hora-aulas	Apresentação do Conteúdo Teórico de MRUV
17/03/2025	1 hora-aula	Montagem experimental do Carrinho de Rolimã
24/03/2025	2 hora-aula	Aplicação do Produto/ atividade experimental e procedimentos.
31/03/2025	1 hora-aula	Aplicação do Pós-teste.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Quadro 2: Data, Conteúdo, Objetivo, Hora-aula, Descrição e a Relação com a Teoria de Ausubel.

DATA	CONTEÚDO/ ATIVIDADE	OBJETIVO	HORA- AULA (60min)	DESCRIÇÃO	RELAÇÃO COM A TEORIA DE AUSUBEL
17/02/2025	Pré-teste	Avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os tópicos que serão abordados na experimentação.	1 hora-aula	Distribua um Teste Diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os tópicos que serão abordados. Explique a importância do teste e assegure-se de que os alunos entendam que não será avaliado, mas sim uma ferramenta para identificar áreas que precisam de mais atenção.	Identificar o conhecimento prévio dos alunos é essencial para preparar organizadores prévios que conectarão os novos conteúdos aos conceitos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos (Ausubel, 2000).
24/02/2025	Conteúdo de MRU	Introduzir e consolidar os conceitos de MRU, incluindo a definição de velocidade constante e a interpretação de gráficos de posição versus tempo.	2 horas-aulas	Introdução (30 min): Explique o conceito de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e sua importância. Desenvolvimento (45 min): Utilize gráficos e exemplos para demonstrar MRU. Realize exercícios práticos. Conclusão (45 min): Revise os conceitos e responda a perguntas.	Inicie a aula conectando o conceito de MRU com experiências cotidianas dos alunos, como caminhar em linha reta com velocidade constante. Use exemplos e gráficos como organizadores prévios para ajudar a relacionar os novos conceitos aos conhecimentos já existentes. A reflexão final e a revisão consolidam a aprendizagem significativa. (Ausubel, 2000).

10/03/2025	Conteúdo de MRUV	Introduzir os conceitos de aceleração e MRUV, explicando como a aceleração afeta o movimento e como interpretar gráficos de aceleração.	2 hora-aulas	Introdução (25 min): Explique o conceito de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Desenvolvimento (50 min): Utilize exemplos e gráficos para demonstrar MRUV. Realize exercícios práticos. Conclusão (45 min): Revise os conceitos e responda a perguntas.	Introduza o MRUV conectando-o a situações cotidianas, como a aceleração de um carro. Use gráficos e exemplos práticos como organizadores prévios. Realize atividades que envolvam diretamente os alunos na manipulação de dados e interpretação de gráficos. A revisão final e as perguntas ajudam a consolidar o conhecimento adquirido. Engajamento ativo e consolidação do conhecimento. (Ausubel, 2000).
17/03/2025	Montagem experimental do Carrinho de Rolimã.	Preparar os alunos para a realização do experimento com o Carrinho de Rolimã, garantindo que compreendam o procedimento e a importância de cada etapa.	1 hora-aula	Introdução (10 min): Explique o experimento com o Carrinho de Rolimã. Desenvolvimento (40 min): Os alunos montam o experimento, seguindo as instruções. Conclusão (10 min): Verifique se todos os grupos montaram corretamente e discuta possíveis ajustes.	A montagem prática do experimento envolve os alunos ativamente, permitindo que eles construam conhecimento a partir da experiência direta. A atividade prática está alinhada com a ideia de aprendizagem significativa, onde os alunos relacionam os novos conhecimentos com suas experiências prévias. A discussão final permite reflexão e consolidação do aprendizado (Ausubel, 2000).

24/03/2025	Aplicação do produto/atividade experimental e procedimentos .	Realizar a atividade experimental com o Carrinho de Rolimã, coletar dados e aplicar os conceitos de MRU e MRUV, reforçando o aprendizado através da prática.	2 hora-aula	Introdução (25min): Explique a atividade experimental detalhadamente. Desenvolvimento (50 min): Realize a atividade experimental com o carrinho de rolimã, coletando dados. Conclusão (45 min): Discuta os dados coletados e possíveis fontes de erro.	Realizar a atividade experimental permite que os alunos apliquem diretamente os conceitos de MRU e MRUV, consolidando a aprendizagem através da prática. Coletar e analisar dados reforça a conexão entre teoria e prática, promovendo uma compreensão mais profunda. A discussão final ajuda a identificar e corrigir possíveis erros, reforçando o aprendizado. Engajamento ativo e aplicação prática (Ausubel, 2000).
31/03/2025	Responder o questionário final (Pós-teste).	Avaliar o aprendizado dos alunos ao longo do experimento através de um questionário final, além de obter <i>feedback</i> sobre o conteúdo e as atividades realizadas.	1 hora-aula	Introdução (5 min): Explique a importância do questionário final. Desenvolvimento (45 min): Os alunos respondem ao questionário final, avaliando seu aprendizado. Conclusão (10 min): Recolha os questionários e discuta brevemente as impressões dos alunos sobre a atividade experimental.	O questionário final permite avaliar o grau de compreensão dos alunos sobre os conteúdos trabalhados, além de coletar <i>feedback</i> que pode ser usado para melhorar futuras aulas. A reflexão e discussão final reforçam a aprendizagem significativa e permitem ajustes baseados nas impressões dos alunos Ausubel (2000).

