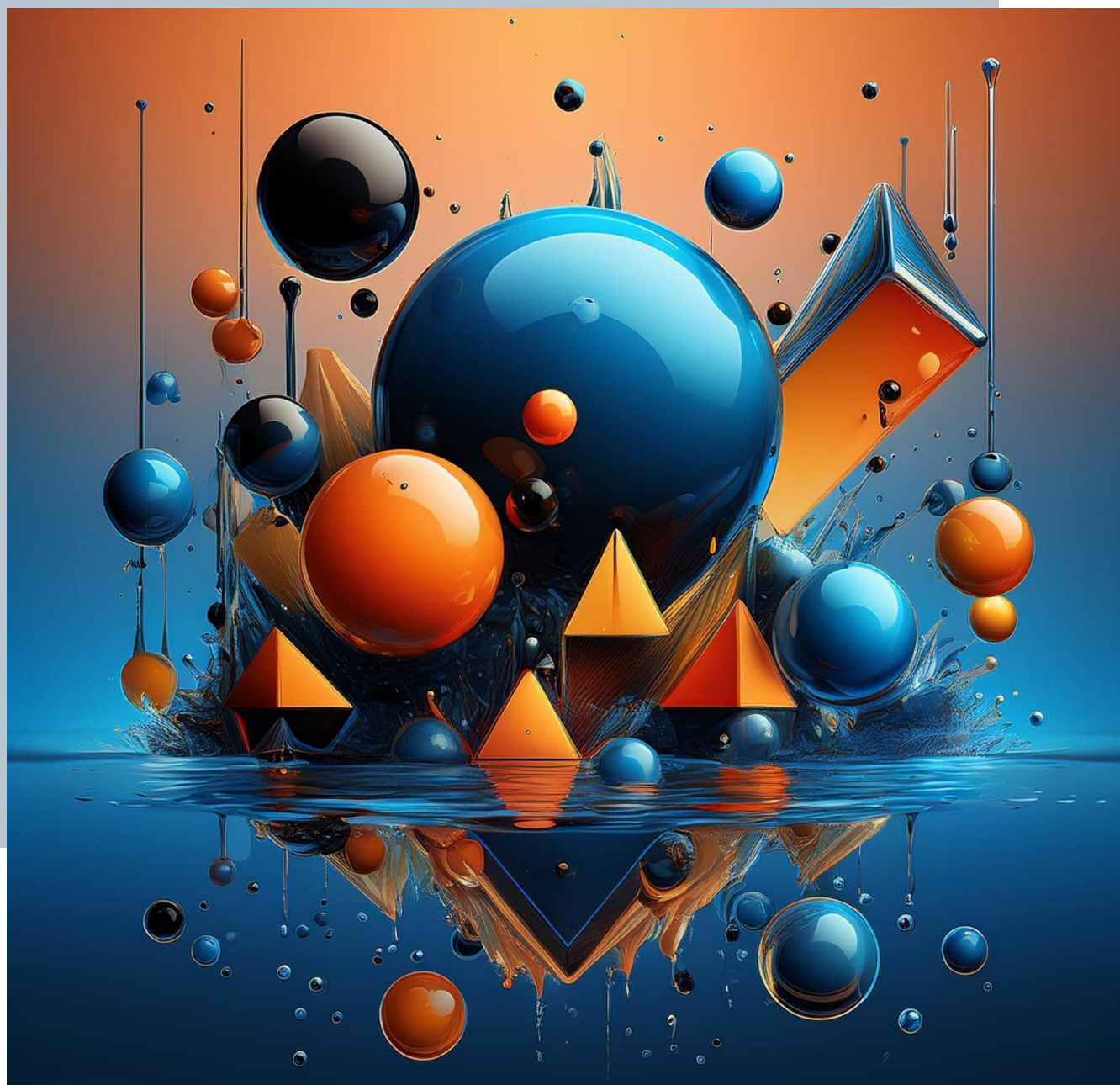


PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE
TERMINAL UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER



Autores:

Jônatas Ferro Cavalcante
Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva



Maceió – AL, 2025



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Jônatas Ferro Cavalcante

PRODUTO EDUCACIONAL

**Sequência didática para a determinação da velocidade
terminal utilizando o software Tracker.**

Maceió – AL, 2025

Jônatas Ferro Cavalcante

Sequência didática para a determinação da velocidade terminal utilizando o software Tracker.

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: *Determinação da velocidade terminal utilizando o software Tracker: Sequência didática para o ensino médio*, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 36 – UFAL, Maceió - AL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva

Maceió - AL
2025

Agradecimentos

Agradeço à minha esposa, Wigna, e aos meus dois filhos, Jordana e Pedro, por todo o amor com que sou recebido ao entrar e sair de casa.

Agradeço ao meu colega de profissão, Prof. Dr. Elielson Magalhães Lima, por ter contribuído na construção dos objetos em 3D e a minha amiga Cryslene Ferreira dos Santos, que contribuiu com o uso do canva na elaboração dos roteiros.

Sou grato ao professor Wagner, por sua constante disponibilidade e apoio ao longo deste trabalho.

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

Sumário

1. Apresentação do produto educacional.....	5
2. Fundamentação teórica	6
2.1 Força de Arrasto.....	6
2.2 Velocidade Terminal.....	7
3. Descrição da sequência didática	9
4. Roteiro experimental.....	13
5. Roteiro para uso do Tracker	15
6. Questionário – Antes do experimento	24
7. Questionário – Após o experimento	27
8. Considerações finais.....	30
Referências	31



1. Apresentação do produto educacional

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) com o intuito de contribuir para o aperfeiçoamento do ensino de conceitos fundamentais da mecânica, em especial a força de arrasto e a velocidade terminal, que, apesar de sua relevância no cotidiano e na ciência, ainda são pouco explorados nas salas de aula do Ensino Médio. A proposta central foi a elaboração e aplicação de uma sequência didática investigativa, apoiada no uso do software Tracker e em experimentos práticos com objetos em queda em meios líquidos, de forma a integrar teoria e prática de maneira significativa para os estudantes.

A dinâmica em meios resistivos pode nos conduzir a problemas fascinantes, como é o caso do movimento de um objeto em queda dentro de um recipiente com líquido. Quando o aluno observa que, em determinado instante, não há mais aceleração e o corpo passa a cair com velocidade constante, surgem diversas possibilidades de análise, como compreender que o formato, a densidade do líquido e a área transversal do objeto influenciam diretamente na velocidade terminal.

O problema sugerido neste produto educacional consiste em abandonar diferentes objetos dentro de uma proveta contendo líquido e observar a relação entre a velocidade terminal, a densidade do fluido e os parâmetros físicos dos corpos. O experimento proposto é de fácil aplicação e foi pensado para ser desenvolvido ao longo de seis aulas. Embora esse seja um tema relacionado à hidrodinâmica, a abordagem de problemas envolvendo velocidade terminal ainda é pouco comum no Ensino Médio. Para isso, propomos a utilização do software Tracker, que é um software gratuito e de fácil manuseio, que funciona por meio da leitura dos quadros (frames) de um vídeo gravado pelos próprios alunos.

