



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ANDRE LUIZ FILADELFIO DE ANDRADE**

**A POTENCIALIZAÇÃO DA FÍSICA NAS AULAS PREPARATÓRIAS PARA O IFCE**  
**A PARTIR DE EXPERIMENTOS PRÁTICOS PROPOSTOS POR UM GUIA**  
**DIDÁTICO**

**FORTALEZA**

**2025**

ANDRE LUIZ FILADELFIO DE ANDRADE

A POTENCIALIZAÇÃO DA FÍSICA NAS AULAS PREPARATÓRIAS PARA O IFCE A  
PARTIR DE EXPERIMENTOS PRÁTICOS PROPOSTOS POR UM GUIA DIDÁTICO

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire.

FORTALEZA  
2025

ANDRÉ LUIZ FILADELFIO DE ANDRADE

A POTENCIALIZAÇÃO DA FÍSICA NAS AULAS PREPARATÓRIAS PARA O IFCE A  
PARTIR DE EXPERIMENTOS PRÁTICOS PROPOSTOS POR UM GUIA DIDÁTICO

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 17 /12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freire (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Santos de Almeida  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Robson Maia  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dedico primeiramente a Deus, aos meus pais Manoel Filadelfio de Andrade e Aldaci Soares da Silva.

As minhas filhas Valentina Ferreira Filadelfio de Andrade e Larissa Ferreira Filadelfio de Andrade, que foram meu maior incentivo para continuação do curso.

“Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis” (René Descartes).



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetos que representam unidades de medida .....	16
Figura 2 – Demonstração de como não há como anular a força peso .....	19
Figura 3 – Conversão de unidade de velocidade .....	21
Figura 4 – Representação de objetos para demonstração de unidades de medida .....	26
Figura 5 – Demonstração da 1ª Lei de Newton .....	31
Figura 6 – Demonstração da 2ª Lei de Newton .....	33
Figura 7 – Demonstração da 1ª Lei de Newton .....	34
Figura 8 – Quando o carro bate o caixote que está acima dele é lançado para frente .....	35
Figura 9 – Carrinho movido a ação e reação .....	36
Figura 10 – Demonstração da ação e reação .....	37
Figura 11 – Chassi de papelão envolvidos com fita adesiva e suportes fixados .....	38
Figura 12 – Tampa para apoiar o balão colada.....	38
Figura 13 – Fixação do balão em tubo para experimento .....	39
Figura 14 – Força resultante nos blocos .....	44
Figura 15 – Ilustração de carrinho de supermercado cheio e vazio.....	45
Figura 16 – Ilustração de objetos sugeridos para aplicar os experimentos .....	49
Figura 17 – Ilustração de objetos sugeridos para aplicar os experimentos. ....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de dados da potência, tempo e energia .....	52
Tabela 2 – Comparação de dados de grandezas físicas .....	55
Tabela 3 – Fórmula matemática para o cálculo da energia potencial.....	56
Tabela 4 – Dados de velocidade, energia cinética e altura.....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Grandezas fundamentais do sistema internacional de unidades (SI).....	17
Quadro 2 – Observação por itens .....	19
Quadro 3 – Sistema ideal, sistema real e a perda energética.....	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC	Base nacional Comum Curricular
MEC	Ministério de Educação
UFC	Universidade Federal do Ceará
ENCIMA	Mestrado Profissional no Ensino de Ciências e Matemática

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1</b>	<b>Para que serve o guia didático</b> .....	14
<b>1.2</b>	<b>Como usar o guia didático</b> .....	15
<b>2</b>	<b>CINEMÁTICA E DINÂMICA</b> .....	16
<b>2.1</b>	<b>Unidades de medida</b> .....	16
<b>2.1.1</b>	<i>Objetivo</i> .....	16
<b>2.1.2</b>	<i>Fundamentos teóricos:</i> .....	16
<b>2.1.3</b>	<i>Material utilizado</i> .....	16
<b>2.1.4</b>	<i>Proposta de uso do guia</i> .....	17
<b>2.1.5</b>	<i>Possíveis perguntas aos alunos</i> .....	18
<b>2.2</b>	<b>Grandezas escalares e vetoriais</b> .....	18
<b>2.2.1</b>	<i>Objetivo</i> .....	18
<b>2.2.2</b>	<i>Material utilizado</i> .....	18
<b>2.2.3</b>	<i>Proposta de uso</i> .....	18
<b>2.3</b>	<b>Velocidade e trajetória</b> .....	20
<b>2.3.1</b>	<i>Movimento uniforme: velocidade</i> .....	20
<b>2.3.2</b>	<i>Movimento Uniforme: função horária</i> .....	25
<b>2.3.3</b>	<i>Movimento Uniformemente Variado (MUV)</i> .....	28
<b>2.4</b>	<b>Procedimento Experimental</b> .....	29
<b>2.4.1</b>	<i>Montagem do Experimento</i> .....	29
<b>2.4.2</b>	<i>Coleta de Dados</i> .....	29
<b>2.4.3</b>	<i>Cálculos</i> .....	30
<b>2.4.4</b>	<i>Construção de Gráficos</i> .....	30
<b>2.4.5</b>	<i>Análise e Conclusão</i> .....	30
<b>3</b>	<b>LEIS DE NEWTON: INÉRCIA E O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA</b> .....	31
<b>3.1</b>	<b>Primeira Lei de Newton</b> .....	31

3.1.1	<i>Objetivos</i> .....	31
3.1.2	<i>Fundamentos Teóricos</i> .....	31
3.2	<b>Segunda Lei de Newton</b> .....	32
3.2.1	<i>Material utilizado</i> .....	33
3.2.2	<i>Proposta de uso</i> .....	33
3.2.3	<i>Possíveis perguntas aos alunos</i> .....	34
3.2.4	<i>Proposta de prática</i> .....	35
3.2.5	<i>Questione os seus alunos sobre</i> .....	35
3.3	<b>Terceira Lei de Newton: ação e reação</b> .....	36
3.3.1	<i>Objetivo</i> .....	36
3.3.2	<i>Fundamentos Teóricos</i> .....	36
3.3.3	<i>Materiais</i> .....	37
3.3.4	<i>Montagem</i> .....	37
3.3.5	<i>Proposta de uso</i> .....	39
4	<b>TRABALHO E POTÊNCIA</b> .....	41
4.1	<b>Trabalho de uma Força Constante na Direção do Movimento</b> .....	41
4.2	<b>Objetivos</b> .....	41
4.3	<b>Fundamentos Teóricos (Base Ausubeliana)</b> .....	41
4.4	<b>Definição de Trabalho Mecânico (<math>\tau</math>)</b> .....	42
4.5	<b>Método experimental</b> .....	43
4.5.1	<i>Passo a passo do experimento 1</i> .....	43
4.5.2	<i>Passo a passo do experimento 2</i> .....	45
4.5.3	<i>Fase 1</i> .....	45
4.5.4	<i>Fase 2 - Experimentação</i> .....	45
4.5.5	<i>Fase 3 - Processamento</i> .....	46
5	<b>POTÊNCIA</b> .....	49
5.1	<b>Contextualização</b> .....	49
5.2	<b>Objetivos de aprendizagem</b> .....	49

5.3	<b>Materiais (organizadores concretos)</b> .....	49
5.4	<b>Procedimento experimental</b> .....	50
5.4.1	<i>Fase 1: Ativação de subsunçores</i> .....	50
5.4.2	<i>Fase 2: Experimentação guiada</i> .....	50
5.4.3	<i>Fase 3: Processamento Cognitivo</i> .....	51
6	<b>ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL E ELÁSTICA</b> .....	53
6.1	<b>Contextualização</b> .....	53
6.2	<b>Objetivos de aprendizagem</b> .....	53
6.3	<b>Materiais (Organizadores Concretos)</b> .....	53
6.4	<b>Procedimento experimental:</b> .....	54
6.4.1	<i>Fase 1: Diagnóstico Conceitual</i> .....	54
6.4.2	<i>Fase 2: Experimentação</i> .....	54
6.4.3	<i>Fase 3: Processamento Cognitivo</i> .....	55
7	<b>ENERGIA CINÉTICA</b> .....	58
7.1.1	<i>Contextualização (Subsunçores)</i> .....	58
7.1.2	<i>Objetivos de aprendizagem</i> .....	58
7.2	<b>Materiais (organizadores concretos)</b> .....	59
7.3	<b>Procedimento experimental</b> .....	59
7.3.1	<i>Fase 1: Diagnóstico Conceitual</i> .....	59
7.3.2	<i>Fase 2: Experimentação</i> .....	59
7.3.3	<i>Fase 3: Processamento</i> .....	60
8	<b>CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA</b> .....	62
8.1	<b>Ancoragem conceitual</b> .....	62
8.2	<b>Objetivos de aprendizagem:</b> .....	62
8.3	<b>Materiais (organizadores concretos)</b> .....	63
8.4	<b>Procedimento experimental</b> .....	63
8.4.1	<i>Fase 1: Diagnóstico</i> .....	63
8.4.2	<i>Fase 2: Experimentação</i> .....	63

8.4.3	<i>Fase 3: Análise</i> .....	64
9	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	66
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

A Física é uma das disciplinas que enfrenta maiores dificuldades em sala de aula, em comparação com outras áreas do conhecimento. Diversos fatores contribuem para que a aprendizagem não ocorra de forma eficaz, tais como: o excesso de atrativos eletrônicos, o predomínio de aulas expositivas, a falta de interesse dos alunos, entre outros. Diante desse cenário, este guia didático tem como objetivo revitalizar o ensino de Ciências/Física por meio de práticas experimentais relacionadas ao cotidiano dos estudantes. A proposta busca estabelecer uma conexão mais sólida entre a teoria e a prática, tornando o aprendizado mais significativo.