Para compreendermos a importância e a eficácia de cada encontro no conteúdo de Cinemática, é necessário, primeiramente, mergulhar na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, um psicólogo educacional renomado, que se destacou por sua abordagem focada na interligação de novos conhecimentos com conceitos já estabelecidos na mente dos alunos. Ele defendeu que a aprendizagem significativa acontece quando os novos conteúdos são assimilados de maneira substantiva aos conhecimentos preexistentes, em vez de serem memorizados de forma mecânica e isolada Ausubel (2000).

Essa teoria é particularmente relevante no contexto do Ensino de Cinemática, uma área da Física que muitas vezes é ensinada de maneira abstrata e descontextualizada. A fim de tornar esses conceitos mais acessíveis e compreensíveis, as aulas foram estruturadas em seis encontros, cada um cuidadosamente planejado para incorporar os princípios da teoria de Ausubel. Ao longo desses encontros, não apenas apresentamos novos conteúdos, mas ainda procuramos conectar esses conhecimentos aos conceitos que os alunos já possuem, promovendo uma compreensão profunda e duradoura. Vamos abordar cada encontro programado no PE, relacionando as atividades realizadas com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

1º ENCONTRO:

O primeiro encontro será dedicado a um teste diagnóstico, com a aplicação do Pré-teste, que visa avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os tópicos que serão abordados ao longo das atividades. Este passo é fundamental na teoria de Ausubel, pois permite identificar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos alunos Ausubel (2000). Ao entender o ponto de partida dos estudantes, o professor pode introduzir organizadores prévios que ajudarão a conectar os novos conteúdos aos conhecimentos já adquiridos, facilitando uma aprendizagem mais significativa Ausubel (2000).

2º ENCONTRO

No segundo encontro, introduziremos e consolidaremos os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). A aula começará com uma explicação breve sobre o MRU, seguida pelo desenvolvimento com gráficos e exemplos práticos. A conexão com experiências cotidianas dos alunos, como caminhar em linha reta com velocidade constante, servirá como organizador prévio, preparando a mente dos alunos para os novos conceitos Ausubel (2000). A

reflexão final sobre a aula e a revisão dos conceitos permitirá que os alunos consolidem o conhecimento de maneira significativa, conforme defendido por Ausubel.

3° ENCONTRO:

No terceiro encontro, abordaremos os conceitos de aceleração e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). A introdução do MRUV será conectada a situações cotidianas, como a aceleração de um carro, para facilitar a compreensão dos alunos Ausubel; Novak; Hanesian, (1978). Durante o desenvolvimento, utilizaremos gráficos e exemplos práticos como organizadores prévios, engajando os alunos ativamente na manipulação de dados e interpretação de gráficos Ausubel (2000). A revisão e as perguntas no final da aula ajudarão a consolidar o conhecimento adquirido, promovendo uma aprendizagem significativa Ausubel (2000).

4° ENCONTRO:

O quarto encontro será dedicado à montagem experimental do Carrinho de Rolimã. Durante esta atividade, os alunos serão preparados para a realização do experimento, garantindo que compreendam o procedimento e a importância de cada etapa. A montagem prática do experimento permitirá que os alunos construam conhecimento a partir da experiência direta, alinhando-se com a ideia de aprendizagem significativa de Ausubel, onde os alunos relacionam os novos conhecimentos com suas experiências prévias Ausubel; Novak; Hanesian, (1978). A discussão final sobre a montagem permitirá uma reflexão e consolidação do aprendizado Ausubel (2000).

5° ENCONTRO:

No quinto encontro, os alunos realizarão a atividade experimental com o Carrinho de Rolimã, coletando dados e aplicando os conceitos de MRU e de MRUV. Esta atividade prática permitirá que os alunos apliquem diretamente os conceitos estudados, consolidando a aprendizagem através da prática Valadares (2001). A coleta e análise dos dados reforçará a conexão entre teoria e prática, promovendo uma compreensão mais profunda Ausubel (2000). A discussão final sobre os dados coletados e as possíveis fontes de erro ajudará a identificar e corrigir possíveis equívocos, reforçando o aprendizado significativo Ausubel (2000).