Este material é destinado a professores, formadores e pesquisadores interessados em metodologias inovadoras para o ensino de Física, servindo também como referência prática e teórica para a implementação de atividades didáticas significativas.

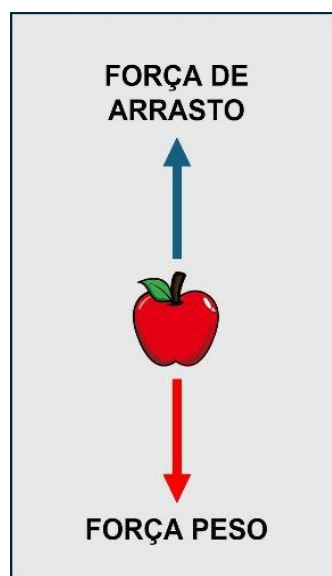
2. Fundamentação teórica

Na queda de corpos em fluidos, a variação da velocidade está inicialmente relacionada à aceleração da gravidade. No entanto, há uma força de reação à queda — a força de arrasto — que está associada à viscosidade do fluido e depende diretamente da velocidade instantânea do objeto: quanto maior a velocidade, maior será essa força resistiva. À medida que a velocidade do corpo aumenta com o tempo, chega-se a um ponto em que a força de arrasto iguala em módulo a força peso, que é a responsável pela aceleração inicial do corpo. A partir desse instante, as forças que atuam sobre o objeto se equilibram, não havendo mais aceleração, e o corpo passa a se mover com velocidade constante. Essa velocidade constante é denominada velocidade terminal.

2.1 Força de Arrasto

A força de arrasto é a resistência ao movimento de um corpo devido a um fluido. Um corpo em queda, terá uma força de arrasto na mesma direção da força peso, porém no sentido contrário, como ilustrado na Figura 2.1

Figura 2.1: Diagrama de forças de um corpo num movimento vertical dentro de um fluido.



Fonte: Autor, 2025.

A intensidade da força de arrasto pode ser expressa como uma função que depende de diversos parâmetros, como a velocidade do corpo, a densidade do fluido, o coeficiente de arrasto e a área de seção transversal do corpo em movimento. No caso do regime laminar (baixas velocidades), essa relação é descrita pela seguinte equação:

$$F_a = bv. \quad (2.1)$$

Na qual, F_a é o módulo da força de arrasto, b é coeficiente de arrasto que engloba os parâmetros mencionados e v é a velocidade do corpo. O sinal negativo na Equação (4.6) indica justamente que a força de arrasto atua em sentido oposto ao movimento do corpo.

Já quando um corpo cai em alta velocidade dentro de um líquido com baixa viscosidade (regime de turbulência), a resistência imposta por esse líquido é proporcional ao quadrado da velocidade do corpo. Neste caso, o módulo desta força é dado por:

$$F_a = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2. \quad (2.2)$$

Na qual, C_d é o coeficiente de arrasto, que depende da forma do objeto, ρ é a densidade do fluido no qual o corpo se desloca, A é a área transversal do objeto em relação ao movimento e v é a velocidade instantânea do corpo. Como dito anteriormente, a força de arrasto possui direção coincidente com a velocidade do corpo, porém com sentido oposto, atuando como uma força dissipativa que resiste ao movimento. Vemos, assim, que, à medida que o corpo acelera durante a queda em um fluido, a magnitude da força de arrasto aumenta proporcionalmente ao quadrado da velocidade, nos casos em que o objeto se desloca em alta velocidade em meios fluidos.

2.2 Velocidade Terminal

De acordo com a Equação (2.1) e (2.2), podemos observar que quanto maior a velocidade, maior será a resistência do fluido sobre o objeto, de modo que em um certo momento haverá um equilíbrio com a força peso, assim o

mesmo não estará mais acelerando e a partir desse momento a velocidade de queda se torna constante, a essa velocidade damos nome de velocidade terminal ou velocidade limite. Portanto, no equilíbrio, temos:

$$P = F_a. \quad (2.3)$$

Assim, no caso de regimes turbulentos em que a força de arrasto é dada pela Equação (2.2), teremos que a velocidade terminal, usando que $P = mg$, será dada por:

$$v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{c \cdot \rho \cdot A}}. \quad (2.4)$$

A partir da Equação (2.4), observamos que a velocidade terminal está diretamente relacionada à aerodinâmica do objeto. Carros de Fórmula 1, aviões, paraquedas, foguetes de garrafa PET, entre outros exemplos do cotidiano, são corpos que, durante o movimento, sofrem os efeitos da viscosidade do fluido. Como consequência, atingem uma velocidade máxima, denominada velocidade terminal.

3. Descrição da sequência didática

Este produto educacional foi planejado para ser aplicado de maneira simples e prática, permitindo que os alunos visualizem o movimento de um corpo em queda sofrendo a resistência de um líquido. A sequência didática foi pensada para ser aplicada em seis aulas. Como a atividade requer o uso de computadores, é importante que os alunos instalem previamente o software, disponível no seguinte link: https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page_id=24.

A sequência didática proposta neste trabalho está estruturada em duas partes principais: um **roteiro experimental** e um **roteiro para uso do software Tracker**. Ambos os roteiros foram elaborados com o objetivo de guiar os alunos na realização do experimento de forma autônoma e investigativa, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa sobre os conceitos de força de arrasto e velocidade terminal.

Na primeira parte da sequência didática os alunos deverão confeccionar objetos com massa de biscoito, com o objetivo de atingir a maior velocidade terminal possível.

No **roteiro experimental**, os alunos deverão:

- Utilizar também objetos previamente produzidos com impressora 3D (esfera, cubo e cilindro), todos com aproximadamente o mesmo volume e massa;
- Lançar esses objetos em recipientes contendo três líquidos diferentes: água, óleo e álcool;
- Registrar os movimentos com vídeos gravados por dispositivos móveis, garantindo boa iluminação e estabilidade da câmera;
- Observar e anotar os tempos de queda e as diferenças de comportamento dos objetos nos diferentes líquidos.

No **roteiro para uso do Tracker**, os alunos deverão:

- Importar os vídeos gravados para o software Tracker;
- Calibrar o sistema de referência e definir a escala utilizando um objeto de medida conhecido (ex: régua);

- Marcar quadro a quadro a posição dos objetos em queda;
- Gerar gráficos de velocidade em função do tempo;
- Identificar, a partir do gráfico, o trecho em que a velocidade se estabiliza e determinar, assim, a velocidade terminal de cada objeto em cada fluido;
- Registrar os valores obtidos em uma tabela comparativa e responder a perguntas reflexivas sobre os fatores que influenciam a velocidade terminal.

Essa estrutura permite aos alunos integrar teoria e prática, promovendo a construção do conhecimento a partir da observação e da análise de dados experimentais reais. Nos quadros a seguir iremos detalhar as etapas desta sequência didática.

Quadro 3.1: Primeira aula da sequência didática.

