

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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.	8
Figura 2: Esquema de montagem Carrinho de Rolimã.	25
Figura 3: Marcações das peças componentes do Carrinho.	26
Figura 4: Dimensões do Carrinho de Rolimã.	27
Figura 5: Indicadores do centro de fixação e do volante do Carrinho.	27
Figura 6: Dimensões do eixo de fixação da roda dianteira....	27
Figura 7: Rolamento dianteiro do Carrinho.....	28
Figura 8: Extremidades do eixo traseiro, vista inferior.	29
Figura 9: Vista superior da parte traseira do Carrinho.	29
Figura 10: Rolamentos usados no Carrinho.	30
Figura 11: Corte do Assento do Carrinho.....	31
Figura 12: Rampa para realização do experimento.	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Data, hora-aula, conteúdo e atividade ministrada.	15
Quadro 2: Data, Conteúdo, Objetivo, Hora-aula, Descrição e a Relação com a Teoria de Ausubel.....	16

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	10
1.1 Campo Empírico da Pesquisa.....	11
1.2 Sujeitos Participantes da Pesquisa	11
2. TIPOS DE LABORATÓRIOS.....	12
2.1 Laboratório de Demonstração ou Cátedra.....	12
2.2 Laboratório Tradicional ou Convencional.....	12
3. TEORIAS DA EDUCAÇÃO	14
3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa em Experimentos de Baixo Custo	14
4. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	15
4.1 Metodologia	15
5. MENSAGEM AO PROFESSOR	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6. APÊNDICE A – MONTAGEM EXPERIMENTAL DO CARRINHO E RAMPA 25	
7. APÊNDICE B – ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	33
8. APÊNDICE C – PRÉ-TESTE	35
9. APÊNDICE D – PÓS-TESTE.....	38

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 Rolinã 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 1: 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 construírem 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 TERORIA 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	<p>Introdução (25min): Explique a atividade experimental detalhadamente.</p> <p>Desenvolvimento (50 min): Realize a atividade experimental com o carrinho de rolimã, coletando dados.</p> <p>Conclusão (45 min): Discuta os dados coletados e possíveis fontes de erro.</p>	<p>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.</p> <p>Engajamento ativo e aplicação prática (Ausubel, 2000).</p>
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 feedback sobre o conteúdo e as atividades realizadas.	1 hora-aula	<p>Introdução (5 min): Explique a importância do questionário final.</p> <p>Desenvolvimento (45 min): Os alunos respondem ao questionário final, avaliando seu aprendizado.</p> <p>Conclusão (10 min): Recolha os questionários e discuta brevemente as impressões dos alunos sobre a atividade experimental.</p>	<p>O questionário final permite avaliar o grau de compreensão dos alunos sobre os conteúdos trabalhados, além de coletar feedback 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).</p>

Fonte: Elaboração própria, 2025.

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 comprehensíveis, 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.

3º 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).

4º 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).

5º 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).

6º 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:

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

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

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

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 carinho. 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).