6° ENCONTRO:

No sexto encontro, os alunos responderão a um questionário final (Pós-teste), que avaliará o aprendizado ao longo das atividades. Este questionário permitirá avaliar o grau de compreensão dos alunos sobre os conteúdos trabalhados, além de fornecer *feedback* para futuras aulas, conforme Ausubel (2000). A reflexão e discussão final sobre o questionário reforçarão a aprendizagem significativa, permitindo ajustes baseados nas impressões dos alunos. Este processo está alinhado com a ideia de Ausubel de que a avaliação deve servir não apenas para medir o conhecimento, mas também para promover a reflexão e o crescimento contínuo Ausubel (2000).

Ao longo desses encontros, a aplicação prática da teoria de Ausubel ajudará a garantir que os alunos não apenas memorizem fórmulas e conceitos, mas também compreendam profundamente os princípios subjacentes e possam aplicar esse conhecimento em situações reais. Este enfoque na aprendizagem significativa promoverá um ensino mais eficaz e engajador, contribuindo para a formação de alunos com uma compreensão sólida e prática dos conceitos de Cinemática Ausubel (2000).

Cálculos e Análise dos Dados:

a) Calcule a velocidade média v_m (em m/s) do Carrinho de Rolimã em MRU usando a fórmula:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad .$$

b) Calcule a aceleração média “ a ” (em m/s^2) do mesmo carrinho em MRUV usando a fórmula:

$$a = \frac{2L}{t^2} \quad .$$

Analise os resultados e faça uma discussão sobre as características do MRU e do MRUV observadas no experimento.

5.3 Instrumentos para Produção de Dados

Os instrumentos de produção de dados são ferramentas utilizadas para coletar informações relevantes durante o experimento e, posteriormente, para analisar os resultados obtidos. No contexto desse experimento de baixo custo para o ensino de MRU e do MRUV na Cinemática, os principais instrumentos de produção de dados são:

Cronômetro ou Aplicativo de Medição de Tempo:

O cronômetro é utilizado para medir o tempo que o Carrinho de Rolimã gasta para percorrer todo o comprimento preestabelecido. Pode ser um cronômetro físico ou um aplicativo em um dispositivo móvel.

Régua ou Fita Métrica: A fita métrica é usada para medir a distância percorrida pelo mesmo Carrinho, que será representada pela letra "L" na fórmula de cálculo da aceleração média.

Rampa de material leve e resistente:

A Rampa é um dos componentes principais do experimento, sendo a primeira superfície plana sobre a qual o carrinho desliza. Ela é feita de material leve e resistente, como madeira, para facilitar a montagem e evitar interferências no movimento do carrinho. A superfície plana onde a rampa é posicionada é importante para garantir que o movimento do carrinho não seja afetado por inclinações ou irregularidades na mesma.

Esse experimento com materiais acessíveis como madeira e rolimãs descartáveis é uma ferramenta didática eficaz para auxiliar o ensino de MRU e de MRUV na Cinemática. Ao proporcionar uma abordagem prática, os estudantes terão a oportunidade de compreender melhor os conceitos teóricos. Além disso, a análise dos dados coletados e a visualização dos gráficos contribuem para uma melhor compreensão do movimento do carrinho, em MRU e em MRUV, consolidando o aprendizado dos alunos.

5. MENSAGEM AO PROFESSOR

Caro professor, ao implementar este Produto Educacional (PE), fundamental para o Ensino de Cinemática por meio da prática com um Carrinho de Rolimã, é essencial adotar todas as precauções necessárias para garantir a segurança dos alunos. Durante a montagem e execução do experimento, certifique-se de que o ambiente seja seguro, com supervisão adequada e orientações claras, de forma a minimizar riscos e assegurar que a atividade ocorra sem imprevistos.

Além disso, enfatizo a importância da adaptabilidade deste PE à realidade única de cada docente e de seu ambiente escolar. As diretrizes e sugestões apresentadas foram desenvolvidas para serem flexíveis, podendo ser ajustadas conforme os recursos disponíveis e as especificidades de cada turma. Sinta-se incentivado a modificar a carga horária, a metodologia ou os materiais utilizados, sempre com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa e contextualizada, baseada na integração entre teoria e prática.

Com essa abordagem, espera-se que o experimento não só enriqueça o ensino dos conceitos de MRU e de MRUV, mas também contribua para uma experiência educativa mais dinâmica e envolvente para os alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, Wilson Gonçalves da. **"Física, Trânsito e Saúde."** (2008).

DUDA, Josué. **"Aplicação e Análise de uma Sequência Didática para Abordagem de Cinemática e Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio."** (2020).

<https://www.sescsp.org.br/editorial/como-montar-um-carrinho-de-rolima/>

MOURA, Natana Rodrigues de. Robô-car: uma abordagem da robótica educacional aplicada ao ensino de física. MS tese. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

SANTOS, Emerson Izidoro; DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo; FERREIRA, Norberto Cardoso. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada.** 2004.