AULA 1
Disciplina: Física
Duração: 1h / aula (50 min)
Conteúdo: Força de arrasto.
Objetivo da aula: Identificar os conhecimentos prévios do aluno relacionados a força de arrasto.
Recursos Utilizados: Massa de biscoito para produção do objeto e questionário individual impresso em folha de papel.
Metodologia: A turma será dividida em grupos, sendo sugerido que cada grupo seja composto por seis alunos. Cada grupo deverá confeccionar um objeto que, segundo suas hipóteses, seja capaz de atingir a maior velocidade terminal possível. Além disso, cada aluno responderá individualmente a um questionário, com o objetivo de avaliar seus conhecimentos prévios sobre o tema.
Descrição da Atividade: O professor deve acompanhar e observar a realização das atividades propostas.
Avaliação: O professor deverá observar a interação das equipes.

Quadro 3.2: Segunda aula da sequência didática.

AULA 2	
Disciplina:	Física
Duração:	1h / aula (50 min)
Conteúdo:	Densidade, pressão e empuxo.
Objetivo da aula:	Definir algumas grandezas presentes na hidrostática.
Recursos Utilizados:	Exposição do conteúdo no quadro.
Metodologia:	Exposição do conteúdo através de aula expositiva.
Descrição da Atividade:	O professor deverá apresentar esses conteúdos, de maneira simples e com exemplos práticos do cotidiano.
Avaliação:	O professor deverá questionar os alunos com respeito às grandezas definidas.

Quadro 3.3: Terceira aula da sequência didática.

AULA 3	
Disciplina:	Física
Duração:	1h / aula (50 min)
Conteúdo:	Força de arrasto e velocidade limite.
Objetivo da aula:	Definir algumas grandezas presentes no movimento de queda de um objeto dentro de um recipiente com líquido .
Recursos Utilizados:	Exposição do conteúdo no quadro.
Metodologia:	Exposição do conteúdo.
Descrição da Atividade:	O professor deverá apresentar esses conteúdos, de maneira simples e com exemplos práticos do cotidiano.
Avaliação:	O professor deverá questionar os alunos com respeito às grandezas definidas.

Quadro 3.4: Quarta aula da sequência didática.

AULA 4	
Disciplina:	Física
Duração:	1h / aula (50 min)
Conteúdo:	Força de arrasto e velocidade limite.
Objetivo da aula:	Gravar os vídeos para que no próximo encontro possam ser utilizados no software Tracker.
Recursos Utilizados:	Câmera do celular, proveta, objetos, líquidos e o roteiro de como será a realização do experimento.
Metodologia:	Gravar os vídeos de uma mesma posição.
Descrição da Atividade:	Gravar os vídeos, mantendo a câmera parada e em um local bem iluminado.
Avaliação:	Não haverá.

Quadro 3.5: Quinta aula da sequência didática.

AULA 5	
Disciplina:	Física
Duração:	1h / aula (50 min)
Conteúdo:	Força de arrasto e velocidade limite.
Objetivo da aula:	Encontrar as velocidades terminais dos objetos.
Recursos Utilizados:	Notebook com o software Tracker instalado e roteiro de uso.
Metodologia:	Em grupos de 6 pessoas os alunos deverão encontrar as velocidades dos objetos e responder ao questionário que está no final do roteiro.
Descrição da Atividade:	Os alunos deverão utilizar o software para encontrar as velocidades dos objetos que foram gravados na aula anterior.
Avaliação:	O professor deverá observar a interação das equipes e fazer considerações sobre os resultados encontrados.

Quadro 3.6: Sexta aula da sequência didática.

AULA 6	
Disciplina:	Física
Duração:	1h / aula (50 min)
Conteúdo:	Força de arrasto e velocidade terminal.
Objetivo da aula:	Identificar os conhecimentos pós aplicação do aluno relacionados a força de arrasto e velocidade terminal.
Recursos Utilizados:	Massa de biscuit para produção do objeto e questionário individual impresso em folha de papel A4.
Metodologia:	Em equipes de 6 pessoas os alunos deverão produzir um objeto que eles acreditem ter a maior velocidade terminal e individualmente, responderão a um questionário para verificação de conhecimentos pós aplicação da sequência didática.
Descrição da Atividade:	O professor deve acompanhar e observar a realização das atividades propostas.
Avaliação:	O professor deverá observar a interação das equipes.

Por fim, sugerimos que os roteiros sejam impressos em folhas com gramatura de 180 g e encadernados, a fim de garantir maior durabilidade e facilitar o manuseio pelos alunos durante a realização das atividades. No entanto, caso não seja possível, a impressão em folhas A4 comuns também é viável, desde que sejam organizadas de forma adequada para o uso em sala de aula. Nos próximos capítulos se encontram os roteiros que devem ser impressos.

4. Roteiro experimental

Força de Arrasto



Roteiro Experimental



1. CADA EQUIPE RECEBERÁ UM KIT

Cada kit é composto por uma esfera, um cilindro e um cubo



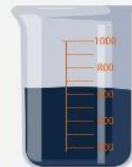
2. COM AUXÍLIO DA BALANÇA, VERIFIQUE A MASSA DE CADA OBJETO.

Massa da Esfera: _____
Massa do cilindro: _____
Massa do cubo: _____



4. COLOQUE O OBJETO DENTRO DA PROVETA

O volume de líquido deslocado, equivale ao volume do objeto.



3. COLOQUE 400ML DE ÁGUA NA PROVETA

A proveta nos ajudará a identificar o volume.



5. RETIRE O OBJETO DA PROVETA

Utilize a pinça para retirar o objeto.



6. REGISTRE OS VOLUMES APÓS INSERIR CADA OBJETO

Volume da Esfera: _____
Volume do cilindro: _____
Volume do cubo: _____



7. COLOQUE 500ML DE ÁGUA NA PROVETA

A proveta nos ajudará a identificar o movimento



8. POSICIONE UM CELULAR PARA FILMAGEM

É importante que o celular mantenha-se inerte.



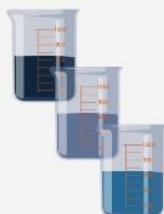
9. SOLTE CADA OBJETO NA PROVETA

Registre o movimento de um objeto por vez.



10. RETIRE O OBJETO DA PROVETA

Utilize a pinça para retirar o objeto.



11. REPITA OS PASSOS 7, 8 E 9 UTILIZANDO ÁLCOOL E ÓLEO

Registre o movimento de um objeto por vez.