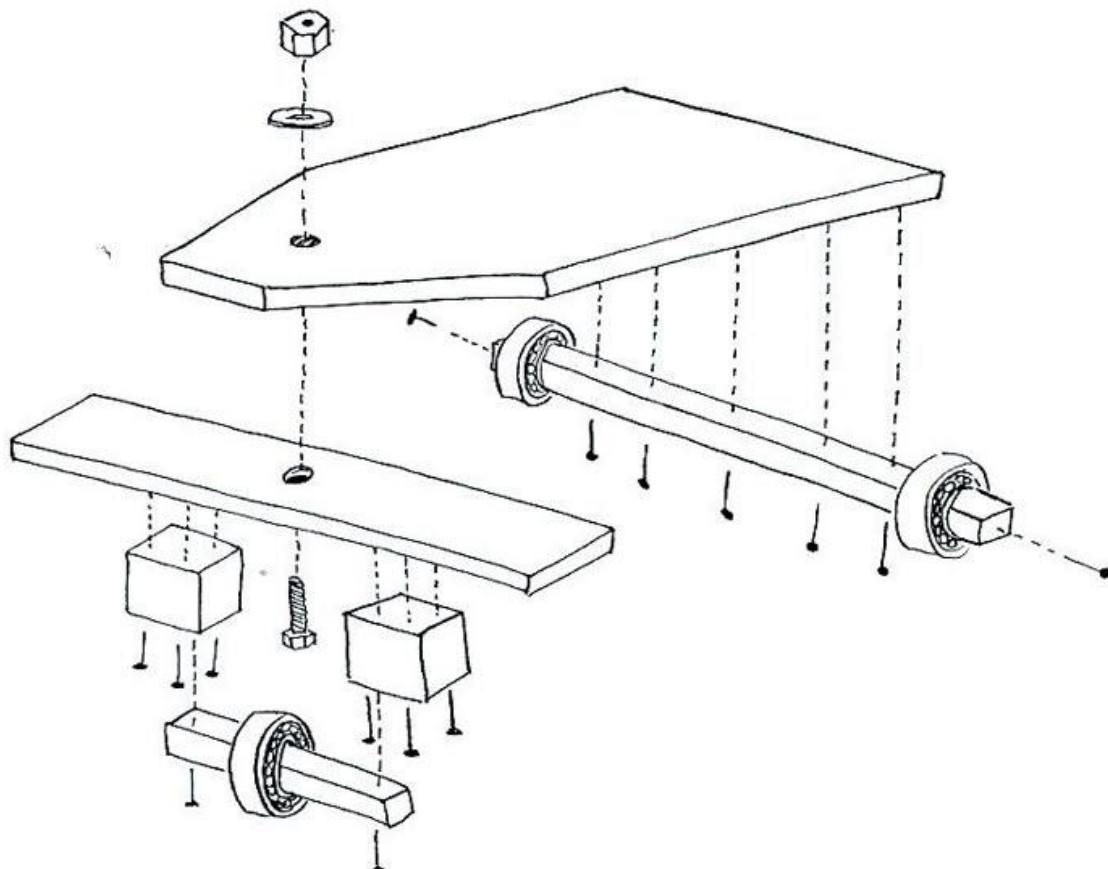
SILVA, J. A. *Sistemas de rolamento em veículos artesanais: análise de desempenho e fixação.* 2020. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Tecnologia, Curitiba, 2020.

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

1. APÊNDICE A – MONTAGEM EXPERIMENTAL DO CARRINHO E RAMPA

Sugestão de Montagem experimental do Carrinho e Rampa.

Figura 2: 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:

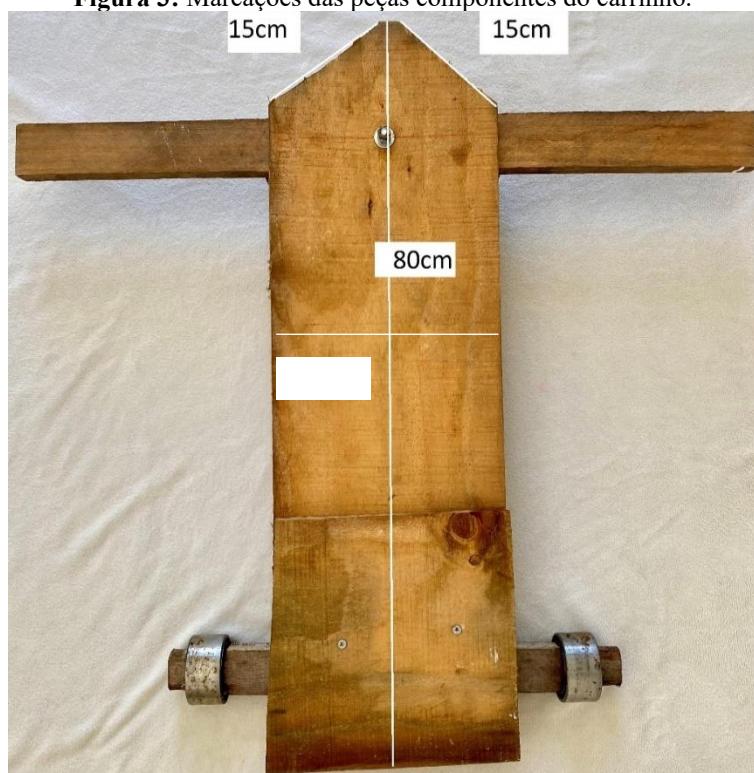
- Serrote ou serra tico-tico: Para cortar a madeira.
- Furadeira: Para fazer os furos necessários.

- 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 3: Marcações das peças componentes do carrinho.