SANTOS, Rafael Pinheiro. **"Sequência didática para o ensino de cinemática através de vídeo análise baseada na teoria da aprendizagem significativa."** (2016).

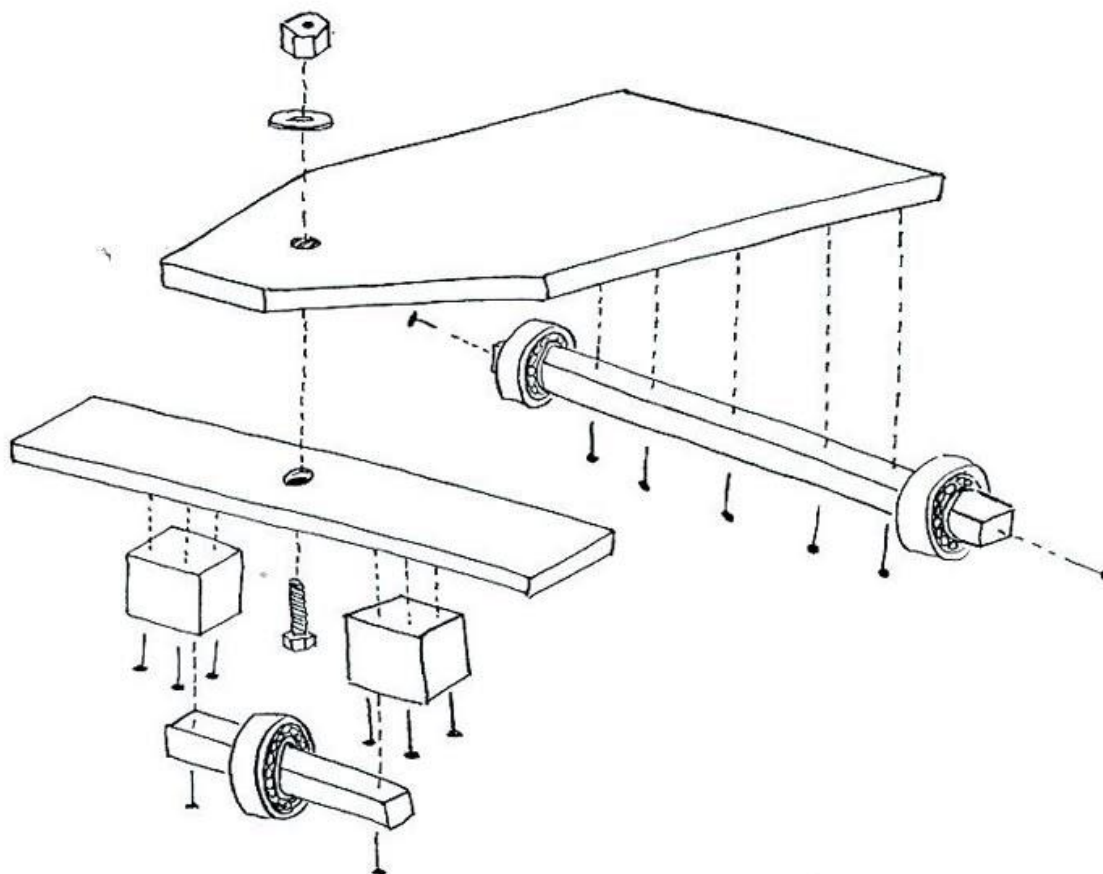
SILVA, J. A. *Sistemas de rolamento em veículos artesanais: análise de desempenho e fixação.* 2020. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Tecnologia, Curitiba, 2020.

VALADARES, E. C. **Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade.** Química Nova na escola. 2001.

6. APÊNDICE A – MONTAGEM EXPERIMENTAL DO CARRINHO E RAMPA

Sugestão de Montagem experimental do Carrinho e Rampa.

Figura 21: Esquema de montagem carrinho de rolimã.



Passo a passo para construir um Carrinho de Rolimã, segundo André e Tomás Kavakama.

Materiais Necessários:

Materiais:

- Madeira: Tábuas de pinho ou compensado para o corpo do carrinho.
- Rolamentos: Rolamentos de carro e moto. Essenciais para a movimentação das rodas.
- Parafusos, porcas e arruelas: Para fixar as rodas e a estrutura do carrinho.
- Cola: Para reforçar as junções entre as peças de madeira.
- Lixa: Para acabamento das peças de madeira.
- Tinta: Para personalização do carrinho. (Opcional)

Ferramentas:

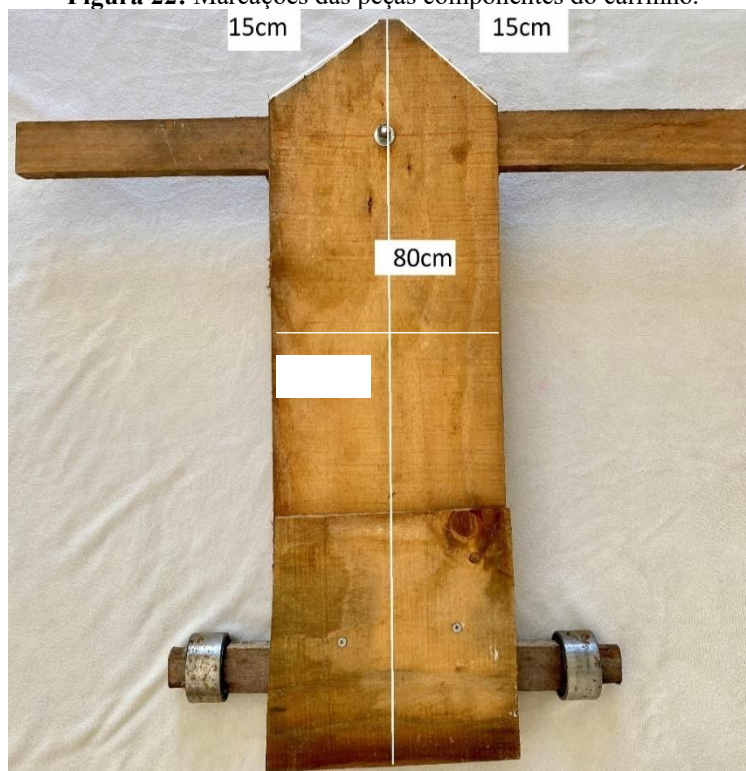
- Serrote ou serra tico-tico: Para cortar a madeira.
- Furadeira: Para fazer os furos necessários.

- Chave de fenda e chave Inglesa: Para apertar os parafusos.
- Lixa: Para dar acabamento às peças de madeira.

1. Marcação das peças

Fazer todas as marcações para cortar, furar e parafusar as peças antecipadamente, no intuito de minimizar erros no corte da madeira. Nessa fase da montagem experimental é fundamental a utilização de ferramentas apropriadas, se os cortes forem feitos pelos alunos, atenção ao manuseio das ferramentas e sempre fazê-las com a supervisão de um responsável.

Figura 22: Marcação das peças componentes do carrinho.

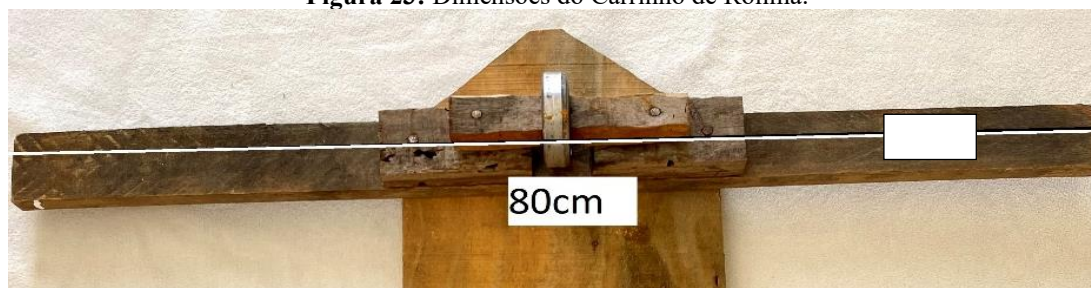


Fonte: Elaboração própria, 2025.

Na peça maior, de dimensões 80cm×24cm como pode ser observado na Figura 3 acima, marcar a metade em um dos lados escolhido para ser a frente do carrinho, uma ponta de 3 cm de largura, centralizada. Depois riscamos duas diagonais, uma de cada lado, que servirão como guias do corte no tamanho de 15cm e que facilitarão caso precise fazer/realizar curvas em alguma demonstração experimental utilizando o Carrinho de Rolimã.

Na Figura 4, pode-se observar as dimensões da direção do Carrinho de Rolimã no valor de 80cm×6cm, o suficiente para o conforto dos estudantes e direcionamento do carrinho. Nessa fase é importante ter madeira disponível e resistente pois essa parte do carrinho irá sofrer impactos.

Figura 23: Dimensões do Carrinho de Rolimã.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Na peça principal, a qual define a forma do Carrinho, Figura 3, com medidas de 80cm×24 cm, marque o centro dela (na metade das duas dimensões). Esta marcação é para fazermos o furo por onde juntaremos a estrutura principal do carrinho com a peça, que será o “volante” do carrinho, como pode ser analisado na Figura 5.