Para o professor, diversos elementos são determinantes para uma aprendizagem satisfatória. É amplamente reconhecido que aulas experimentais proporcionam inúmeros benefícios pedagógicos, contribuindo para o engajamento, a motivação e a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.

O professor, em geral, recorre ao livro didático como principal ferramenta pedagógica, muitas vezes por não dispor de experimentos acessíveis para suas aulas. Essa limitação constitui um dos maiores desafios enfrentados no ensino de Física, agravado pela escassez de tempo pedagógico necessário para a elaboração de atividades experimentais.

Este produto educacional apresenta-se como um guia prático, composto por demonstrações simples e acessíveis, voltadas para os conteúdos contemplados no processo seletivo do IFCE. As práticas propostas utilizam materiais de fácil obtenção e baixo custo, alinhando-se à metodologia adotada. O guia inclui uma fundamentação teórica, a lista de materiais necessários, orientações detalhadas para a execução dos experimentos e um questionário de acompanhamento.

Por meio deste material, propomos tornar as aulas mais dinâmicas e envolventes, estimulando no aluno uma aprendizagem significativa, mediada pela experimentação e pela aproximação entre teoria e prática.

### 1.1 Para que serve o guia didático

Este guia apresenta experimentos físicos cuidadosamente organizados para serem conduzidos pelo professor em sala de aula, em consonância com os conteúdos trabalhados. As demonstrações presenciais despertam a curiosidade, incentivam a compreensão dos fenômenos e conceitos envolvidos e tornam as aulas mais envolventes e dinâmicas.

A proposta de experimentos demonstrativos prescinde de relatórios ou procedimentos formais, uma vez que seu propósito principal é facilitar a assimilação dos temas abordados.

Por se tratar de demonstrações, não é imprescindível que os alunos executem os experimentos juntamente com o professor — salvo se assim desejarem —, podendo apenas observá-los enquanto acompanham as explicações. Contudo, a participação ativa dos discentes é fundamental durante a análise e o momento de questionamentos sobre a demonstração realizada.

É importante lembrar que a demonstração não substitui o aprendizado no processo de ensino-aprendizagem que as aulas práticas e experimentais podem proporcionar. As demonstrações servem como sugestão de suporte para os planejamentos nas aulas expositivas de Física ou para aquele momento de estudo domiciliar do aluno. Assim como Freire (1970) destaca a importância da reflexão sobre a prática pedagógica, um guia didático pode servir como um ponto de partida para a formação contínua dos professores, incentivando a análise crítica e a inovação nas práticas educativas.

## **1.2 Como usar o guia didático**

As práticas experimentais reunidas neste guia foram elaboradas com base nos objetivos específicos de cada experimento, acompanhadas da fundamentação teórica pertinente, da relação de materiais utilizados — todos de baixo custo, simples e de fácil obtenção —, além de sugestões de aplicação em sala de aula, com questionamentos que podem ser explorados pelo professor. A seleção das atividades experimentais foi organizada conforme os conteúdos exigidos no programa da seleção do IFCE.

A proposta deste guia didático é complementar o planejamento docente com práticas que favoreçam a construção do conhecimento e ampliem a percepção dos alunos sobre o raciocínio físico aplicado ao cotidiano. Assim, o professor elaborará seu plano de aula como de praxe, integrando a prática sugerida pelo guia no momento que julgar mais adequado — seja antes, durante ou após a exposição teórica do conteúdo.

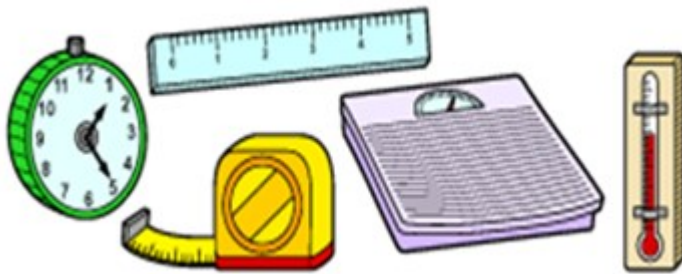
## 2 CINEMÁTICA E DINÂMICA

### 2.1 Unidades de medida

#### 2.1.1 *Objetivo*

- Identificar uma grandeza e suas unidades.
- Transformar uma grandeza em outra unidade.

Figura 1 – Objetos que representam unidades de medida



Fonte: Atividade... (2025).

#### 2.1.2 *Fundamentos teóricos:*

A Física é uma das disciplinas que se fazem bastante presentes em nosso cotidiano. Desde cedo, aprendemos a medir as coisas e a partir disto surgem as grandezas que nos permitem a medição. As medidas que propomos podem ser feitas com a utilização de materiais simples e que são fáceis de serem encontrados como na Figura 1.

Para a introdução ao conteúdo de cinemática, aconselha-se que o professor possa levar para essa aula a maior quantidade de objetos possível para o manuseio do aluno.

#### 2.1.3 *Material utilizado*

- Trena;
- Cronômetro;
- Régua
- Balança;
- Termômetro;
- Entre outros.

### 2.1.4 Proposta de uso do guia

- Organizar a turma em círculo para uma melhor visualização dos materiais a serem apresentados.
- Os aparelhos para o manuseio são de diferentes grandezas e associados a diferentes unidades de medida, por isso é importante que o aluno perceba que cada material tem sua unidade de medida.
- Com os materiais arrecadados pelo professor, pode-se apresentar um por vez, verificando a sua grandeza e sua unidade de medida.
- Ex.: Um relógio que é apresentado aos alunos, pode-se verificar que a grandeza é o tempo e as unidades de medida serão a hora, minuto e segundo.
- Após o aluno compreender a ideia de para que serve aquele material, que é o mesmo visto em casa, ele pode fazer o manuseio e explicar aquele fenômeno.
- O discente deve ser orientado a escrever as unidades de medida de cada objeto apresentado em seu caderno e em seguida o professor pode explicar sobre as transformações de unidades de medida.
- O professor após essa experimentação prática, pode apresentar o Quadro 1 do SI aos alunos.

Quadro 1 – Grandezas fundamentais do sistema internacional de unidades (SI)

Grandeza Física	Unidade de medidas (SI)	
	Nome	
Tempo	Segundo	s
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	Kg
Corrente elétrica	Ampere	A
Temperatura	Kevin	K
Quantidade de matéria	Mol	Mol
Intensidade luminosa	Candela	Cd

Fonte: Elaboração própria.

### **2.1.5 Possíveis perguntas aos alunos**

- a) Quanto tempo você demora para sair de casa e chegar à escola?
- b) Uma hora tem quantos minutos?
- c) Qual é a sua altura?
- d) Qual é a sua massa?
- e) Como seria a o tempo da aula pelo SI?

## **2.2 Grandezas escalares e vetoriais**

### **2.2.1 Objetivo**

- Mostrar que forças são grandezas físicas que dependem, além da intensidade, da direção e do sentido da aplicação, ou seja, forças são grandezas vetoriais.
- Fundamentos teóricos: O peso é uma força que se encontra na direção vertical em relação à superfície do planeta e com sentido apontando para o centro da Terra. Para contrabalançá-lo, todos sabemos que é preciso uma força com mesma direção e intensidade, porém com sentido contrário. Não é possível anular o peso de outro modo. Por exemplo: você não consegue levantar uma caixa na vertical com um empurrão na horizontal.

### **2.2.2 Material utilizado**

- Corda;
- Barbante;
- Livro grosso e sacola;

### **2.2.3 Proposta de uso**

- Amarre o livro na ponta da corda menor (de uns 50 cm);
- Amarre a outra ponta na metade da corda maior (de 1,5 m para uma pessoa ou a de 3m para duas pessoas);
- Segure as pontas do barbante junto das pontas da corda maior.
- Ao fazer o experimento, segure o barbante por sobre a corda (como mostra o desenho).
- Não importa quão pesado seja o objeto preso, a corda nunca se alinhará por completo, mas quanto maior o peso utilizado, mais evidente fica o fato.

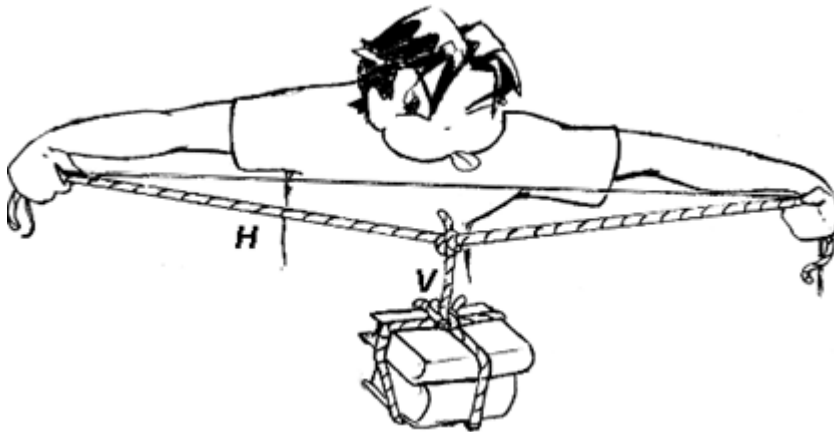
- O "quase alinhamento" acontece quando há uma pequena força vertical de torção na corda, que, portanto, deve ser evitada. O alinhamento nunca será total.