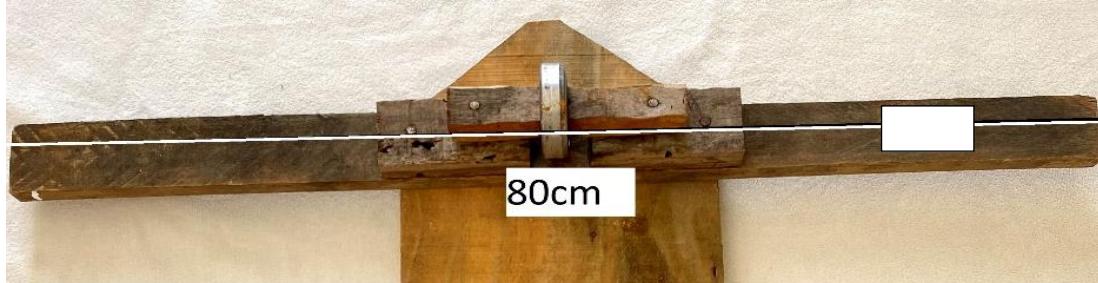
Fonte: Elaboração própria, 2025.

Na peça maior, de dimensões $80\text{cm} \times 24\text{cm}$ 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 $80\text{cm} \times 6\text{cm}$, 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.

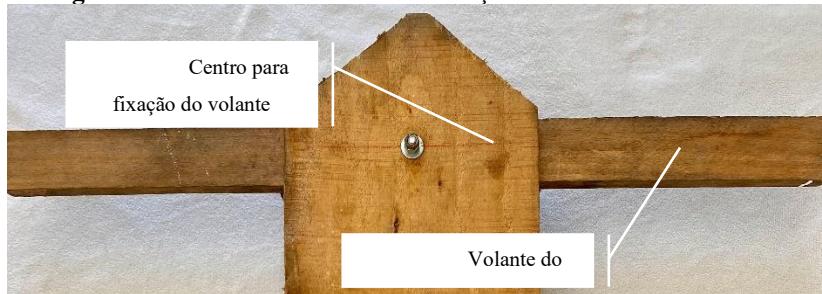
Figura 4: Dimensões do Carrinho de Rolimã.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Na peça principal, a qual define a forma do Carrinho, Figura 3, com medidas de $80\text{cm} \times 24\text{ cm}$, 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.

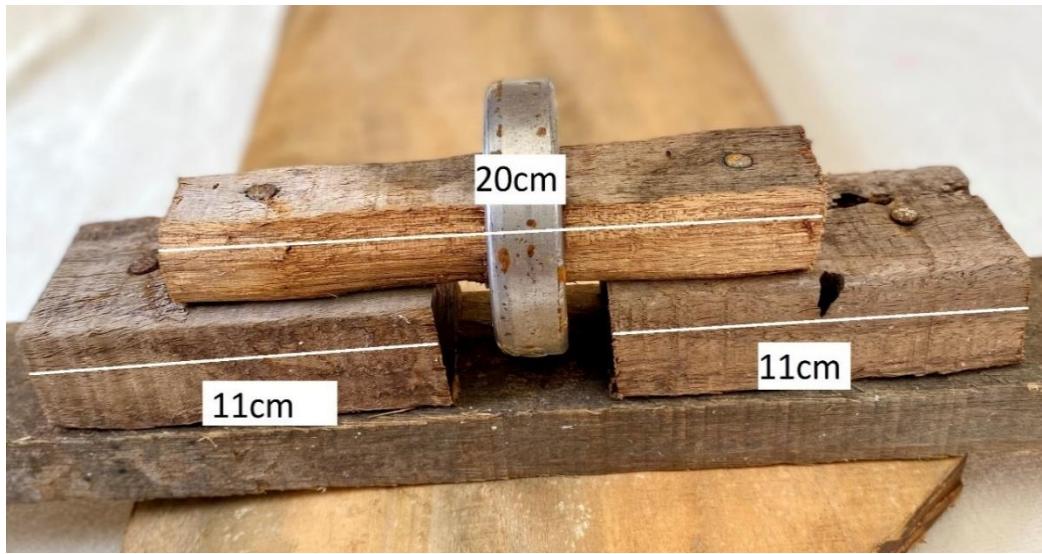
Figura 5: Indicadores do centro de fixação e do volante do carrinho.



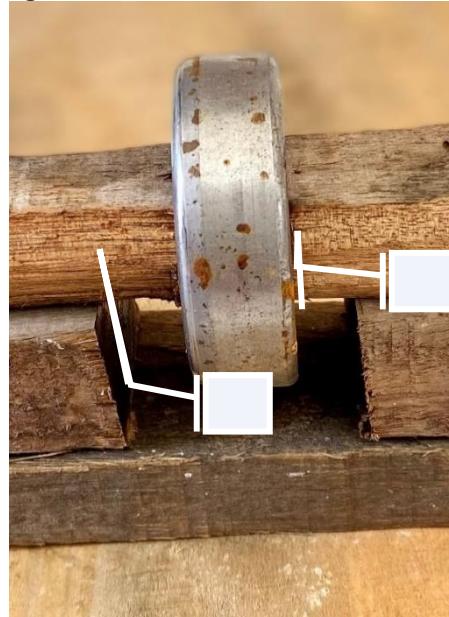
Fonte: Elaboração própria, 2025.