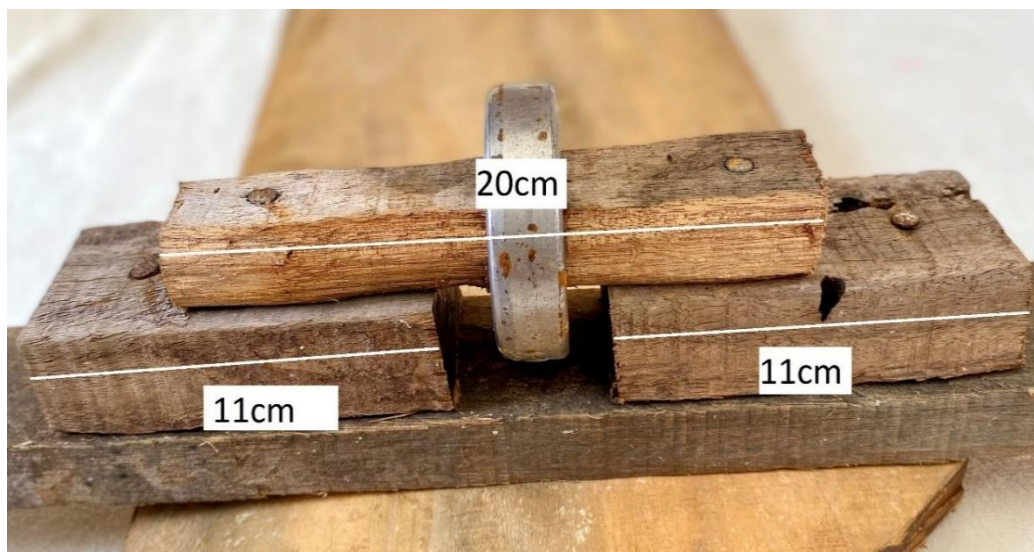
Figura 24: Indicadores do centro de fixação e do volante do carrinho.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

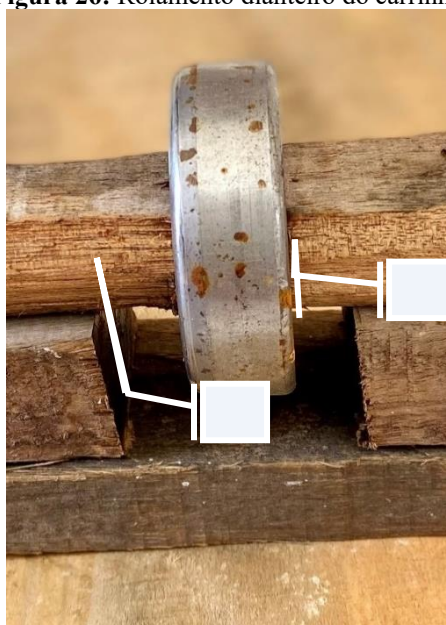
Na Figura 6, observa-se as dimensões da peça que servirá de eixo para a rodinha (rolamento dianteiro). Marque nos bloquinhos o centro na peça de 20cm que é o eixo principal, logo em seguida fixe essa peça em dois bloquinhos de 11cm x 6 cm aproximadamente, na dimensão de largura do volante.

Figura 25: Dimensões do eixo de fixação da roda dianteira.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Figura 26: Rolamento dianteiro do carrinho.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Nessa etapa atente para a dimensão do bloquinho de apoio do eixo do rolamento dianteiro mostrado em (1) da Figura 7 e a dimensão do rolamento utilizado, mostrado em (2), para que o bloquinho não seja pequeno o suficiente a ponto de impedir o deslize suave do carrinho. Vale salientar que as medidas fornecidas anteriormente podem sofrer alterações devido a realidade vivenciada na montagem experimental por cada professor ou estudante.

Nas próximas Figuras, 8 e 9 vistas inferior e superior respectivamente, tem-se a demonstração das dimensões do eixo traseiro do carrinho, feito com madeira resistente nas dimensões de 50cm x 6cm. Em suas extremidades foram fixados dois rolamentos de carro, mas a depender da disponibilidade pode ser substituído por outro de igual resistência

Figura 27: Extremidades do eixo traseiro, vista inferior.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

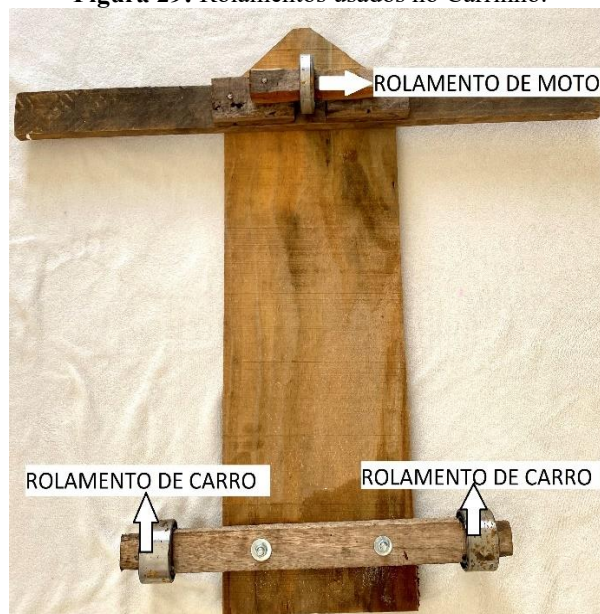
Figura 28: Vista superior da parte traseira do Carrinho.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