Quadro 2 – Observação por itens

Item	Observações
3 pedaços de corda: um de uns 50 cm outro de 1,5 m e o terceiro de 3 m	Dê preferência a uma corda de fácil manuseio, e não mais do que um centímetro de diâmetro.
Dois pedaços de barbante: um de 1,5 e outro de 3 m	
Um livro grosso ou uma sacola com peso equivalente	As massas que usamos foram da ordem de 1,5 kg a 2,5 kg

Fonte: Elaboração própria.

Figura 2 – Demonstração de como não há como anular a força peso



Fonte: Unesp (2025).

## 2.3 Velocidade e trajetória

### 2.3.1 Movimento uniforme: velocidade

#### 2.3.1.1 Objetivos

- Mostrar na prática o conceito de velocidade média e a relação com tempo e espaço.
- Transformar as unidades de medida.

#### 2.3.1.2 Fundamentos teóricos

O movimento retilíneo uniforme é o movimento em que a velocidade permanece constante e a aceleração é zero. Como exemplos temos em um supermercado ou aeroporto e coloca suas compras/mala na esteira rolante do caixa ou na esteira de check-in entre outros exemplos.

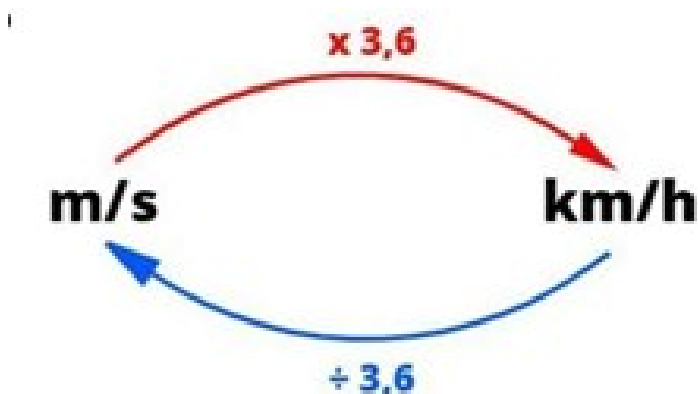
A trajetória de um móvel é o deslocamento que ele faz ao percorrer um determinado espaço, e o espaço percorrido por ele representamos por (S) os pontos da trajetória. Quando um móvel vai de um lugar para outro, dizemos que houve uma variação de posição que representamos por ( $\Delta S$ ) e esta variação é dada pela posição final menos a posição inicial representada respectivamente por  $S_i$  e  $S_f$ , sendo considerados as direções e sentido percorridos por ele.

O módulo da velocidade média é dado pela razão entre o espaço percorrido pelo objeto e o tempo sendo representado pela equação:

$$v_L = \frac{\text{Espaço (s)}}{\text{Tempo (t)}} \quad (1)$$

As unidades de medida utilizadas dependem de como serão abordadas nas questões, porém no SI a unidade de medida usada é o  $m/s$ , enquanto que no dia a dia é utilizado o  $km/h$ , visto em carros, motos, ônibus, entre outros. Para fazer a conversão de uma unidade em outra, podemos utilizar o método representado abaixo:

Figura 3 – Conversão de unidade de velocidade



Fonte: Unidades... (2019).

Converter m/s em km/h ou vice-versa.

#### Exemplo

(IFCE- 2024.1) Rafael Nadal, um dos maiores jogadores de tênis de todos os tempos, é bastante conhecido pelos seus golpes habilidosos e pela sua força física. Devido a sua intensidade física, o jogador consegue sair do repouso e atingir uma velocidade de 36 km/h em cerca de 2,5 segundos em linha reta. Durante essa arrancada, o valor de sua aceleração média, supondo-a constante, no Sistema Internacional, e uma possível classificação para o movimento são, respectivamente,

- A)  $4 \text{ m/s}^2$  e movimento variado.
- B)  $4 \text{ m/s}^2$  e movimento retilíneo uniforme.
- C)  $4 \text{ m/s}^2$  e movimento retilíneo uniformemente variado.
- D)  $14,4 \text{ m/s}^2$  e movimento uniforme.
- E)  $14,4 \text{ m/s}^2$  e movimento retilíneo uniforme.

Obs.: A questão não pede a transformação de velocidade, mas é necessária para a sua resolução.

#### 2.3.1.3 Material utilizado

- Bicicleta;
- Cronômetro;

- Trena.

#### 2.3.1.4 Proposta de uso

- Dividir os alunos em equipe de 5 pessoas e entregar um formulário para eles preencherem. (o formulário será anexado no final deste assunto).
- Levar a turma para um local que tenha espaço como o pátio ou a quadra.
- No local adequado, as equipes se dividem para fazer a prática. O professor determinará o trajeto que os alunos devem fazer com a bicicleta e os demais da equipe farão a anotação do tempo e preenchimento do formulário. Obs.: Os trajetos podem ser diferentes para que haja as comparações e apresentações deles. Ex.: uma equipe pode dar uma volta completa na quadra, enquanto a outra traça um percurso diagonal entre os cantos de escanteios de lado apostado da quadra, outro pode ir apenas caminhando e assim seguem as formas.
- Cada grupo deverá preencher o formulário com as informações pedidas, tais como: desenho e distância da sua trajetória;
- Cada integrante do grupo fará o percurso uma vez, anotando os devidos intervalos de tempo na tabela do formulário.
- O aluno deverá fazer o cálculo da velocidade média de cada integrante do grupo e anotar na tabela.

Após concluída toda a tarefa, o professor pode questionar: a) Qual a equipe que desempenhou a maior velocidade? b) O deslocamento realizado na sua trajetória é igual à distância percorrida? Explique.

*R = No caso das equipes que utilizaram uma trajetória circular ou retangular, por exemplo, na qual os integrantes terminavam o percurso onde haviam iniciado, o deslocamento seria igual a zero. Mas nos casos, onde os integrantes iniciavam num ponto da trajetória e finalizavam em outro ponto (posição), o deslocamento seria diferente de zero, podendo ser igual à distância percorrida.*

– Para calcular a velocidade dos integrantes da sua equipe, foi utilizada a fórmula da velocidade com o conceito de “deslocamento” ou de “distância percorrida”? Por quê?

*R = Distância percorrida, pelo mesmo motivo explicado anteriormente.*

### FORMULÁRIO DA VELOCIDADE

1 - Desenhe a trajetória do seu grupo (ex.: linha reta, círculo, retângulo, etc.):

---



---

2 - Qual a distância (tamanho) dessa trajetória? (Use uma trena)

---



---

3 - Escolha 3 integrantes do seu grupo para percorrer a trajetória da forma indicada pelo professor.

---



---

4 - Marque o tempo em segundos que cada colega gastou e escreva-os na tabela abaixo:

T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	T <sub>3</sub> (s)

5- Calcule a velocidade de cada colega e escreva na tabela abaixo: (Use:  $V = S / T$ )

T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	T <sub>3</sub> (s)

6 - Faça a média aritmética das velocidades obtidas:

---



---

7 - Qual o valor dessa velocidade em km/h?

---

---

## 2.3.2 Movimento Uniforme: função horária

### 2.3.2.1 Objetivos

Compreender as características do Movimento Uniforme (velocidade constante, ausência de aceleração).

Coletar e analisar dados experimentais de posição e tempo para um objeto em MU.

Construir e interpretar gráficos de Posição  $\times$  Tempo ( $S \times t$ ) e Velocidade  $\times$  Tempo ( $v \times t$ ).

Relacionar os resultados experimentais com as equações do MU:

$$s = s_0 + v \cdot t \quad (2)$$

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

### 2.3.2.2 Fundamentos Teóricos

No Movimento Uniforme (MU), um corpo se desloca com velocidade constante ( $v$ ) em trajetória retilínea, percorrendo espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Como a aceleração é nula ( $a=0$ ), a equação horária da posição é linear:

### 2.3.2.3 Fórmula da função horária

$$s = s_0 + v \cdot t$$

Onde:

$S$  é a posição ou espaço final ( $m$ );

$S_0$  é a posição ou espaço inicial ( $m$ );

$v$  é a velocidade ( $m/s$ ).

$t$  é o tempo (s).

Os gráficos característicos são:

$S \times t$ : Reta inclinada (o coeficiente angular representa a velocidade).

$v \times t$ : Reta paralela ao eixo do tempo (velocidade constante).

#### 2.3.2.4 Materiais utilizados

- Carrinho de brinquedo (ou objeto deslizando em superfície lisa);
- Trena ou régua (para medir distâncias);
- Cronômetro (pode ser do celular);
- Fita adesiva (para marcar posições);
- Superfície plana (como uma mesa ou trilho de baixo atrito);
- Folha de papel milimetrado para gráficos.

Figura 4 – Representação de objetos para demonstração de unidades de medida



Fonte: Elaboração própria.

#### 2.3.2.5 Proposta de uso

##### Montagem do Experimento

Marque no chão ou na mesa uma trajetória retilínea de 2 a 4 metros.

Defina pontos de referência a cada 0,5 m (ex.: 0 m, 0,5 m, 1 m, etc.) com fita adesiva.

##### Coleta de Dados

Solte o carrinho do ponto inicial ( $S_0=0$ ) e acione o cronômetro.

Pare o cronômetro quando o carrinho passar por cada marca pré-definida.  
Repita o processo 3 vezes para calcular a média dos tempos e reduzir erros.

Tabela de dados:

Posição (m)	Tempo 1 (s)	Tempo 2 (s)	Tempo 3 (s)	Tempo Médio (s)
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	...	...	...	...
1,0	...	...	...	...