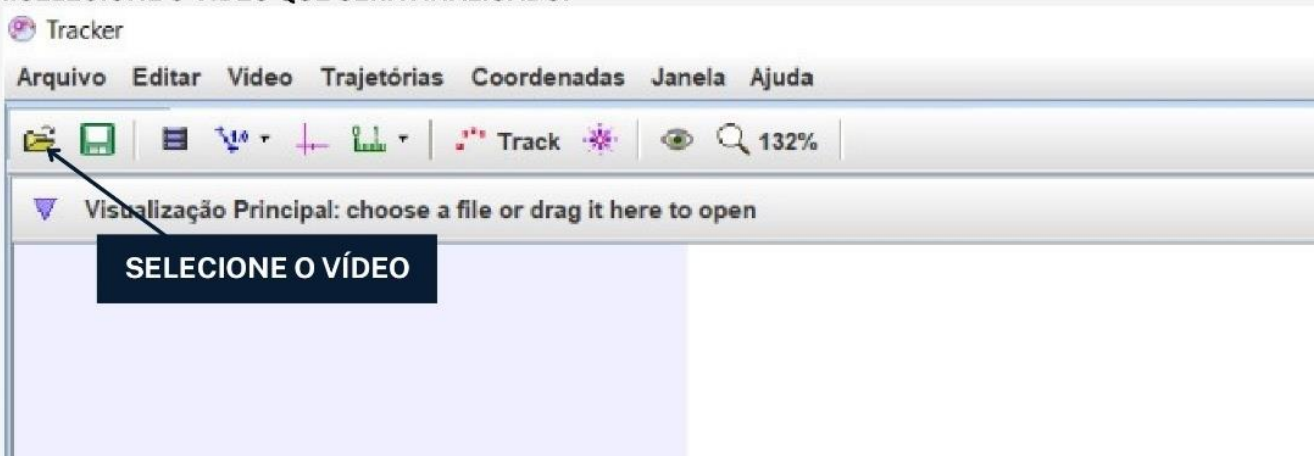
5. Roteiro para uso do Tracker

Utilizando o software Tracker

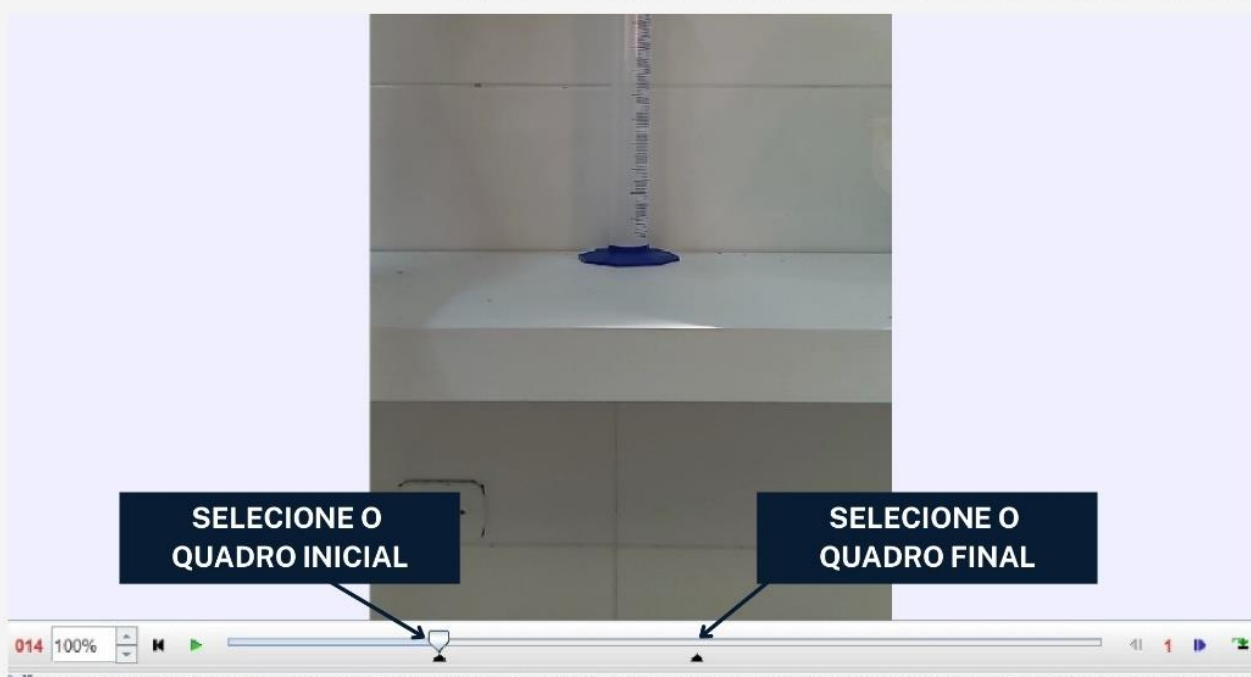


Orientações para uso

1. SELECIONE O VÍDEO QUE SERÁ ANALISADO.



2. POSICIONE O INÍCIO DO MOVIMENTO DA BOLINHA E SELECIONE COMO QUADRO INICIAL, DA MESMA FORMA SELECIONE COMO QUADRO FINAL O INSTANTE EM QUE A BOLINHA ATINGE O FUNDO DO RECIPIENTE.



Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

3. SELECIONE O EIXO DE COORDENADAS E ROTACIONE 90 GRAUS NO SENTIDO HORÁRIO. PARA QUE OS VALORES DA TABELA SEJAM SEMPRE POSITIVOS, POSICIONE UM DOS EIXOS SOBRE O CENTRO DA BOLINHA.

The screenshot shows the Tracker software interface. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Video', 'Trajetórias', 'Coordenadas', 'Janela', and 'Ajuda'. The toolbar contains icons for file operations, a coordinate system, a track tool, and a zoom tool (33%). The main window displays a video frame of a hand holding a blue ball. A coordinate system is overlaid on the video, with a vertical purple line and a horizontal purple line intersecting at the center of the ball. The status bar at the top of the video frame shows 'eixos' selected, 'Grid' unchecked, 'origin pixel position x 543,0 y 511,8', and 'ângulo a partir da horizontal -91,0°'. Two callout boxes with arrows point to the coordinate system: one pointing to the origin with the text 'CLIQUE AQUI PARA INSERIR O EIXO DE COORDENADAS' and another pointing to the vertical axis with the text 'POSICIONE NA ORIGEM DO SISTEMA DE COORDENADAS'. The video player controls at the bottom show '014', '100%', and playback buttons.



Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

4. SELECIONE O BASTÃO DE MEDIÇÃO E POSICIONE NOS PONTOS MAIS ALTOS E MAIS BAIXOS DA COLUNA DE ÁGUA. ALTERE O VALOR INDICADO AO LADO DO BASTÃO, COLOCANDO O VALOR MEDIDO NO EXPERIMENTO.

The screenshot displays the Tracker software interface. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Video', 'Trajetórias', 'Coordenadas', 'Janela', and 'Ajuda'. The toolbar contains icons for file operations, a 'Track' button, and a zoom level of 33%. A dropdown menu is open under the 'Bastão' icon, showing options: 'Bastão de Calibração A', 'Novo', 'Bastão de Medição', 'Pontos de Calibração', and 'Origem de Compensação'. The main window shows a video frame of a hand holding a vertical measuring rod against a wall. A blue vertical line with a '+' sign at the top and a '0,500 m' label indicates the measured height. The software interface also shows a 'Tela 0: Comprimento já em escala' field with '0,500 m' and 'ângulo da fita'.

CLIQUE AQUI PARA INSERIR O BASTÃO DE MEDIÇÃO

POSICIONE O BASTÃO E INSIRA A ALTURA EQUIVALENTE



Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

5. SELECIONE PONTO DE MASSA E POSICIONE A SETA DO MOUSE SOBRE O CENTRO DA BOLINHA. APORTE AO MESMO TEMPO AS TECLAS CTRL E SHIFT E CLIQUE COM O BOTÃO ESQUERDO EM CIMA DO CENTRO DA BOLINHA.