A fixação dos rolamentos no Carrinho de Rolimã é um aspecto crucial para garantir a estabilidade e o desempenho do veículo, conforme ilustrado na Figura 10 que apresenta três rolamentos: um dianteiro, proveniente de moto, e dois traseiros, de carro. O rolamento dianteiro, por ser projetado para suportar cargas verticais e laterais típicas de motocicletas, oferece maior resistência a impactos e desalinhamentos, sendo fixado geralmente por meio de um eixo central e parafusos de aperto, que garantem sua mobilização mesmo em superfícies irregulares.

Figura 29: Rolamentos usados no Carrinho.

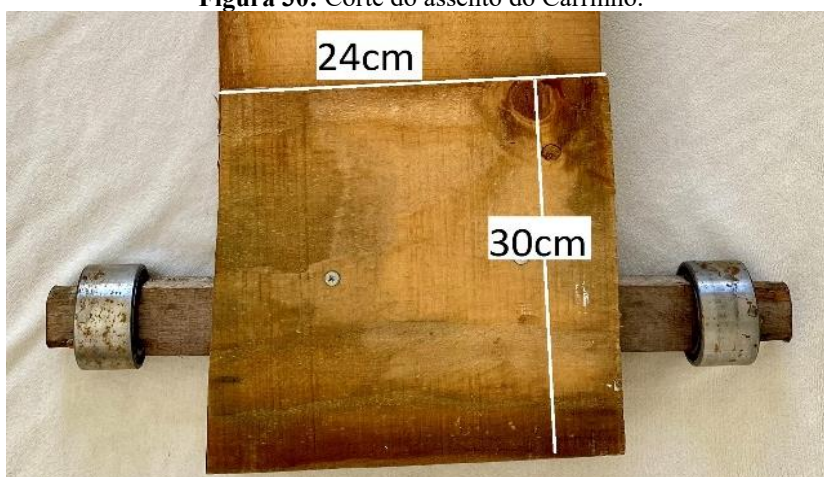


Fonte: Elaboração própria, 2025.

Já os rolamentos traseiros, originalmente destinados a veículos automotivos, são adaptados para suportar a carga distribuída do carrinho, sendo fixados por pregos ou suportes metálicos que os mantêm alinhados e permitem rotação livre com atrito mínimo. Essa combinação de rolamentos, conforme discutido por Silva (2020) em seu estudo sobre sistemas de rolamento em veículos artesanais, otimiza a distribuição de peso e a durabilidade do conjunto, evidenciando a importância da seleção e fixação adequadas dos componentes para o funcionamento eficiente do Carrinho de Rolimã.

2. Corte do assento

Na peça principal Figura 3, que mede de 80cmx24cm, ainda continuamos a fazer alterações pois nessa base ficaram parafusos a mostra e teria um risco a quem usaria o carrinho, então foi criado um assento de madeira com dimensões de 30cmx24cm como detalhado na próxima Figura 11.

Figura 30: Corte do assento do Carrinho.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

3. Rampa

A rampa é uma parte complementar do experimento, porém se tiver superfície inclinada no local da aplicação onde seja possível a execução da atividade poderá ser descartada a complementação com a rampa. A rampa utilizada nesta atividade, Figura 12 foi construída, nas dimensões de 1,5mx0,6m, com madeira resistente, fixada exclusivamente com prego e hastes de 0,6m na parte inferior da rampa.

Figura 31: Rampa para realização do experimento.

Fonte: Elaboração própria, 2025.

4. Furações

Antes de fazer qualquer furo, seja com a furadeira de bancada ou a furadeira à bateria, precisamos fazer a punção das marcações que fizemos. A punção é necessária para que a broca siga exatamente nossa marcação. Para os bloquinhos, fazemos furos passantes na furadeira de bancada, com a broca de 12 mm.

Para as outras duas peças, fazemos furos passantes na furadeira de bancada, com uma broca de 3/8".

Usando a furadeira de mão e uma broca escariadora (depois de ter puncionado todas as marcações), fazemos um pré-furo, que evita que a madeira rache e/ou lasque, facilitando a entrada dos parafusos.

5. Lixamento

Antes da montagem, vamos fazer a parte do acabamento. Usando 1/3 de uma folha de lixa, dobramos essa tira em 3 partes novamente. Com a lixa repousando na superfície da madeira, apoiamos toda a palma da mão nela e, em movimentos lineares, lixamos no sentido do veio da madeira (sempre!).