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 6: Dimensões do eixo de fixação da roda dianteira.



Fonte: Elaboração própria, 2025.
Figura 7: 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

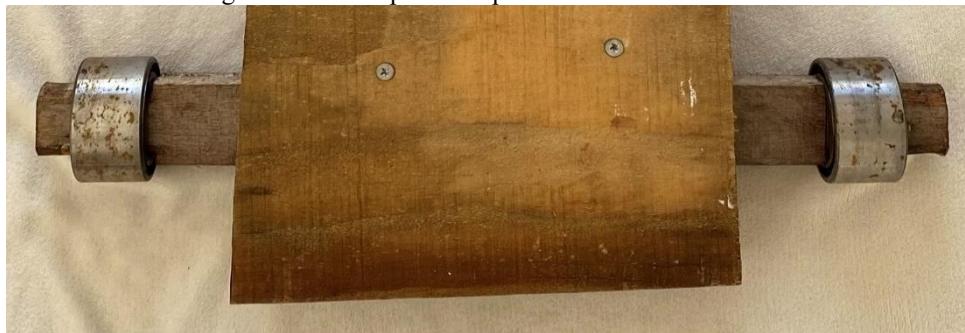
carro, mas a depender da disponibilidade pode ser substituído por outro de igual resistência

Figura 8: Extremidades do eixo traseiro, vista inferior.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

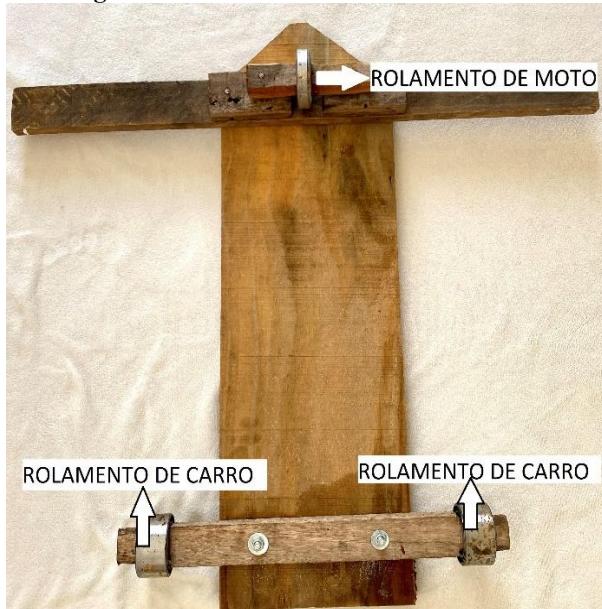
Figura 9: Vista superior da parte traseira do Carrinho.



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 10: Rolamentos usados no Carrinho.



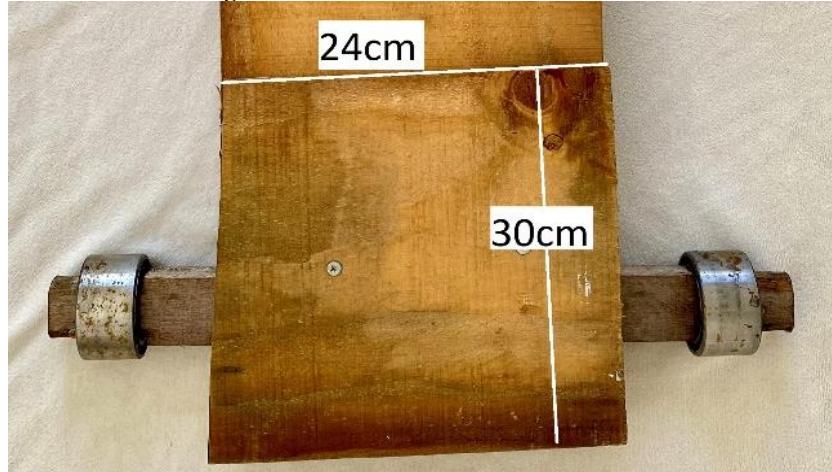
Fonte: Elaboração própria, 2025.

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 11: 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 hastas de 0,6m na parte inferior da rampa.

Figura 12: 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 punctionado 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!).

2. 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.

3. 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.

4. 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.