A screenshot of the Tracker software interface. The 'Trajetórias' menu is open, showing options like 'Novo', 'Clone', 'Vetor', 'Soma de Vetores', 'Perfil da Linha', 'Região RGB', 'Modelo Cinemático de Particula', 'Modelo de Particula Dinâmica', 'Data Track', 'Ferramentas de Medidas', and 'Ferramentas de Calibração'. A black box with white text 'CLIQUE AQUI PARA INSERIR O PONTO DE MASSA' has an arrow pointing to the 'Novo' option. The main window shows a video frame of a blue ball on a white surface with a blue vertical line and a crosshair at the top, indicating the point of mass insertion.

Arquivo Editar Video Trajetórias Coordenadas Janela Ajuda

Novo ▸ Ponto de Massa
Clone ▸ Centro de Massa
massa A m 1 massa A ▸ Vetor
Soma de Vetores
Perfil da Linha
Região RGB
Modelo Cinemático de Particula
Modelo de Particula Dinâmica ▸
Data Track ▸
Ferramentas de Medidas ▸
Ferramentas de Calibração ▸

CLIQUE AQUI PARA INSERIR O PONTO DE MASSA

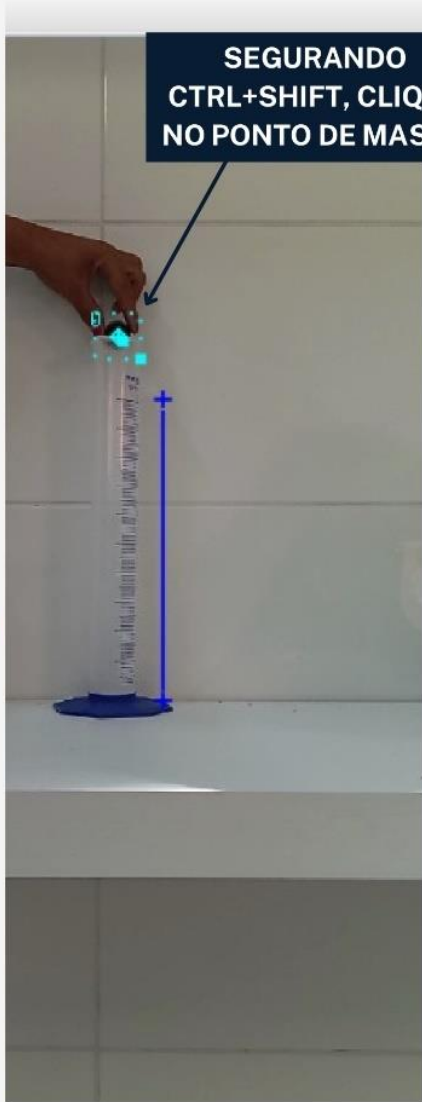


Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

6. SEGURANDO CTRL+SHIFT E CLIQUE NO PONTO DE MASSA. CLIQUE EM PESQUISAR E DEPOIS FECHAR.



Trajetória Automática: massa B posição

Pesquisar Step Back **Pesquisar Próximo**

Quadro 14: Modelo Correspondência

Modelo: Taxa de Evolução 20% Tether 5% Auto Marcação 4

Pesquisar: Coordenada X apenas Olhar à Frente Autoskip

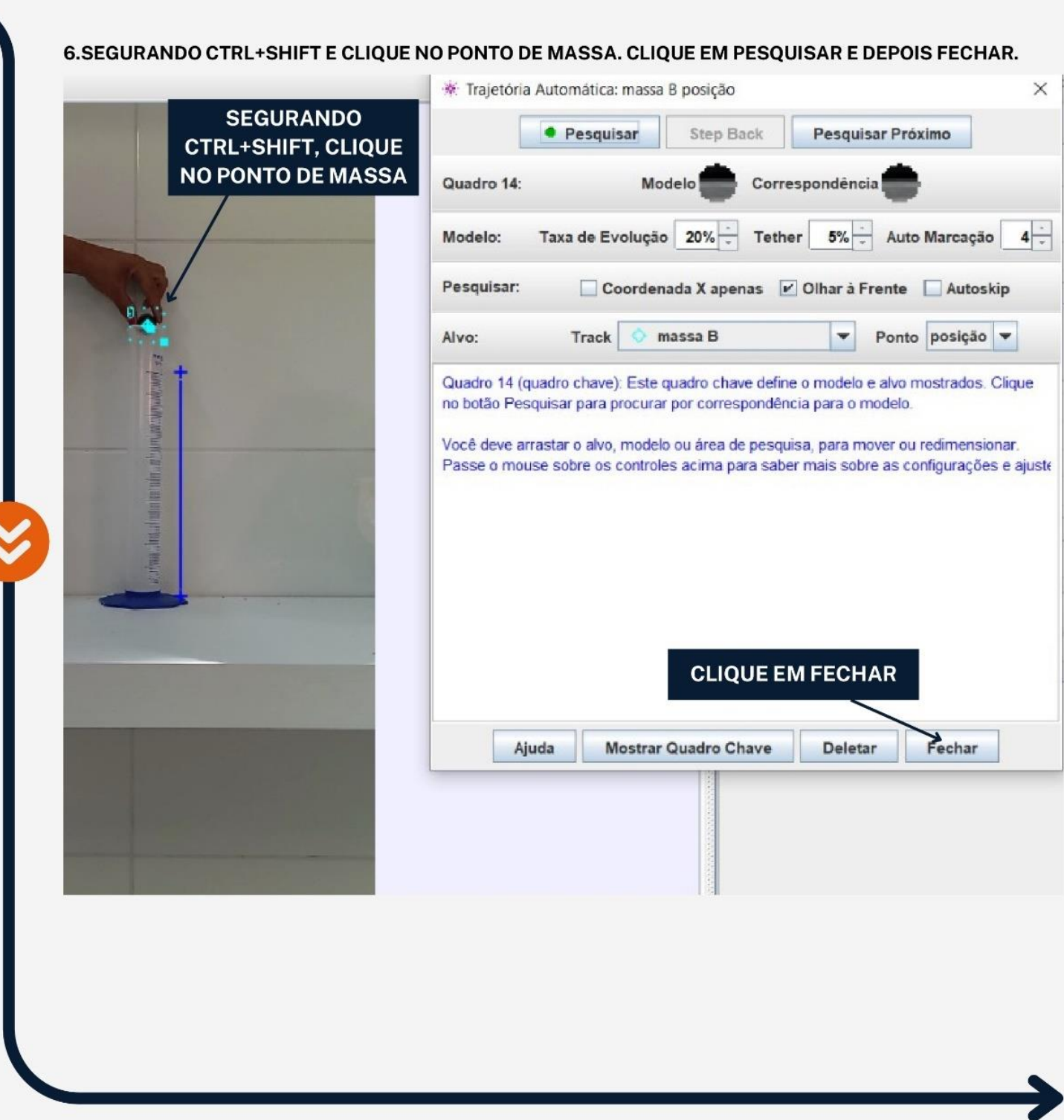
Alvo: Track massa B Ponto posição

Quadro 14 (quadro chave): Este quadro chave define o modelo e alvo mostrados. Clique no botão Pesquisar para procurar por correspondência para o modelo.