7. APÊNDICE B – ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Nome do Experimento: Cálculo da Velocidade Média de um Carrinho de Rolimã

Objetivo:

Determinar a velocidade média de um Carrinho de Rolimã em um percurso retilíneo, aplicando conceitos de Cinemática e análise de dados experimentais.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- ✓ **Carrinho de Rolimã** (construído previamente, com rolamento dianteiro de moto e traseiros de carro)
- ✓ **Trena (5m)** – para medição da distância
- ✓ **Cronômetro** (pode ser do celular)
- ✓ **Giz ou fita adesiva** – para marcar o percurso
- ✓ **Quadra/pátio plano** – local adequado para o experimento
- ✓ **Folha de registro de dados (fotocópia)** – para anotações
- ✓ **Lápis, borracha e calculadora** – para cálculos e ajustes

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Preparação do Ambiente

- Escolher uma superfície plana e lisa (quadra esportiva ou pátio).
- Delimitar um percurso retilíneo de **1 a 2 metros**, marcando o **ponto inicial (A)** e o **ponto final (B)** com giz ou fita adesiva.
- Garantir que não haja obstáculos no trajeto.

2. Organização da Equipe (8 integrantes)

Função	Responsabilidade
1º Aluno	Posiciona o carrinho no ponto de partida (A)
2º Aluno	Libera o carrinho no momento exato
3º e 4º Alunos	Cronometram o tempo de deslocamento (A → B)

Função	Responsabilidade
5º Aluno	Registra os tempos na tabela
6º e 7º Alunos	Reposicionam o carrinho após cada tentativa
8º Aluno	Verifica possíveis erros e auxilia nos cálculos

3. Coleta de Dados

- Realizar 5 lançamentos do carrinho, anotando o tempo de cada tentativa.
- Preencher a tabela:

Tentativa	Tempo (s)	Velocidade Média (m/s)
1		
2		
3		
4		
5		

4. Cálculo da Velocidade Média

Aplicar a fórmula:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Onde:

V_m : Velocidade média

ΔS : Variação da distância percorrida.

Δt : Variação do tempo.

8. APÊNDICE C – PRÉ-TESTE

Teste Diagnóstico de Física - Cinemática (MRU e MRUV)

Nome do Aluno(a): _____ Data: _____ COD. _____

Instruções:

Leia atentamente as questões e responda de forma clara e objetiva. Utilize exemplos quando necessário.

Questões:

1. Defina os seguintes termos:

a) Trajetória:

b) Repouso:

c) Movimento:

2. Explique o que é Movimento Uniforme (MU). Qual é a principal característica desse tipo de movimento?

3. Descreva o Movimento Uniformemente Variado (MUV) e destaque a diferença principal entre o MU e o MUV.

4. Um carro está em movimento uniforme sobre uma trajetória retilínea. Sabendo que num intervalo de tempo de 5 segundos esse carro percorra uma distância de 100 metros, calcule a velocidade média do veículo.

5. Um carro está em repouso em um semáforo. Após a luz verde acender, o carro acelera a uma taxa constante de 2 m/s^2 durante 5 segundos. Qual é a velocidade final do carro ao fim desse intervalo de tempo? Mostre seus cálculos.

6. Dê um exemplo prático de um Movimento Uniforme e outro de Movimento Uniformemente Variado. Explique como você identificou cada um desses movimentos no seu exemplo.

9. APÊNDICE D – PÓS-TESTE

Atividade de Pós-teste

Aluno: _____

COD: _____

Conceitos Básicos: Repouso e Movimento

01) Durante o *Teste de Repouso e Movimento*, o carrinho inicialmente parado sobre uma superfície plana é considerado em **repouso** ou **movimento**? Justifique sua resposta com base no **referencial** adotado (ex: a rampa, o solo ou o observador).

02) Qual a trajetória do carrinho vista por um observador externo, olhando o movimento do carrinho depois de descer rampa?

MRU (Movimento Retilíneo Uniforme)

03) No *Teste de Velocidade Média*, se o carrinho percorrer **4 metros em 2 segundos** em um plano horizontal, qual sua velocidade média? (Utilize $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$)

04) Em um trecho reto de estrada, um carro mantém velocidade constante de 60 km/h por 30 minutos. Que distância ele percorre?

MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado)

05) Na *Análise de Aceleração com Rampa*, suponha que o carrinho leve **2 segundos** para descer uma rampa de **1,5 metros de altura**. Se sua velocidade final foi de **5 m/s**, qual foi sua aceleração média? (Use $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$).

06) Analise o movimento do carrinho e sob orientações do professor preencha a tabela:

Tabela de Registro de Dados

Tentativa	Distância (m)	Tempo (s)	Velocidade Média (m/s)
1			
2			
3			
4			
5			

- Por que as velocidades médias das tentativas não são idênticas? Liste possíveis fontes de erro (ex: atrito, precisão do cronômetro).

- Para melhor aproximação dos dados coletados sobre velocidade média, calcule a média das velocidades encontradas.