### Cálculos

Calcule a velocidade média entre cada intervalo:

$$v_m = \frac{\Delta_s}{\Delta_t} \quad (4)$$

Compare os valores de  $v_m$  para verificar se são constantes (característica do MU).

### Construção de Gráficos

Gráfico  $S \times t$ : Os pontos (tempo médio  $\times$  posição) e trace a reta de melhor ajuste.

Gráfico  $v \times t$ : A velocidade média em função do tempo (deve ser uma reta horizontal).

### Análise e Conclusão

1. A reta no gráfico  $S \times t$  confirma o MU? Qual é o valor da velocidade (coeficiente angular)?
2. O gráfico  $v \times t$  mostra variação? Discuta se o movimento foi realmente uniforme.
3. Quais fontes de erro podem ter afetado o experimento (ex.: atrito, imprecisão na marcação)?

### 2.3.3 Movimento Uniformemente Variado (MUV)

Tema: Movimento Uniformemente Variado

#### 2.3.3.1 Objetivos

- Compreender as características do MUV (aceleração constante, variação linear da velocidade).
- Coletar dados experimentais de posição, tempo e velocidade em um movimento acelerado.
- Construir e interpretar gráficos de Posição  $\times$  Tempo ( $S \times t$ ), Velocidade  $\times$  Tempo ( $v \times t$ ) e Aceleração  $\times$  Tempo ( $a \times t$ ).
- Verificar as equações do MUV:

$$v = v_0 + a \cdot t \quad (5)$$

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \quad (6)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \quad (7)$$

#### 2.3.3.2 Fundamentos Teóricos

No Movimento Uniformemente Variado (MUV), um corpo sofre aceleração constante ( $a \neq 0$ ), alterando sua velocidade de forma linear no tempo. As principais relações são:

Função Horária da Velocidade

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Função Horária da Posição

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

Equação de Torricelli

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

### 2.3.3.3 Gráficos do MUV

S × t: Parábola (concavidade depende do sinal da aceleração).

v × t: Reta inclinada (coeficiente angular = aceleração).

a × t: Reta paralela ao eixo do tempo (aceleração constante).

### 2.3.3.4 Materiais Necessários

- Rampa inclinada (feita de madeira, plástico ou trilho de ar para reduzir atrito).
- Carrinho ou esfera de aço (para rolar com atrito controlado).
- Cronômetro (pode ser do celular).
- Trena ou régua (para medir deslocamento).
- Sensor de movimento (opcional, para maior precisão).
- Papel milimétrico para gráficos.

## 2.4 Procedimento Experimental

### 2.4.1 Montagem do Experimento

Incline a rampa em um ângulo fixo (ex.: 10° a 30°) para garantir aceleração constante.

Marque posições ao longo da rampa (ex.: 0 cm, 20 cm, 40 cm, etc.).

### 2.4.2 Coleta de Dados

Solte o carrinho do repouso ( $v_0=0$ ) e meça o tempo que ele leva para passar por cada marca.

Repita 3 vezes para calcular médias e minimizar erros.

Tabela de dados:

Posição (m)	Tempo 1 (s)	Tempo 2 (s)	Tempo 3 (s)	Tempo Médio (s)	Velocidade Instantânea* (m/s)

0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	...	...	...	...	$V = \Delta S / \Delta t$
0,4	...	...	...	...	...

Calcule a velocidade instantânea aproximada em cada ponto usando:

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

### 2.4.3 Cálculos

Aceleração média (a): Use a equação  $a = \Delta v / \Delta t$  ou o gráfico  $v \times t$  (coeficiente angular).

Compare com o valor teórico esperado para um plano inclinado:

$$a = g \cdot \sin(\theta)$$

(onde  $\theta$  é o ângulo da rampa e  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).

### 2.4.4 Construção de Gráficos

$S \times t$ : Deve resultar em uma parábola.

$v \times t$ : Reta crescente ou decrescente (inclinação = aceleração).

$a \times t$ : Reta constante.

### 2.4.5 Análise e Conclusão

1. Os gráficos obtidos condizem com as equações teóricas do MUV?
2. A aceleração calculada experimentalmente se aproxima do valor teórico?

Discuta discrepâncias (ex.: atrito, imprecisão na medição).

3. Como o ângulo da rampa afeta a aceleração?

**Observação:** O professor pode adaptar os materiais conforme disponibilidade (ex.: usar um skate em rampa lisa se não houver carrinho)

### 3 LEIS DE NEWTON: INÉRCIA E O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Conteúdo: Mecânica

Assunto: Leis de Newton

#### 3.1 Primeira Lei de Newton

##### 3.1.1 Objetivos

- Demonstrar a 1ª Lei de Newton;
- Demonstrar a 2ª Lei de Newton.

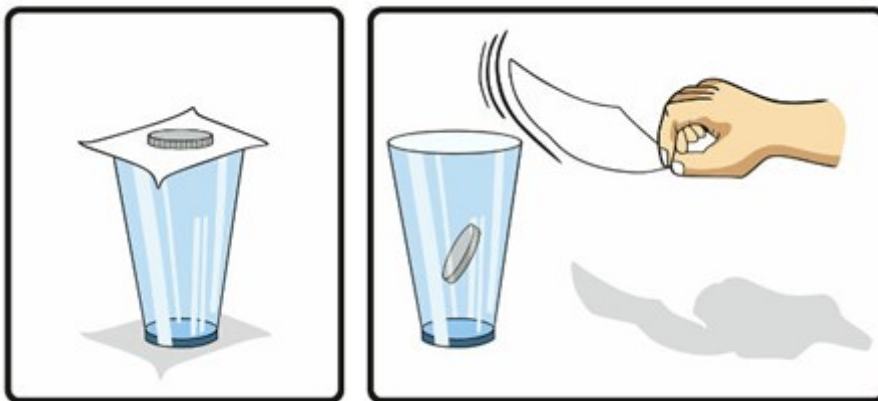
##### 3.1.2 Fundamentos Teóricos

As leis de Newton fundamentam os estudos do comportamento estático e dinâmico dos corpos materiais. São três: O princípio fundamental da Inércia; O princípio fundamental da Dinâmica; e o princípio da Ação e Reação. A primeira lei, conhecida como Lei da Inércia, pode ser enunciada da seguinte forma:

"Quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo for nula, esse corpo permanecerá em repouso ou em movimento retilíneo uniforme"

Nessa lei, Newton explica que os corpos tendem a permanecer em um estado “natural” infinitamente, até que uma força resultante não nula atue nesse corpo forçando-o a mudar esse estado. O estado “natural” é denominado estado inercial, podendo ser o repouso ou o movimento retilíneo e uniforme (MRU).

Figura 5 – Demonstração da 1ª Lei de Newton



Fonte: Primeira... (2025).

### 3.2 Segunda Lei de Newton

A 2ª Lei de Newton diz que a Força é sempre diretamente proporcional ao produto da aceleração de um corpo pela sua massa, ou seja:

$$F = m \cdot a$$

Onde,  $F$  = é força resultante de todas as forças que agem sobre o corpo;

$m$  = é a massa do corpo a qual as forças atuam;

$a$  = é a aceleração adquirida.


A unidade de força, no sistema internacional, é o N (Newton), que equivale a  $\text{kg.m/s}^2$  (quilograma metro por segundo ao quadrado).

Quando aplicamos uma mesma força em dois corpos de massas diferentes, observamos que elas não produzem aceleração igual. Por exemplo na Figura 6, se o homem não estivesse dentro do carro a força que a mulher e o menino exercem sobre ele causaria uma aceleração maior porque a massa do que está sendo empurrado é menor.

Figura 6 – Demonstração da 2ª Lei de Newton

## LEIS DE NEWTON

- Segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental)



SE A FORÇA RESULTANTE  
SOBRE UM CORPO FOR  
DIFERENTE DE ZERO, HAVERÁ  
ALTERAÇÃO NO ESTADO DE  
MOVIMENTO DE UM CORPO

$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a}$$

Nota: A força resultante do garoto e da mãe empurrando o carro demonstrando a 2ª Lei de Newton

Fonte: Carmo (2021).

### 3.2.1 *Material utilizado*

- Uma garrafa cheia de água;
- Um pano de prato.
- Uma cadeira com rodinhas;
- 2 alunos (com “pesos” bem diferentes);
- 1 aluno para empurrar.

### 3.2.2 *Proposta de uso*

- A primeira demonstração deve ser feita antes da explicação das Leis, instigando a curiosidade do aluno;
- Coloque o pano esticado sobre a mesa e a garrafa sobre o pano, como mostra a Figura 7;
- Peça para que os alunos observem atentamente e puxe o pano rapidamente;
- A garrafa não sairá do lugar onde foi colocada mesmo com a retirada do pano;
- Questione os seus alunos sobre: (as respostas podem estar erradas, mas deixe-os comentar o que acham. Durante a explicação na sua aula use o exemplo da demonstração e após a explicação, faça comparações e refaça as perguntas).

Figura 7 – Demonstração da 1ª Lei de Newton



Fonte: Farias (2019).

### 3.2.3 Possíveis perguntas aos alunos

1. Por que a garrafa não saiu do lugar?

*R = (as respostas dadas pelos alunos podem ser diversas) Inércia.*

2. Se a garrafa estivesse vazia, o resultado seria o mesmo?

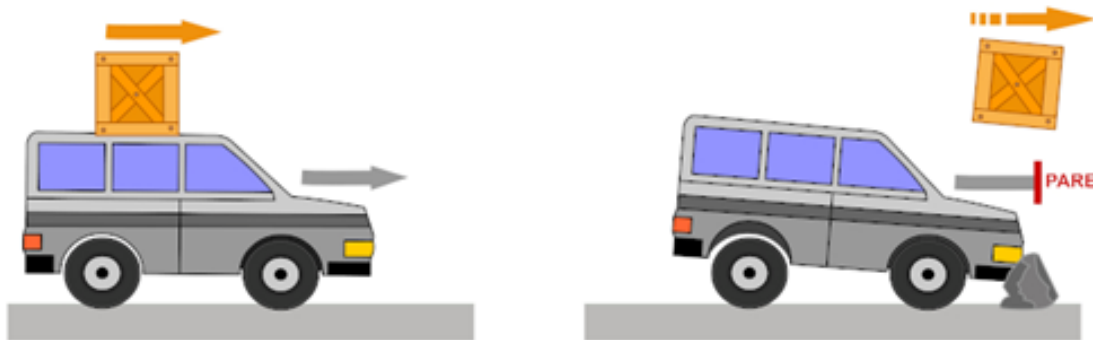
*R = Sim, porém a garrafa vazia exerce menos força sobre a mesa, e assim haverá menos atrito, o que faz com que ela reaja a forças menores, podendo mexer-se com mais facilidade.*

3. Onde mais percebemos algo parecido no cotidiano?

*R = Exemplo: arrancadas de carro, moto etc., onde ao partir nosso corpo tende a permanecer em repouso e temos a sensação de que fomos puxados para trás.*

Após a demonstração e a exposição da Lei da Inércia, use exemplos que demonstrem que um corpo em movimento tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme como na Figura 8, ou quando o carro freia e nosso corpo é lançado para frente, daí a importância do uso do cinto de segurança.

Figura 8 – Quando o carro bate o caixote que está acima dele é lançado para frente



Fonte: Melo (2024).

### 3.2.4 Proposta de prática

- A segunda demonstração deve ser feita após a explicação da 2ª Lei de Newton;
- Peça para que o aluno menor sente na cadeira de rodinhas;
- Um dos alunos empurrará a cadeira;
- Coloque a cadeira no mesmo local e peça para que o aluno maior se sente nela;
- Novamente, o mesmo aluno deverá empurrar a cadeira tentando fazer com que ela chegue ao mesmo local da primeira.

### 3.2.5 Questione os seus alunos sobre

1. Possíveis pergunta aos alunos: Em qual das situações ele precisou exercer mais força? Por quê?

*R = Na segunda, pois quanto mais massa, maior a força.*

2. Se a força exercida tivesse sido igual, qual das duas situações aumentaria a velocidade mais rápido, ou seja, em qual das situações haveria maior aceleração?

*R = Na primeira, pois quanto menor a massa, sendo a mesma força, maior a aceleração.*

Obs.: Se puder utilizar duas cadeiras de rodinhas, peça para que os alunos sejam empurrados ao mesmo tempo.

### 3.3 Terceira Lei de Newton: ação e reação

#### 3.3.1 Objetivo

- Demonstrar a aplicação da 3ª Lei de Newton.

#### 3.3.2 Fundamentos Teóricos

Toda força (ação) que atua sobre um corpo, faz surgir uma outra força (reação) com a mesma intensidade e direção, porém em sentido contrário. Essas forças não se anulam, ou seja, não se equilibram, pois são aplicadas em corpos diferentes. Por exemplo, com se pode ver na Figura 9, o jatinho empurra o ar para trás e o ar empurra o jatinho para frente.

Figura 9 – Carrinho movido a ação e reação



Fonte: Amorim (2016).



- Coloque cada tubinho dentro de um canudo, de forma que fiquem 2 cm para cada lado;
- Recorte um chassi para o carrinho com papelão, e envolva com fita adesiva para não rasgar. Faça-o com uma largura de uns 2 cm menor que o tamanho do canudo, e fixe os suportes das rodas (canudos) no chassi com a fita, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Chassi de papelão envolvidos com fita adesiva e suportes fixados



Fonte. Amorim (2016).

Faça um pequeno furo no centro de 4 das tampas de garrafa e encaixe o eixo. Se achar necessário fixe-as com cola. Em seguida, cole a outra tampa no chassi, como na Figura 12.

Figura 12 – Tampa para apoiar o balão colada



Fonte: Amorim (2016).

Usando um dos tubos externos da caneta, encaixe a boca do balão na ponta do tubo e fixe-o com o elástico, como na Figura 13.

Figura 13 – Fixação do balão em tubo para experimento



Fonte: Amorim (2016).

Cole a outra extremidade do tubo da caneta na tampa de modo que fique uma parte para fora do carrinho, como mostra o carrinho pronto na Figura 13.

### 3.3.5 *Proposta de uso*

- Encha o balão, assoprando pelo tubo da caneta;
- Pergunte aos seus alunos:
- Após soltar o carrinho, ele irá andar?
- Para qual direção? Por quê?
- Solte-o e veja que ele se moverá.
- Questione os alunos sobre:
- O que fez o carrinho se mover nessa direção?

*R = O carrinho se moveu para o lado em que se encontra o balão, pois o ar que é lançado pelo tubo da caneta exerce uma força contrária, empurrando o carrinho para frente.*

## 4 TRABALHO E POTÊNCIA

### 4.1 Trabalho de uma Força Constante na Direção do Movimento

Tema: Trabalho Mecânico Realizado por uma Força Constante

### 4.2 Objetivos

- Diferenciar trabalho mecânico ( $\tau$ ) de noção cotidiana de "trabalho";
- Relacionar trabalho realizado com variação de energia cinética.
- Medir grandezas físicas ( $F$ ,  $d$ ,  $v$ ) para cálculo experimental de  $\tau$ ;
- Comparar resultados experimentais com previsões teóricas.
- Cooperar na coleta de dados e análise crítica de resultados;
- Reconhecer aplicações do conceito em tecnologias do cotidiano.
- Compreender o conceito de trabalho mecânico como transferência de energia;
- Relacionar o trabalho realizado por uma força constante com o deslocamento do objeto;
- Calcular experimentalmente o trabalho realizado e compará-lo com o valor teórico;
- Analisar a influência do ângulo entre a força e o deslocamento (extensão para forças não paralelas).

### 4.3 Fundamentos Teóricos (Base Ausubeliana)

#### *Conexão com Conhecimentos Prévios*

Partir do cotidiano: "O que significa 'trabalhar' fisicamente?" (ex.: empurrar um carrinho de supermercado).

Relacionar com conceitos já consolidados: força, deslocamento e energia (mapa conceitual inicial).

#### *Aprendizagem Significativa*

Diferenciação progressiva:

Trabalho  $\neq$  esforço físico (conceito científico vs. senso comum).

Trabalho como grandeza escalar (contraste com força, vetorial).

Reconciliação integrativa:

Unificar conceitos de força, deslocamento e energia sob o conceito de trabalho.

Mostrar como  $\tau = F \cdot d$  complementa Teorema Trabalho-Energia.

*Material Potencialmente Significativo*

Equações com significado físico:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos\theta \quad (\theta = 0^\circ \rightarrow \tau = F \cdot d). \quad (8)$$

$$\tau = \Delta E_c \text{ (Teorema Trabalho-Energia)}. \quad (9)$$

Organizadores prévios:

Mapa conceitual comparando "trabalho na Física" × "trabalho no cotidiano".

Diagrama de forças em situações reais.

#### 4.4 Definição de Trabalho Mecânico ( $\tau$ )

O trabalho realizado por uma força constante  $F^{\vec{}}$  que atua sobre um corpo, causando um deslocamento  $d^{\vec{}}$ , é dado por:

$$\tau = F^{\vec{}} \cdot d^{\vec{}} = F d \cos(\theta)$$

Onde:

- $\tau$ : Trabalho (em Joules, J).
- $F$ : Magnitude da força aplicada (em Newtons, N).
- $d$ : Deslocamento (em metros, m).
- $\theta$ : Ângulo entre a força e o deslocamento.

Caso particular (força na direção do movimento):

Se  $\theta = 0^\circ$  (força paralela ao deslocamento), então:

$$\tau = F \cdot d$$

*Relação com Energia Cinética (Teorema Trabalho-Energia)*

O trabalho total realizado sobre um corpo é igual à variação de sua energia cinética:

$$\tau_{total} = \Delta Ec = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2} \quad (10)$$

#### 4.5 Materiais Necessários

- Carrinho ou bloco de massa conhecida (m);
- Dinamômetro ou conjunto de pesos e polia (para aplicar força constante);
- Trena ou régua (para medir deslocamento);
- Cronômetro (para medir tempo, se necessário);
- Superfície plana e lisa (para minimizar atrito);
- Papel milimetrado ou software para análise de dados;
- Balança.

#### 4.6 Método experimental

Para demonstrar a relação entre energia cinética e trabalho, pode-se realizar um experimento com carrinhos, dinamômetros e roldanas, medindo a força e a distância. A energia cinética é calculada a partir da massa e velocidade do carrinho, e o trabalho é calculado pela força aplicada vezes a distância percorrida. Ao comparar os resultados, é possível verificar que o trabalho realizado é igual à variação da energia cinética do carrinho, comprovando o teorema do trabalho e energia cinética.

##### 4.6.1 Passo a passo do experimento 1

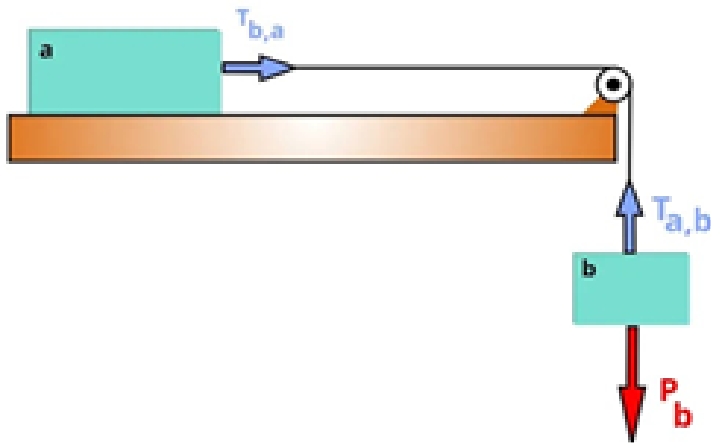
###### *Montagem do sistema*

Use um carrinho ou bloco que possa deslizar sobre uma superfície plana e com pouca fricção;

Utilize um dinamômetro para medir a força necessária para mover o carrinho ou bloco;

Instale um sistema de roldanas para variar a força aplicada e a distância de deslocamento do carrinho.

Figura 14 – Força resultante nos blocos



Fonte. Helerbrock (2023).

#### *Medição da força e distância*

Marque a distância inicial e final do carrinho, para calcular o deslocamento.

Use o dinamômetro para medir a força constante aplicada ao carrinho durante o seu movimento.

#### *Medição da velocidade*

Use cronômetros ou sensores de movimento para medir o tempo que o carrinho leva para percorrer a distância.

Calcule a velocidade média do carrinho, dividindo a distância pelo tempo.

#### *Cálculo da energia cinética*

Use a fórmula da energia cinética:  $E_c = \frac{mv^2}{2}$ , onde  $m$  é a massa do carrinho e  $v$  é a sua velocidade.

#### *Cálculo do trabalho*

Use a fórmula do trabalho:  $\tau = F \cdot d$ , onde  $F$  é a força aplicada e  $d$  é a distância percorrida.

#### 4.6.2 *Passo a passo do experimento 2*

##### 4.6.3 *Fase 1*

Atividade: Medir o "esforço" para mover o carrinho vazio e com carga.

Problematização: "Como quantificar cientificamente este esforço?"

Figura 15 – Ilustração de carrinho de supermercado cheio e vazio



Fonte: Completo... (2025).

##### 4.6.4 *Fase 2 - Experimentação*

###### *Montagem*

Fixar dinamômetro no carrinho.

Marcar pontos de partida e chegada ( $d = 1,0\text{m}$ ).

###### *Coleta de Dados (em grupos)*

Variar força aplicada ( $F = 1N, 2N, 3N$ );

Medir tempo para percurso (*3 repetições*);

Calcular velocidade final ( $v = 2d/t$ ).

###### *Registro*

Tabela comparativa: Trabalho<sub>teórico</sub> = F·d vs Trabalho<sub>experimental</sub> =  $\frac{mv^2}{2}$

#### 4.6.5 Fase 3 - Processamento

Construção coletiva de gráficos  $\tau \times F$ .

Discussão sobre discrepâncias (atrito como variável interveniente).

##### *Análise dos resultados*

Compare o trabalho realizado com a variação da energia cinética do carrinho.

Observe que o trabalho realizado deve ser igual à variação da energia cinética, confirmando o teorema do trabalho e energia cinética.

##### *Outras dicas para o experimento*

Varie a massa do carrinho, a força aplicada e a distância de deslocamento para obter diferentes resultados.

Use uma superfície plana e com pouca fricção para minimizar a influência da resistência ao movimento.

Faça várias repetições para aumentar a precisão dos resultados e obter dados confiáveis.

Considere a energia potencial gravitacional se o carrinho estiver em um plano inclinado.

Combine este experimento com exercícios de cálculos e simulações para reforçar o entendimento teórico.

##### *Coleta de Dados*

Meça a massa  $m$  do carrinho.

Aplique uma força constante  $F$  (ex.: 1 N, 2 N) usando o dinamômetro ou pesos.

Meça o deslocamento  $d$  (ex.: 1 m, 2 m) enquanto a força atua.

Se possível, meça a velocidade final  $v_f$  (usando um sensor de movimento ou calculando com  $v_f = 2d/t$ , onde  $t$  é o tempo medido).

Tabela de dados:

<b>Força</b> F(N)	<b>Deslocamento</b> d(m)	<b>Trabalho Teórico</b> $\tau = F \cdot d$ (J)	<b>Velocidade Final</b> $v_f = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ (m/s)	<b>Trabalho Experimental</b> $\tau = \Delta E_c$ (J)
1,0	0,5	0,5		
2,0	1,0	2,0		

*Cálculos:*

Calcule o trabalho teórico:  $\tau_{\text{teórico}} = F \cdot d$ .

Calcule o trabalho experimental usando a energia cinética:

$$\tau_{\text{experimental}} = \frac{mv^2}{2}$$

(Se o carrinho parte do repouso,  $v_i = 0$ ).

*Comparação e análise:*

Compare  $\tau_{\text{teórico}}$  e  $\tau_{\text{experimental}}$ .

Discuta as diferenças (ex.: atrito não desprezível, imprecisão na medição de  $v_f$ ).

*Avaliação (Verificação da Aprendizagem Significativa)*

Mapas conceituais: Comparar versões pré e pós-aula.

Relatório estruturado:

*Aplicações tecnológicas (elevadores, esteiras rolantes)*

Problema aberto: "Como o trabalho seria alterado se a força fosse aplicada em  $30^\circ$ ?"

*Análise e conclusão*

1. Os valores de trabalho teórico e experimental são próximos? Justifique eventuais discrepâncias.

2. Como o trabalho realizado seria afetado se a força fosse aplicada em um ângulo  $\theta \neq 0$ ?

3. Qual a importância do trabalho mecânico em situações cotidianas? (Ex.: empurrar um móvel, levantar um peso.)

*Atividade complementar*

- Extensão para  $\theta \neq 0$ : Repita o experimento aplicando a força em diferentes ângulos (ex.:  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ) e calcule  $\tau = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$ .

*Interdisciplinaridade*

Síntese conceitual: "Trabalho é a ponte entre força e energia".

Conexão interdisciplinar.

Biologia: Trabalho muscular.

Geografia: Trabalho em processos geológicos.

Observação: Se não houver dinamômetro, use pesos amarrados a um fio passando por uma polia para gerar força constante ( $F = m \cdot g$ ).

Essa estrutura garante que novos conceitos se relacionem de maneira não arbitrária e não literal aos conhecimentos prévios dos alunos, atendendo aos princípios ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A experimentação serve como organizador concreto para facilitar a assimilação substantiva do conceito físico.

## 5 POTÊNCIA

Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### 5.1 Contextualização

Conceito: Energia e tempo (conhecimentos prévios sobre trabalho mecânico e energia).

*Prévia da aplicação*

- Vídeo de 1 minuto comparando situações cotidianas:
- Um atleta correndo escadas vs. uma pessoa subindo devagar.
- Lâmpada LED vs. incandescente acesas.
- Pergunta: "O que determina se uma tarefa é 'rápida' ou 'lenta' na Física?"

### 5.2 Objetivos de aprendizagem

Dimensão	Objetivo	Relação com Ausubel
<b>Conceitual</b>	Diferenciar potência de energia e trabalho	Diferenciação progressiva
<b>Procedimental</b>	Calcular potência mecânica e elétrica experimentalmente	Organizador antecipador
<b>Atitudinal</b>	Cooperar na análise crítica de eficiência energética	Aprendizagem significativa

### 5.3 Materiais (organizadores concretos)

- Kit humano: Escada, cronômetro, balança digital, trena.
- Kit elétrico: Fonte 12V, lâmpadas (LED e incandescente), multímetro, resistor 10Ω."

Figura 16 – Ilustração de objetos sugeridos para aplicar os experimentos



Fonte: Elaboração própria.

## 5.4 Procedimento experimental

### 5.4.1 Fase 1: Ativação de subsunçores

1. Roda de conversa: "Qual eletrodoméstico gasta mais energia: geladeira ou secador de cabelo?"
2. Mapa conceitual inicial: Relacionar potência, energia e tempo.

### 5.4.2 Fase 2: Experimentação guiada

#### *Grupo A (Potência Mecânica Ep)*

Medir massa ( $m$ ) de um aluno e altura ( $h$ ) da escada.

Cronometrar tempo ( $t$ ) para subir a escada.

Calcular:

Trabalho

$$E_{p\_teórica}: E_p = m \cdot g \cdot h \quad (11)$$

$$\text{Energia cinética final (E}_c\text{): } E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Comparar  $E_p$  e  $E_c$  (Teorema da Conservação).

#### *Grupo B (Potência Elétrica)*

Medir deformação ( $x$ ) da mola com massas diferentes.

Calcular constante elástica ( $k$ ) via Lei de Hooke:  $F = k.x$ .

Determinar  $E_{p\_teórica}$ :  $E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$ .

Tabela de dados:

Tipo	Grandeza	Valor	Potência Calculada
Mecânica	m=70kg, h=3m, t=5s	P=70?9,8?35?411,6?W	
Elétrica	V=12V, I=0,5A	P=12?0,5=6?	

### 5.4.3 Fase 3: Processamento Cognitivo

1. Gráfico comparativo: Potência humana vs. elétrica.
2. Discussão crítica:
 

"Por que uma lâmpada de 6W ilumina menos que um humano de 400W?"

"Qual a relação entre potência e eficiência energética?"
3. Mapa conceitual revisado (em grupos).

#### *Avaliação significativa e instrumentos*

1. Relatório estruturado:
 

Seção 1: Dados experimentais (nível factual).

Seção 2: Análise % diferença teoria-prática (nível conceitual).

Seção 3: Proposta para reduzir potência dissipada em casa (nível aplicado).
2. Problema aberto:
 

"Um motor de 2HP (1HP  $\approx$  746W) funciona por 3h. Qual seu consumo em kWh?"
3. Autoavaliação metacognitiva:
 

"Como o conceito de potência se relaciona com outros que já conheço?"

#### *Fechamento integrador*

Tabela 1– Comparação de dados da potência, tempo e energia

Situação	Potência (W)	Tempo (s)	Energia (J)
Subir escadas	400	10	4000
Lâmpada LED	10	400	4000

Fonte: Elaboração própria.

### *Conclusão*

"Potência determina a velocidade da transformação energética!"

### *Interdisciplinaridade*

Biologia: Potência muscular vs. metabolismo.

Matemática: Análise dimensional de  $P = \frac{\tau}{t}$

### *Avaliação Continuada*

Mural digital com: Fotos dos experimentos; Gráficos comparativos; e Dicas de eficiência energética.

Esta aula implementa os pilares de Ausubel através de:

1. **Subsunçores** ativados por situações cotidianas;
2. **Diferenciação progressiva** entre potência, trabalho e energia;
3. **Reconciliação integrativa** com sistemas biológicos e tecnológicos;
4. **Organizadores antecipadores** concretos (kits experimentais) e digitais (simuladores).

## 6 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL E ELÁSTICA

Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

### 6.1 Contextualização

#### *Conceitos Iniciais*

Energia mecânica (conhecimento prévio).

Força gravitacional e Lei de Hooke (subsunçores).

#### *Prévia da aula*

Demonstração com objetos cotidianos: queda de uma bola (gravitacional); estiramento de um elástico (elástica).

#### *Questão disparadora*

"Por que uma mola esticada pode lançar um objeto, e uma pedra no alto de um prédio pode causar dano ao cair?"

### 6.2 Objetivos de aprendizagem

<b>Dimensão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Relação com Ausubel</b>
Conceitual	Diferenciar energia potencial gravitacional ( $E_{pg}$ ) da elástica ( $E_{pe}$ )	Diferenciação progressiva
Procedimental	Calcular $E_{pg}$ e $E_{pe}$ experimentalmente e comparar com valores teóricos	Organizador antecipador
Atitudinal	Discutir a importância dessas energias em sistemas reais (ex.: usinas hidrelétricas, amortecedores)	Aprendizagem significativa

### 6.3 Materiais (Organizadores Concretos)

Kit gravitacional – Régua vertical, massas aferidas (50g, 100g), sensor de altura (ou trena).

Kit elástico – Molas com diferentes constantes elásticas ( $k$ ), suporte, régua horizontal.

## 6.4 Procedimento experimental:

### 6.4.1 Fase 1: Diagnóstico Conceitual

1. Atividade "Desenhe sua compreensão":

"Represente graficamente como um trampolim (elástico) e um pula-pula (gravitacional) armazenam energia."

2. Mapa conceitual inicial (em duplas) sobre formas de energia potencial.

### 6.4.2 Fase 2: Experimentação

#### *Grupo A (Energia Potencial Gravitacional - $E_p$ )*

Medir altura inicial ( $h$ ) da massa em relação ao chão.

Soltar a massa e medir velocidade ( $v$ ) ao tocar o solo.

Calcular:

Trabalho

$$E_{p\_teórica}: E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$\text{Energia cinética final } (E_c): E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Comparar  $E_p$  e  $E_c$  (Teorema da Conservação).

#### *Grupo B (Energia Potencial Elástica - $E_{pe}$ )*

Medir deformação ( $x$ ) da mola com massas diferentes.

Calcular constante elástica ( $k$ ) via Lei de Hooke:  $F = k \cdot x$ .

$$\text{Determinar } E_{p\_teórica}: E_{pe} = \frac{kx^2}{2}.$$

Tabela 2 – Comparação de dados de grandezas físicas

<b>Tipo</b>	<b>Grandeza</b>	<b>Valor Medido</b>	<b>Cálculo Teórico</b>
Gravitacional	m=0,1kg; h=1m; v=4,4m/s	$E_{pg} = 0,1 \times 9,8 \times 1 \approx 0,98\text{J}$	$E_c = \frac{1}{2} \times 0,1 \times (4,4)^2 \approx 0,97\text{J}$
Elétrica	k=10N/m; x=0,2m	$E_{pe} = \frac{1}{2} \times 10 \times (0,2)^2 = 0,2\text{J}$	$F = 10 \times 0,2 = 2\text{N}$

Fonte: Elaboração própria.

### 6.4.3 Fase 3: Processamento Cognitivo

1. Gráficos comparativos:  $E_p \times$  altura ( $h$ ) e  $E_{pe} \times$  deformação ( $x$ )

2. Discussão crítica:

"Por que a energia potencial gravitacional depende da altura, mas a elástica depende do quadrado da deformação?"

3. Mapa conceitual revisado (com exemplos cotidianos).

#### *Avaliação significativa e instrumentos*

1. Relatório em 3 níveis:

Nível 1: Dados experimentais (tabelas).

Nível 2: Análise % diferença entre valores teóricos e experimentais.

Nível 3: Proposta de um brinquedo que use ambas as energias (ex.: catapulta caseira).

2. Problema contextualizado:

"Um pêndulo balístico (com mola e massa) é disparado. Em quais pontos  $E_p$  e  $E_{pe}$  são máximas?"

## 3. Autoavaliação metacognitiva:

"Que conceitos prévios me ajudaram a entender essas energias potenciais?"

*Fechamento integrador*

Tabela 3 – Fórmula matemática para o cálculo da energia potencial

<b>Energia</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Dependência</b>	<b>Exemplo Cotidiano</b>
Potencial Gravitacional	$E_p = m \cdot g \cdot h$	Altura ( $h$ )	Água em uma barragem
Potencial Elástica	$E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$	Deformação <sup>2</sup> ( $x^2$ )	Amortecedor de carro

Fonte: Elaboração própria.

*Conexão Interdisciplinar*

Geografia: Energia potencial em usinas hidrelétricas ( $E_{pe}$ ).

Biologia: Energia elástica em tendões humanos ( $E_{pe}$ ).

*Adaptações inclusivas*

Altas Habilidades: Explorar sistemas com ambas as energias (ex.: sistema massa-mola vertical).

" $E_p$  como 'poupança' de altura".

" $E_{pe}$  como 'cartão de crédito' que depende do quadrado do estiramento".

Avaliação Continuada: Portfólio digital com:

Fotos dos experimentos;

Vídeos explicativos criados pelos alunos;

Análises comparativas;

Esta aula aplica os princípios de Ausubel através de: **Subsunçores** ativados por demonstrações cotidianas; **Diferenciação progressiva** entre  $E_p$  e  $E_{pe}$ ; **Reconciliação**

**integrativa** com sistemas reais; e **Organizadores antecipadores** (kits experimentais + tecnologia).

## 7 ENERGIA CINÉTICA

Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### 7.1.1 Contextualização (Subsunções)

#### *Conceito Inicial*

Movimento e força (conhecimentos prévios).

#### *Prévia da aula*

Vídeo de 1 minuto mostrando:

Bola rolando ladeira abaixo;

Freio de carro sendo acionado;

Arremesso de basquete.

#### *Reflexão*

"Por que um caminhão a 60km/h é mais perigoso que uma bicicleta na mesma velocidade?"

### 7.1.2 Objetivos de aprendizagem

<b>Dimensão</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Relação com Ausubel</b>
Conceitual	Diferenciar energia cinética ( $E_c$ ) de outras formas de energia	Diferenciação progressiva
Procedimental	Calcular $E_c$ experimentalmente e relacionar com massa e velocidade	Organizador antecipador
Atitudinal	Discutir implicações da $E_c$ em acidentes de trânsito	Aprendizagem significativa

## 7.2 Materiais (organizadores concretos)

- Kit experimental;
- Carrinhos com massas variáveis (100g, 200g, 500g);
- Rampa ajustável;
- Sensores de passagem ou trena + cronômetro.

## 7.3 Procedimento experimental

### 7.3.1 Fase 1: Diagnóstico Conceitual

1. Atividade "Pense-Pare-Compartilhe":

"Se dobrarmos a velocidade de um carro, o que acontece com sua energia de movimento?"

2. Mapa conceitual inicial sobre formas de energia (individual).

### 7.3.2 Fase 2: Experimentação

#### *Grupo A (Variação de Massa)*

Manter altura da rampa constante;

Variar massas ( $m$ ) e medir velocidade ( $v$ ) na base;

Calcular  $E_c = \frac{mv^2}{2}$

#### *Grupo B (Variação de Velocidade)*

Manter massa constante;

Variar altura da rampa (alterando  $v$ );

Verificar relação  $E_c \propto v^2$ .

Tabela 4 – Dados de velocidade, energia cinética e altura

m (kg)	v (m/s)	$E_c$ (J)	Altura (m)
--------	---------	-----------	------------

0,1	1,5	0,11	0,2
0,2	1,5	0,23	0,2
0,1	2,1	0,22	0,4

Fonte: Elaboração própria.

### 7.3.3 Fase 3: Processamento

1. Gráficos:  $E_c \times m$  (velocidade constante) e  $E_c \times v^2$  (massa constante).
2. Discussão:  
"Por que  $E_c$  depende do quadrado da velocidade?"
3. Mapa conceitual revisado

#### *Avaliação significativa e instrumentos*

1. Relatório em 3 níveis:  
Dados brutos;  
Análise matemática;  
Aplicação em segurança veicular.
2. Problema Aberto:  
"Um carro a 50 km/h tem  $E_c = x$ . Se a velocidade dobrar, a energia será:"  
a) 2X  
b) 3X  
c) 4X
3. Autoavaliação:  
"Como este experimento mudou minha compreensão sobre movimento?"

#### *Fechamento integrador*

Aplicações Reais:

- Projeto de estradas (curvas inclinadas).

- Airbags (dissipação de  $E_c$ ).

*Avaliação: Portfólio experimentais + análise crítica*

Obs.: Esta aula implementa os princípios ausubelianos através de: Ativação de subsunçores cotidianos; Diferenciação progressiva entre  $E_c$  e outras energias; Organizadores concretos (experimentos) e abstratos (gráficos); Reconciliação integrativa com problemas sociais.

## 8 CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA

Baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

### 8.1 Ancoragem conceitual

#### Prévio da aula:

- Demonstração com pêndulo caseiro (garrafa pet com areia pendurada)

#### Desafio:

"Por que o pêndulo nunca volta mais alto que seu ponto inicial?"

#### Subsunçores Ativando:

Energia cinética (aula anterior);

Energia potencial gravitacional;

Conceito intuitivo de "transformação" (ex.: balanço de parque).

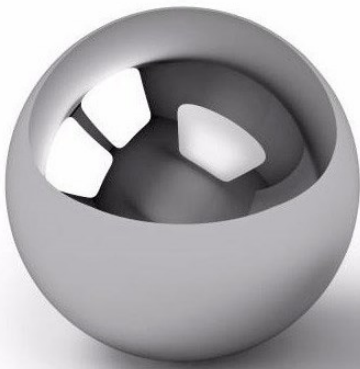
### 8.2 Objetivos de aprendizagem:

Dimensão	Objetivo	Relação com Ausubel
Dimensão	Objetivo	Relação com Ausubel
Conceitual	Compreender o princípio da conservação como transformação entre $E_p$ e $E_c$	Diferenciação progressiva
Procedimental	Medir e comparar energias em diferentes pontos de trajetória	Organizador antecipador

### 8.3 Materiais (organizadores concretos)

- Kit experimental:
- Pêndulo com régua vertical marcada;
- Esfera metálica (50g) com fio inextensível;
- Sensor de passagem (ou cronômetro digital).

Figura 17 – Ilustração de objetos sugeridos para aplicar os experimentos.



Fonte: Elaboração própria.

## 8.4 Procedimento experimental

### 8.4.1 Fase 1: Diagnóstico

Atividade "Predição e Realidade":

1. Alunos preveem: "Se soltarmos uma bola de 1m de altura, até que altura ela voltará?"

2. Teste prático com diferentes superfícies (madeira lisa, espuma)

### 8.4.2 Fase 2: Experimentação

*Montagem*

1. Prender o pêndulo a 30° da vertical.
2. Marcar três pontos: A (maior altura - máximo  $E_p$ ); B (ponto mais baixo - máximo  $E_c$ ).

*Coleta de dados*

Ponto	h (m)	v (m/s)	$E_p$ (J)	$E_c$ (J)	$E_m$ (J)
A	0,15	0	0,074	0	0,074
B	0	1,72	0	0,074	0,074

Cálculos:

- $E_p = m \cdot g \cdot h$  ( $g = 9,8\text{m/s}^2$ )
- $E_c = \frac{mv^2}{2}$
- $E_m = E_p + E_c$

### 8.4.3 Fase 3: Análise

1. Gráfico Energia × Posição

2. Discussão crítica:

"Por que  $E_m$  não é exatamente constante no experimento real?"

"Como isso se relaciona com sistemas ideais vs. reais?"

*Avaliação significativa*

1. Mapa Conceitual Evolutivo:

Comparar versão inicial (pré-aula) com versão final

2. Reflexão:

Seção 1: Dados experimentais;

Seção 2: Análise de perdas (atrito, resistência do ar);

Seção 3: Aplicação em usinas hidrelétricas.

*Fechamento integrador*

Quadro 3 – Sistema ideal, sistema real e a perda energética

Sistema Ideal	Sistema Real	Perda Energética
$E_m$ constante	$E_m$ decrescente	Transformada em calor

Fonte: Elaboração própria.

*Interdisciplinaridade*

- Biologia: Metabolismo humano como sistema de transformação energética.
- Geografia: Ciclo da água como analogia à conservação.
- Duração: 2 aulas de 50min

*Avaliação: Portfólio experimentais + propostas de otimização energética.*

Esta aula concretiza os princípios de Ausubel através de: **Subsunçores** ativados por experiências cotidianas; **Diferenciação progressiva** entre sistemas ideais e reais; **Reconciliação integrativa** com questões ambientais; **Organizadores** concretos (pêndulo) e virtuais (simulador).

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente produto educacional teve como propósito central desenvolver um guia didático composto por práticas experimentais simples, acessíveis e alinhadas aos conteúdos de Física contemplados no processo seletivo do Instituto Federal do Ceará (IFCE). A elaboração do guia buscou atender a uma necessidade concreta observada no contexto escolar: a carência de recursos experimentais de baixo custo que possibilitem ao professor integrar demonstrações práticas ao ensino de conceitos fundamentais da Física. Assim, o material produzido pretende contribuir para a ressignificação das aulas preparatórias, aproximando os estudantes dos fenômenos físicos de forma mais dinâmica, contextualizada e significativa.

Ao longo do desenvolvimento deste material, partiu-se do pressuposto de que as práticas experimentais cumprem um papel essencial na promoção da aprendizagem significativa, conforme defendido pela teoria ausubeliana. Desse modo, cada experimento foi estruturado com base em três etapas: *i*) ativação de conhecimentos prévios; *ii*) experimentação; *iii*) e processamento cognitivo, de modo a favorecer a ancoragem de novos conceitos nos subsunçores já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Tal abordagem permite que o docente utilize o guia não apenas como um roteiro de atividades, mas como uma ferramenta pedagógica que estimula a reflexão, o questionamento, a análise e a construção ativa do conhecimento.

Os resultados obtidos ao longo da elaboração e organização dos experimentos evidenciam que é possível, mesmo em contextos escolares com limitações materiais, propor atividades experimentais viáveis, seguras e capazes de promover engajamento dos estudantes. A utilização de materiais simples e de fácil acesso favorece a implementação em diferentes escolas, reduzindo barreiras logísticas frequentemente mencionadas pelos professores como impeditivas à realização de experimentações.

Além disso, o guia didático demonstra que o ensino de Física pode ser fortalecido quando teoria e prática são articuladas de forma integrada. Ao propor experimentos que abordam temas como cinemática, dinâmica, conservação de energia e trabalho mecânico, o material oferece ao professor oportunidades de explorar conceitos tradicionalmente considerados abstratos por meio de fenômenos concretos e cotidianos. Essa aproximação tende a ampliar o interesse dos estudantes, melhorar sua compreensão conceitual e favorecer aprendizagens mais duradouras.

Não obstante, reconhece-se que o produto educacional apresenta limitações. Primeiramente, embora o guia tenha sido estruturado para apoiar as aulas preparatórias para o IFCE, sua efetividade depende diretamente da mediação do professor e de sua capacidade de integrar as propostas ao planejamento curricular. Além disso, o guia não substitui laboratórios estruturados nem se propõe a contemplar todos os conteúdos de Física, o que reforça a importância de que seja utilizado como complemento, e não como único recurso didático.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, A. **Super carrinho movido a balão**. [S. l], 2016. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=4h3zKX6AvrI>. Acesso em: 20 nov. 2025.

ATIVIDADE de matemática sobre unidades de medidas - 2º e 3º ano - com gabarito. *In*: TUDO SALA DE AULA. [S. l], 2025. Disponível em: <https://www.tudosaladeaula.com/2022/04/atividade-de-matematica-sobre-unidades-de-medidas-2o-e-3o-ano-com-gabarito/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CARMO, S. C. **Leis de Newton 2ª Lei de Newton**. [S. l], 2021. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=eWvwehueIuw>. Acesso em: 20 nov. 2025.

COMPLETO e vazio carrinhos de compras de supermercado loja. *In*: ISTOCK. [S. l], 2025. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/completo-e-vazio-carrinhos-de-compras-de-supermercado-loja-gm118938236-12034533>. Acesso em: 20 nov. 2025.

FARIAS, B. N. M. **Manual de demonstrações experimentais simples para aulas de Física**. Mossoró: UFERSA, 2019. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2020/04/MANUAL-DE-DEMONSTRAÇÕES-DE-DEMONSTRAÇÕES-SIMPLES-PARA-AULAS-DE-FÍSICA.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2025.

HELERBROCK, R. **Tração**. [S. l], 2023. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/tracao.htm>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MELO, P. R. **Leis de Newton**. [S. l], 2024. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/leis-newton.htm>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PRIMEIRA Lei de Newton. *In*: MUNDO EDUCAÇÃO. [S. l], 2025. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SOARES, M. P. **As leis de Newton um breve resumo sobre as leis que mudaram o mundo da mecânica**. [S. l], 2025. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/as-leis-de-newton-um-breve-resumo-sobre-as-leis-que-mudaram-o-mundo-da-mecnica/267293969>. Acesso em: 20 nov. 2025.

UNESP. **O desafio da corda**. [S. l], 2025. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec17.htm>. Acesso em: 20 nov. 2025.

UNIDADES de Medida. *In*: CINEMÁTICA HOJE. [S. l], 2019. Disponível em: <https://hojecinematica.blogspot.com/2019/04/unidades-de-medida.html>. Acesso em: 20 nov. 2025.