Você deve arrastar o alvo, modelo ou área de pesquisa, para mover ou redimensionar. Passe o mouse sobre os controles acima para saber mais sobre as configurações e ajuste

CLIQUE EM FECHAR

Ajuda Mostrar Quadro Chave Deletar **Fechar**

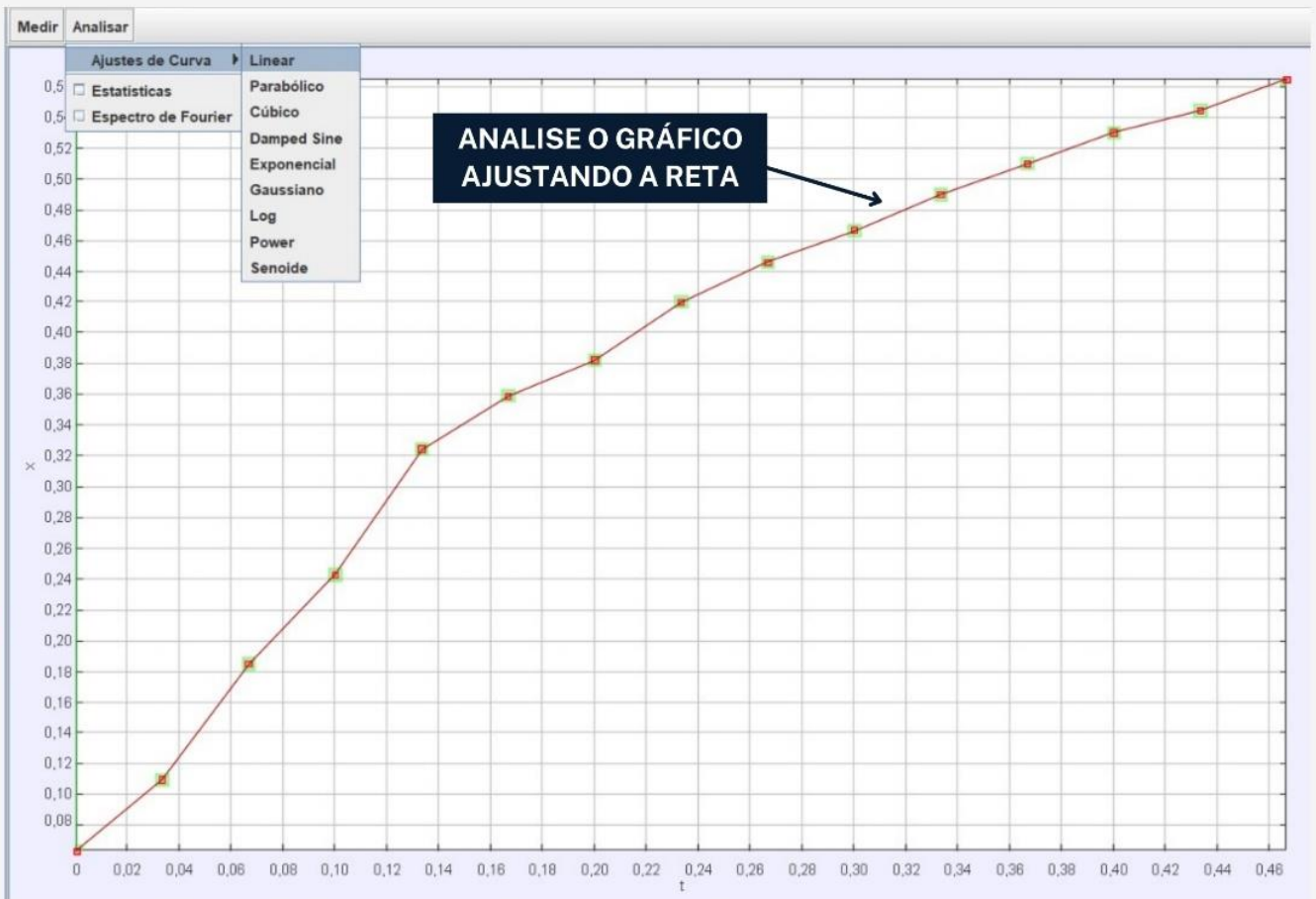


Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

7. CLIQUE DUAS VEZES SOBRE O PRIMEIRO GRÁFICO, PARA FAZERMOS AS ANÁLISES.

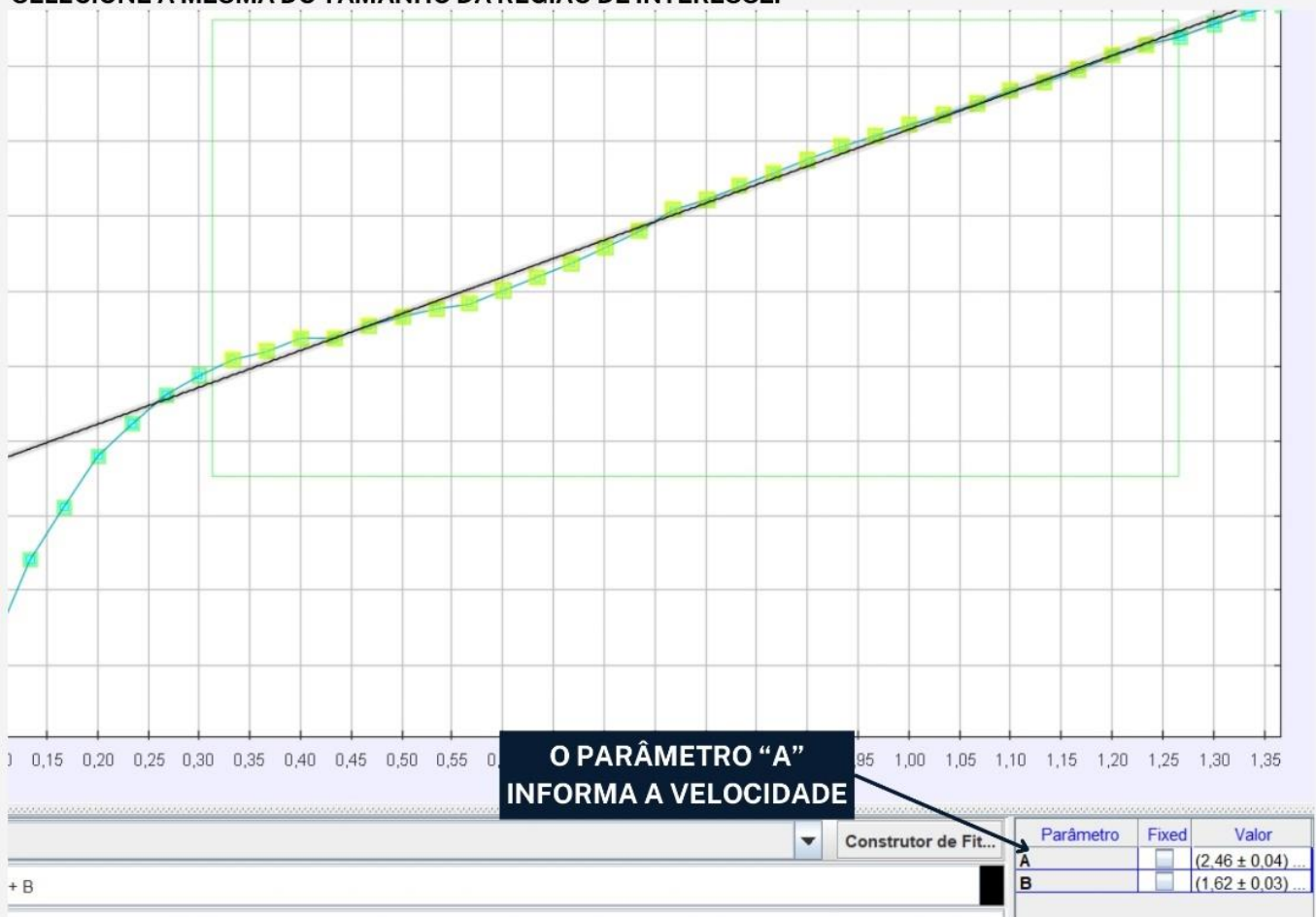


Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

8. AO CLICAR COM O BOTÃO DIREITO, APARECERÁ UMA REGIÃO RETANGULAR PONTILHADA, SELECIONE A MESMA DO TAMANHO DA REGIÃO DE INTERESSE.



NA IMAGEM ACIMA, POR EXEMPLO, O COMPORTAMENTO LINEAR SE INICIA EM APROXIMADAMENTE 0,3 ATÉ 1,35 SEGUNDOS.

O PARÂMETRO "A" CORRESPONDE AO COEFICIENTE ANGULAR DA RETA, ENQUANTO O "B" CORRESPONDE AO COEFICIENTE LINEAR.

Utilizando o software Tracker



Orientações para uso

9. REGISTRE NA TABELA ABAIXO O CORRESPONDENTE ANGULAR DA RETA ENCONTRADO PARA CADA OBJETO, E CADA TIPO DE MATERIAL:

	ÁGUA	ÓLEO	ÁLCOOL
ESFERA			
CILINDRO			
CUBO			



A) QUAL OBJETO TEVE A MAIOR VELOCIDADE TERMINAL?

B) O FORMATO DO OBJETO INFLUENCIA A VELOCIDADE TERMINAL? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA.

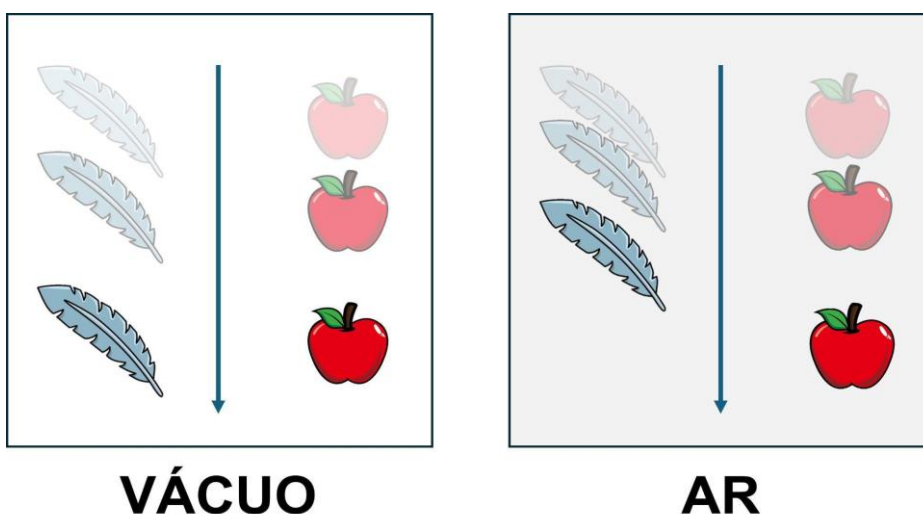
C) O LÍQUIDO INFLUENCIA A VELOCIDADE TERMINAL? JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA.



6. Questionário – Antes do experimento

QUESTIONÁRIO SOBRE FORÇA DE ARRASTO E VELOCIDADE LIMITE – PRÉ-TESTE

A figura abaixo mostra uma maçã e uma pena caindo em dois meios diferentes: ar e vácuo. A distância vertical entre as imagens está associada às suas velocidades — quanto maior a distância, maior a velocidade correspondente. Com base na figura, responda às questões de 1 a 3.



1. Qual a diferença entre a densidade dos meios em que a maçã e a pena estão caindo?

- a) o ar possui densidade menor que o vácuo.
- b) o ar possui mesma densidade que o vácuo.
- c) o ar possui densidade e o vácuo não.

2. A força de resistência sempre atua sobre um objeto em movimento em um meio fluido. Verdadeiro ou falso?

() VERDADEIRO

() FALSO

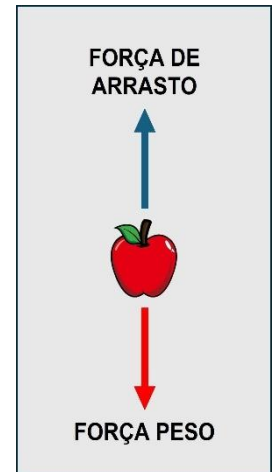
3. No vácuo existe força de resistência?

() SIM

() NÃO

Com base no texto abaixo, responda às questões de 4 a 6.

Um objeto em queda dentro de um fluido sofre uma força contrária ao movimento, como mostrado na figura ao lado, que é diretamente proporcional à sua velocidade.



4. Quais são as características do vetor força de resistência (arrasto) quando se estabelece a velocidade limite?

- a) Tem intensidade maior que a força peso, direção vertical e contrária a força peso.
- b) Tem intensidade menor que a força peso, direção vertical e contrária a força peso.
- c) Tem mesma intensidade que a força peso, direção vertical e contrária a força peso.

5. A força de resistência depende da forma do objeto?

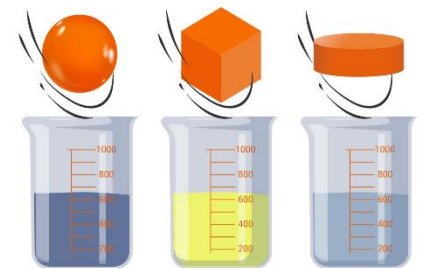
- SIM NÃO

6. Quanto maior for a densidade de um fluido, maior será a velocidade limite de um corpo. Verdadeiro ou falso?

- VERDADEIRO FALSO

Com base no texto abaixo e na figura ao lado, responda às questões de 7 a 8.

A figura ao lado mostra três recipientes com líquidos de diferentes densidades, mas com o mesmo volume. Dentro desses líquidos, foram soltos um cubo, uma esfera e um cilindro, todos com o mesmo volume e a mesma massa.



7. Os objetos terão a mesma velocidade terminal ao serem soltos nesses fluidos, já que possuem o mesmo volume e a mesma massa. Verdadeiro ou falso?

- VERDADEIRO FALSO

8. Marque a alternativa abaixo que apresenta corretamente as características do movimento de um objeto se movendo dentro do fluido.

- a) O objeto estará sempre em movimento acelerado, independentemente do tipo de líquido e de sua forma.

- b) O objeto estará em movimento com velocidade constante em todos os momentos da trajetória, independentemente do tipo de líquido e de sua forma.
- c) O movimento do objeto apresenta dois momentos: inicialmente acelerado e, após um certo tempo, com velocidade constante.

7. Questionário – Após o experimento

QUESTIONÁRIO SOBRE FORÇA DE ARRASTO E VELOCIDADE LIMITE – PÓS-TESTE

1. **Ao abandonarmos três objetos de mesmo volume dentro de um recipiente com água, eles chegarão ao mesmo tempo no fundo do recipiente, se:**
 - a) Tiverem a mesma massa e a mesma área superficial.
 - b) Tiverem a mesma massa e a mesma forma.
 - c) Tiverem a mesma área superficial e a mesma forma.

2. **Três esferas de massas e volumes iguais são soltas de uma mesma altura dentro de três recipientes com líquidos de densidades diferentes. Qual delas chegará primeiro ao fundo do recipiente?**
 - a) A esfera que caiu no recipiente com o líquido de maior densidade.
 - b) A esfera que caiu no recipiente com o líquido de menor densidade.
 - c) Todas chegarão ao mesmo tempo ao fundo do recipiente.

3. **Quando a velocidade limite é alcançada, o corpo possui:**
 - a) Aceleração constante.
 - b) Velocidade constante.

4. **O formato do objeto influencia a velocidade terminal?**
 Sim Não

Entre os líquidos usados no experimento, a água é o que possui maior densidade. Com base no experimento realizado em sala, responda às questões de 7 a 9.

5. **A velocidade terminal foi menor na água em comparação com os outros líquidos usados no experimento?**
 Sim Não

6. **Qual objeto teve a maior velocidade terminal?**
 - a) Cubo.
 - b) Cilindro.
 - c) Esfera.
 - d) Todos tiveram a mesma velocidade terminal.

7. **Sua equipe manteve ou mudou a forma do objeto no primeiro e no segundo desafio, que consistia em criar um objeto que alcançasse a maior velocidade terminal?**
 Mantivemos a mesma forma do objeto.
 Mudamos a forma do objeto para o segundo desafio.

8. **Justifique por que você mudou ou manteve a forma do objeto no desafio:**

QUESTÕES SOBRE SUA OPINIÃO COM RELAÇÃO A DISCIPLINA DE FÍSICA

9. Você considera que a carga horária destinada ao ensino de Física em sua escola é suficiente para a compreensão dos conteúdos?

- Sim Não

10. Na escala de 1 a 5, como você considera o seu nível de compreensão dos conteúdos de Física?

- 1 - Muito baixo: Não compreendo quase nada dos conteúdos de Física.
 2 - Baixo: Tenho dificuldade em entender os conteúdos de Física.
 3 - Médio: Entendo alguns conteúdos de Física, mas ainda há muitos que não compreendo bem.
 4 - Alto: Tenho uma boa compreensão dos conteúdos de Física, com apenas algumas dificuldades.
 5 - Muito alto: Compreendo plenamente os conteúdos de Física e consigo aplicá-los.

11. Na escala de 1 a 5, com que frequência há a realização de experimentos nas aulas em sua escola?

- 1 - Nunca: Não há realização de experimentos nas aulas.
 2 - Raramente: Experimentos são realizados ocasionalmente, mas não são uma prática comum.
 3 - Às vezes: Experimentos são realizados em algumas aulas, mas não com regularidade.
 4 - Frequentemente: Experimentos são realizados com regularidade nas aulas.
 5 - Sempre: A realização de experimentos é uma prática constante e regular nas aulas.

12. Você acha importante a realização de experimentos nas aulas de Física?

- Sim Não

QUESTÕES SOBRE SUA OPINIÃO EM RELAÇÃO AO EXPERIMENTO REALIZADO EM SALA

13. O experimento ajudou você a compreender como a resistência em um fluido pode alterar a velocidade do objeto?

- Sim Não

14. Na escala de 1 a 5, como você considera a clareza do roteiro experimental?

- 1 - Muito pouco claro: O roteiro experimental era confuso e difícil de entender.
 2 - Pouco claro: O roteiro experimental tinha várias partes que não eram claras e causaram confusão.
 3 - Moderadamente claro: O roteiro experimental era compreensível, mas algumas partes poderiam ser mais bem explicadas.
 4 - Claro: O roteiro experimental era claro e fácil de seguir, com poucas dúvidas.
 5 - Muito claro: O roteiro experimental era extremamente claro, fácil de entender e segui-lo foi simples.

15. Na escala de 1 a 5, como você considera a clareza do roteiro para o uso do software Tracker?

- 1 - Muito pouco claro: O roteiro para o uso do software Tracker era confuso e difícil de entender.
 2 - Pouco claro: O roteiro apresentava várias partes que não eram claras e causaram confusão durante o uso do software.
 3 - Moderadamente claro: O roteiro era compreensível, mas algumas instruções poderiam ser mais bem explicadas.
 4 - Claro: O roteiro era claro e fácil de seguir, com poucas dúvidas sobre o uso do software.
 5 - Muito claro: O roteiro era extremamente claro e fácil de entender, tornando o uso do software Tracker simples e intuitivo.

16. Na escala de 1 a 5, você considera que o experimento foi importante para a compreensão do conteúdo?

- 1 - Nada importante: O experimento não contribuiu em nada para a minha compreensão do conteúdo.
 2 - Pouco importante: O experimento teve uma contribuição mínima para a minha compreensão do conteúdo.

- () 3 - Moderadamente importante: O experimento ajudou em alguns aspectos, mas não foi crucial para a minha compreensão do conteúdo.
- () 4 - Importante: O experimento foi importante e contribuiu significativamente para a minha compreensão do conteúdo.
- () 5 - Muito importante: O experimento foi fundamental e crucial para a minha compreensão do conteúdo, tornando-o muito mais claro.

17. Caso deseje fazer algum comentário ou sugestão relacionada à melhoria dos roteiros utilizados, ou qualquer outro comentário, escreva aqui:

8. Considerações finais

O uso de experimentos durante as aulas de Física é de suma importância para a aprendizagem. Além disso, visualizar o problema de maneira prática é fundamental para a sua compreensão. Deste modo, possibilitar ao aluno o contato com uma nova ferramenta, como o software Tracker, e, ao mesmo tempo, levá-lo a entender como um objeto sofre alterações em seu movimento de queda dentro de um recipiente com líquido, foi o que motivou a elaboração deste trabalho.

Embora tenha sido planejado para ser aplicado em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, este material pode ser facilmente adaptado para outras séries, inclusive para o ensino superior. Além disso, é possível utilizar diferentes objetos ou até mesmo testar os mesmos objetos em outros fluidos. Essas adaptações e variações podem conduzir a descobertas interessantes e enriquecer ainda mais a experiência didática.

É importante enfatizar que, durante toda a sequência didática, haja uma interação constante entre os grupos e o professor. As discussões dos resultados obtidos podem ampliar a compreensão dos alunos, permitindo que eles reflitam sobre os conceitos e os apliquem em diferentes contextos.

Em síntese, acreditamos que esta sequência didática representa uma valiosa ferramenta para os professores que desejam trabalhar com seus alunos os conceitos de força de arrasto e velocidade terminal — temas relevantes, mas que, ainda são pouco explorados na educação básica.

Referências

HALLIDAY, D; RESNICK, R. & WALKER, J. 2016. Fundamentos de Física - Mecânica, Vol 1, 10ª ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora.