

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PATRICK IBERSS

**VIDEOANÁLISE NO ENSINO DE MECÂNICA: COLETÂNEA DE VÍDEOS PARA A
FORMAÇÃO DOCENTE CONTINUADA**

MEDIANEIRA

2022



PRODUTO EDUCACIONAL

VIDEOANÁLISE NO ENSINO DE MECÂNICA: COLETÂNEA DE VÍDEOS PARA FORMAÇÃO DOCENTE CONTINUADA

Video analysis in mechanics education: Collection of videos for continuing teacher education

Patrick Iberss

Produto Educacional vinculado à Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo V. B. Lukasiewicz

**MEDIANEIRA
2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	3
2 COLETÂNEA DE VÍDEOS	5
2.1 Vídeo 1: Download e Instalação do software Tracker	7
2.2 Vídeo 2: Cuidados com a filmagem da prática experimental	8
2.3 Vídeo 3: Movimento retilíneo uniforme	9
2.4 Vídeo 4: Experimento do plano inclinado	10
2.5 Vídeo 5: Queda livre dos corpos	11
2.6 Vídeo 6: Lançamento horizontal	12
2.7 Vídeo 7: Lançamento oblíquo	13
2.8 Vídeo 8: Colisão de corpos	14
2.9 Vídeo 9: Coeficiente de restituição	15
2.10 Vídeo 10: Pêndulo simples	16
2.11 Vídeo 11: Sistema massa-mola	17
3 OFICINA DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS	18
3.1 Síntese das aulas	18
3.2 Atividades aplicadas na oficina	19
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
BIBLIOGRAFIA	27

1 APRESENTAÇÃO

São inúmeras as dificuldades encontradas no ensino de Física: abstração dos conteúdos, idealização dos fenômenos, o rigor matemático, entre outros. Por esse motivo, cabe ao profissional da educação, cada vez mais, conseguir atrair e gerar interesse nos alunos para o que se ensina e também trazer formas atuais de ensino que facilitem o processo de ensino aprendizagem.

Devido a estes desafios, diversas são as pesquisas no meio educacional visando a melhoria da educação. Dentre as várias existentes, vemos as práticas experimentais como um recurso de grande potencial para sanar parte das dificuldades encontradas pelos alunos. Ao pensar neste recurso, há um forte aliado que tende a potencializar as atividades experimentais, as tecnologias da informação e comunicação (TIC's). Estas, podem ser úteis na realização da coleta de dados, trazendo praticidade e qualidade ao experimento, e facilidade na análise e modelagem dos dados experimentais.

Dessa forma, é necessário apresentar essas ferramentas tecnológicas aos docentes, para que assim possam, se julgar apropriado, utilizar destes recursos em sala de aula para melhoria da sua forma de ensino, visando complementar e facilitar o processo de aprendizagem dos alunos.

Assim, pensou-se em apresentar aos docentes de uma forma direta, visual e didática, como utilizar uma entre tantas TIC's no auxílio das atividades experimentais. Propomos mostrar aos professores como utilizar a videoanálise, por meio do software Tracker, para a melhoria da coleta de dados e análise das práticas experimentais. Optou-se por esta ferramenta, pois não requer materiais de custo elevado e permite uma análise satisfatória de diversos experimentos relacionados à física do movimento de corpos.

Embora já existam trabalhos que apresentem o software Tracker e sua utilização no ensino de Física, estes dão as orientações de utilização da ferramenta através de textos, artigos científicos e trabalhos acadêmicos. Pensamos que o fato destes trabalhos estarem em textos possa desencorajar, devido à complexidade do processo, os professores a aprender a utilizar o software, principalmente aqueles que possuem pouca familiaridade e aptidão com a utilização de tecnologias.

A ideia inicial do produto educacional era aplicar a videoanálise no estudo do conteúdo de mecânica nas aulas de Física no Ensino Médio. No entanto, devido à

suspensão das aulas presenciais para o enfrentamento à pandemia do COVID-19, houve uma adaptação da ideia inicial e a aplicação do material desenvolvido foi realizada com professores atuando em sala de aula, discentes do MNPEF, e discentes de licenciatura em forma de oficina para estes dois grupos. Destacamos que todos os vídeos produzidos, assim como as atividades propostas na oficina, podem ser diretamente aplicados nas aulas de Física no Ensino Médio.

O presente produto educacional conta com uma coletânea de 11 vídeos explicativos sobre a utilização do software Tracker na análise de diversos experimentos de mecânica. Estes vídeos buscam atingir desde os professores que possuem dificuldades na utilização de tecnologias até os mais hábeis nesta área. Portanto, os vídeos contam com procedimentos detalhados para utilização do software.

Com o objetivo de atingir o máximo de professores possíveis e para que este conteúdo seja de fácil acesso, os vídeos foram disponibilizados na plataforma Youtube por meio de um canal denominado: TRACKER – Videoanálise no Ensino de Física¹.

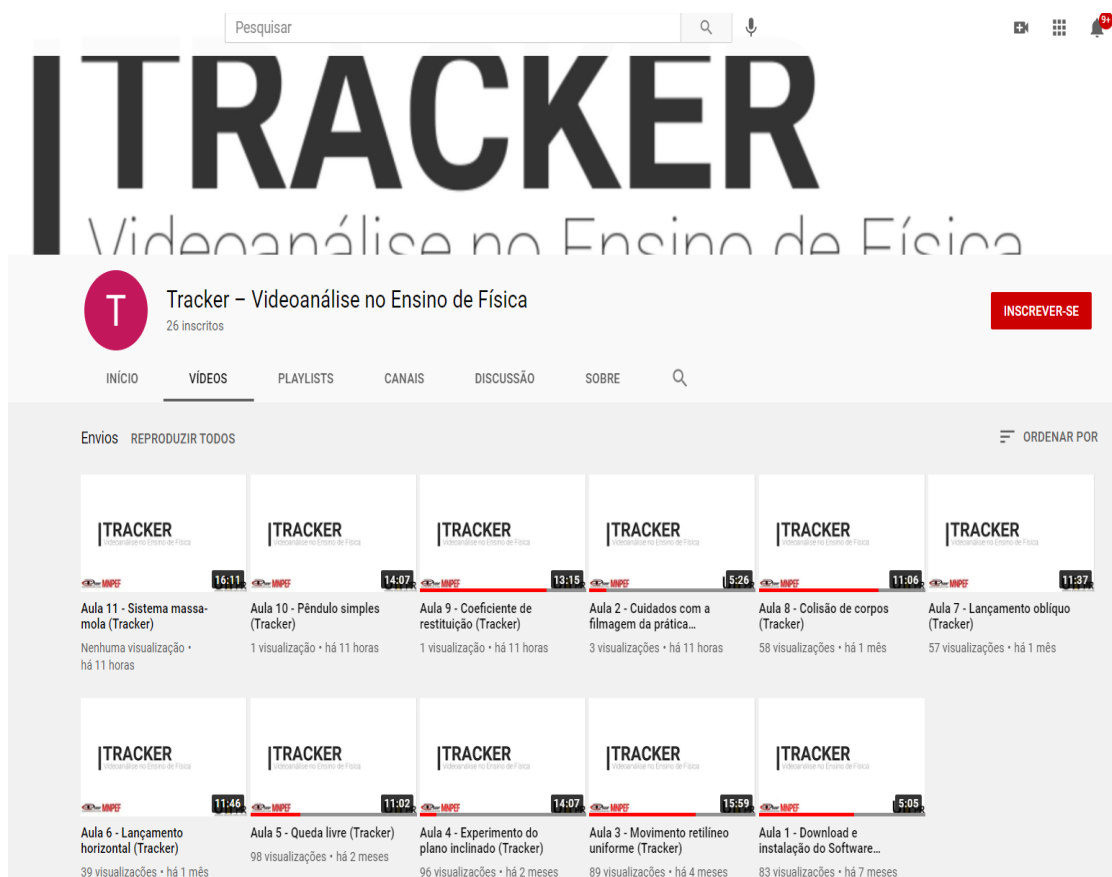
¹ https://www.youtube.com/channel/UCd9bCDG9yq_2x9QpjCmKhQg/videos

2 COLETÂNEA DE VÍDEOS

A coletânea é composta de onze vídeos que tratam desde a realização do download e instalação do software Tracker, os cuidados com a filmagem das atividades experimentais que serão analisadas e como usufruir dos diversos recursos que esta ferramenta possui.

Dos onze vídeos propostos, nove destes abordam a utilização do Tracker em diferentes práticas experimentais de tópicos distintos da mecânica (movimento no plano horizontal, plano inclinado, queda livre dos corpos, lançamentos horizontal e oblíquo, colisão entre corpos, coeficiente de restituição, pêndulo simples e sistema massa-mola). Os vídeos apresentam a utilização de recursos da videoanálise através da aplicação direta nos experimentos, mostrando assim como utilizar o software e apontando dicas de práticas experimentais possíveis de serem realizadas em sala de aula. Na Figura 1 é apresentado a captura de tela do canal no Youtube criado para disponibilização dos vídeos instrucionais.

Figura 1 – Canal criado no Youtube para divulgação dos vídeos.



Fonte: Autoria própria (2022).

A seguir é apresentado uma lista dos vídeos produzidos:

- Aula 1 - Download e instalação do software Tracker²;
- Aula 2 - Cuidados com a filmagem da prática experimental³;
- Aula 3 - Movimento retilíneo uniforme (Tracker)⁴;
- Aula 4 - Experimento do plano inclinado (Tracker)⁵;
- Aula 5 - Queda livre (Tracker)⁶;
- Aula 6 - Lançamento horizontal (Tracker)⁷;
- Aula 7 - Lançamento oblíquo (Tracker)⁸;
- Aula 8 - Colisão de corpos (Tracker)⁹;
- Aula 9 - Coeficiente de restituição (Tracker)¹⁰;
- Aula 10 - Pêndulo simples (Tracker)¹¹;
- Aula 11 - Sistema massa-mola (Tracker)¹².

² <https://youtu.be/EyYwLpjh5i4>

³ https://youtu.be/kPeJ8j_f6fU

⁴ <https://youtu.be/TExHLDNH2eE>

⁵ <https://youtu.be/SD6pmGAATiM>

⁶ <https://youtu.be/LWqhVPAiBnI>

⁷ <https://youtu.be/y-oHdO97noU>

⁸ <https://youtu.be/eC7AS8TDIyA>

⁹ <https://youtu.be/HqLysaPFFFA>

¹⁰ <https://youtu.be/QMBIFtanwg8>

¹¹ https://youtu.be/jx_MnT2orpA

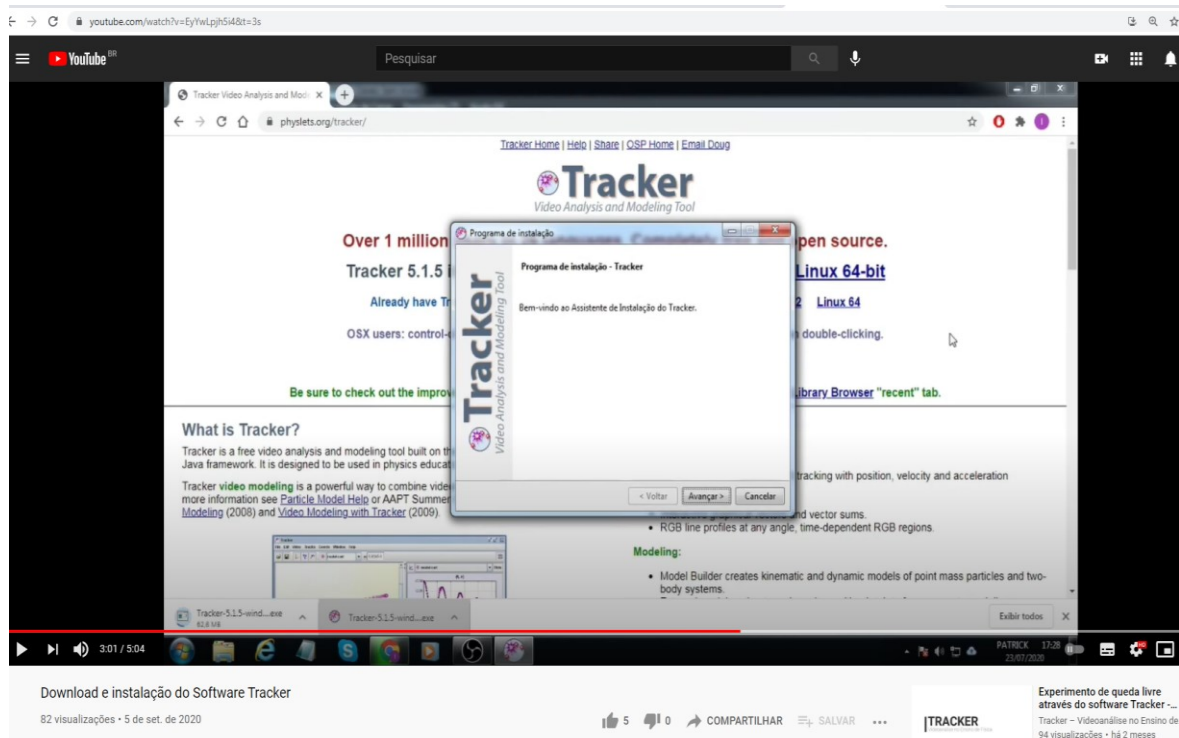
¹² https://youtu.be/jCKZnH5_6TM

2.1 Vídeo 1: Download e Instalação do software Tracker

O primeiro vídeo da série apresenta o site e o link a se clicar para realização do download do software Tracker. Mostra também como realizar a instalação do programa de forma segura e traz dicas de como adquirir novos conteúdos junto ao software.

O vídeo tem o intuito de ajudar, principalmente, os professores que possuem pouca familiaridade e/ou dificuldades com a utilização do computador. Logo, buscamos trazer no vídeo o passo a passo necessário para a instalação.

Figura 2 – Tela do vídeo 1: Download e instalação do software Tracker.



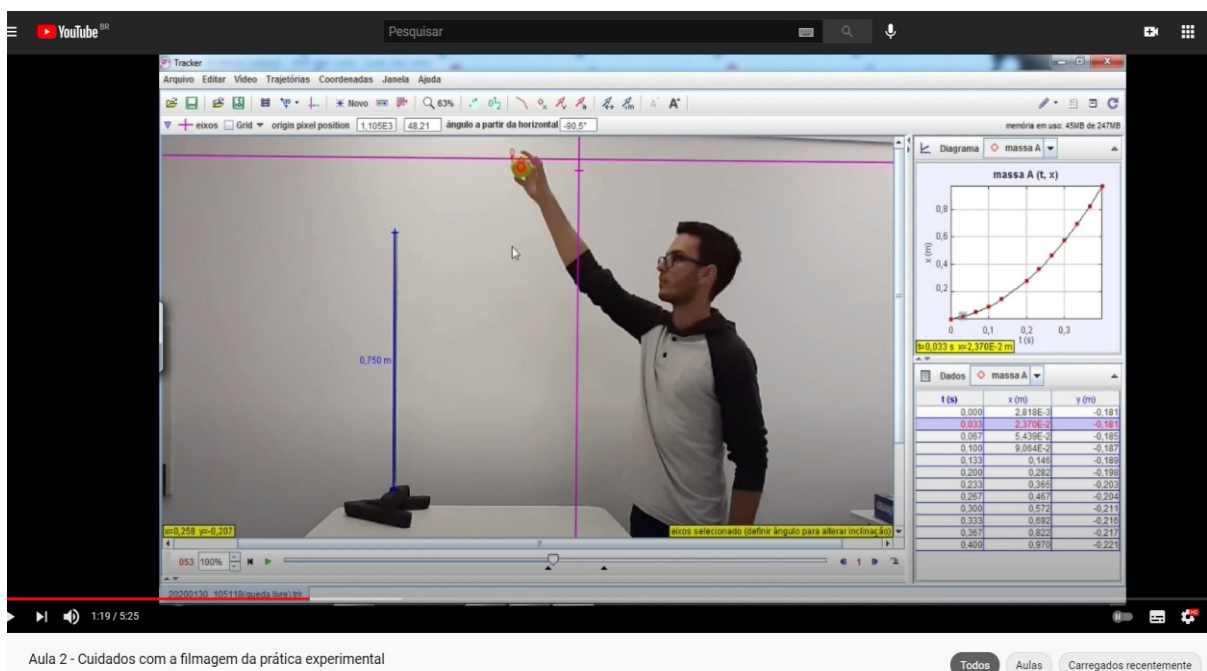
Fonte: Autoria própria (2022).

2.2 Vídeo 2: Cuidados com a filmagem da prática experimental

O segundo vídeo da coletânea aborda os cuidados básicos e gerais que devemos ter ao realizar a filmagem das práticas experimentais as quais serão analisadas no Tracker. O vídeo apresenta dicas de posicionamento da câmera, a necessidade desta em não estar em movimento, os cuidados com a luminosidade do ambiente e a necessidade de contraste entre as cores do objeto que será analisado e o plano de fundo da filmagem, entre outros.

Estas dicas são importantes, uma vez que, caso a filmagem do experimento não seja realizada de forma correta, os resultados experimentais aferidos podem ser afetados e a obtenção de dados pode ser dificultada.

Figura 3 – Tela do vídeo 2: Cuidados com a filmagem da prática experimental.



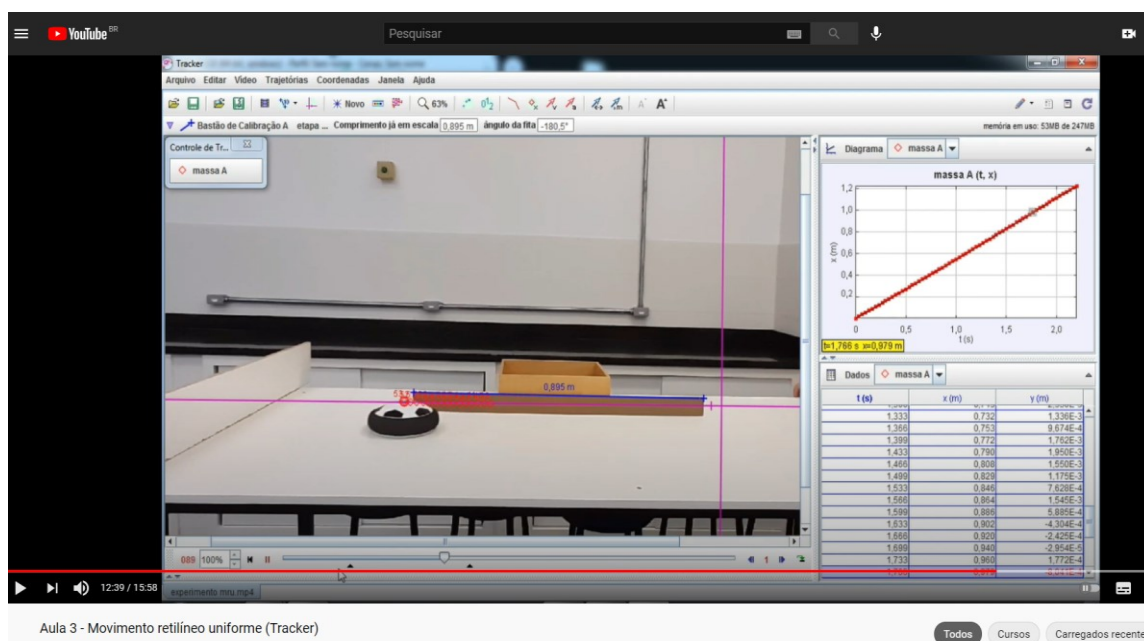
Fonte: Autoria própria (2022).

Neste vídeo é apresentado detalhes gerais necessários para as filmagens das práticas que serão analisadas por meio do Tracker, porém há experimentos que exigem cuidados particulares, e estes são tratados nos vídeos específicos de suas respectivas práticas.

2.3 Vídeo 3: Movimento retilíneo uniforme

A partir do vídeo 3 da coletânea, é apresentado experimentos específicos a serem analisados por meio do software Tracker e os diferentes recursos existentes. No vídeo 3 é apresentado como realizar a coleta de dados e a análise do movimento de um corpo deslizando com velocidade constante em uma superfície horizontal, descrevendo movimento retilíneo uniforme.

Figura 4 – Tela do vídeo 3: Análise do movimento retilíneo uniforme.



Fonte: Autoria própria (2022).

O procedimento da coleta de dados e análise do movimento é apresentado em detalhes. A partir do gráfico da posição do objeto em função do tempo é obtido a velocidade do móvel por meio de um ajuste linear.

Por se tratar do movimento retilíneo uniforme, o vídeo objetiva mostrar ao professor a facilidade de se aferir um valor experimental para a velocidade do corpo analisado a partir do software Tracker.

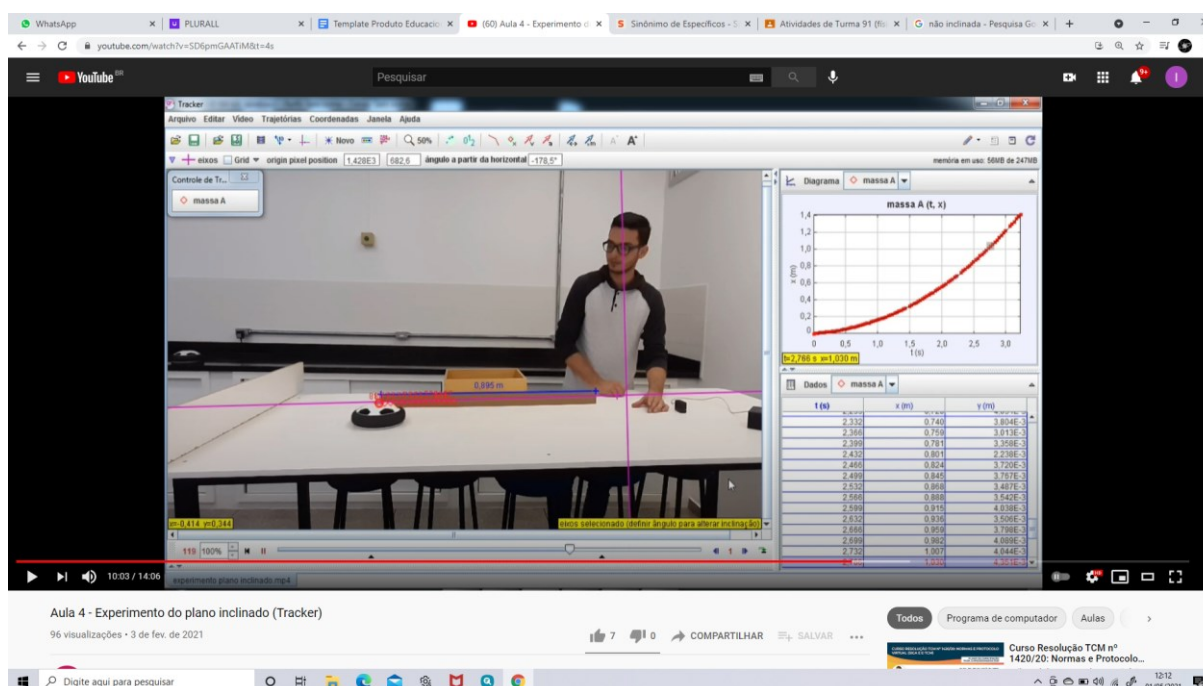
Além disso, é comentado os cuidados específicos ao filmar esta prática, como a necessidade de um corpo deslizando com o mínimo de atrito possível e sobre uma superfície plana. Caso contrário, não se obterá um movimento com velocidade constante.

2.4 Vídeo 4: Experimento do plano inclinado

O vídeo 4 apresenta a análise experimental do movimento de um corpo deslizando sobre uma superfície inclinada e sem atrito, descrevendo um movimento retilíneo uniformemente variado.

Através da prática do plano inclinado, foi mostrado como realizar a coleta de dados e a análise deste movimento utilizando o Tracker e evidenciado a facilidade com que estes procedimentos são realizados.

Figura 5 – Tela do vídeo 4: Análise do movimento uniformemente variado.



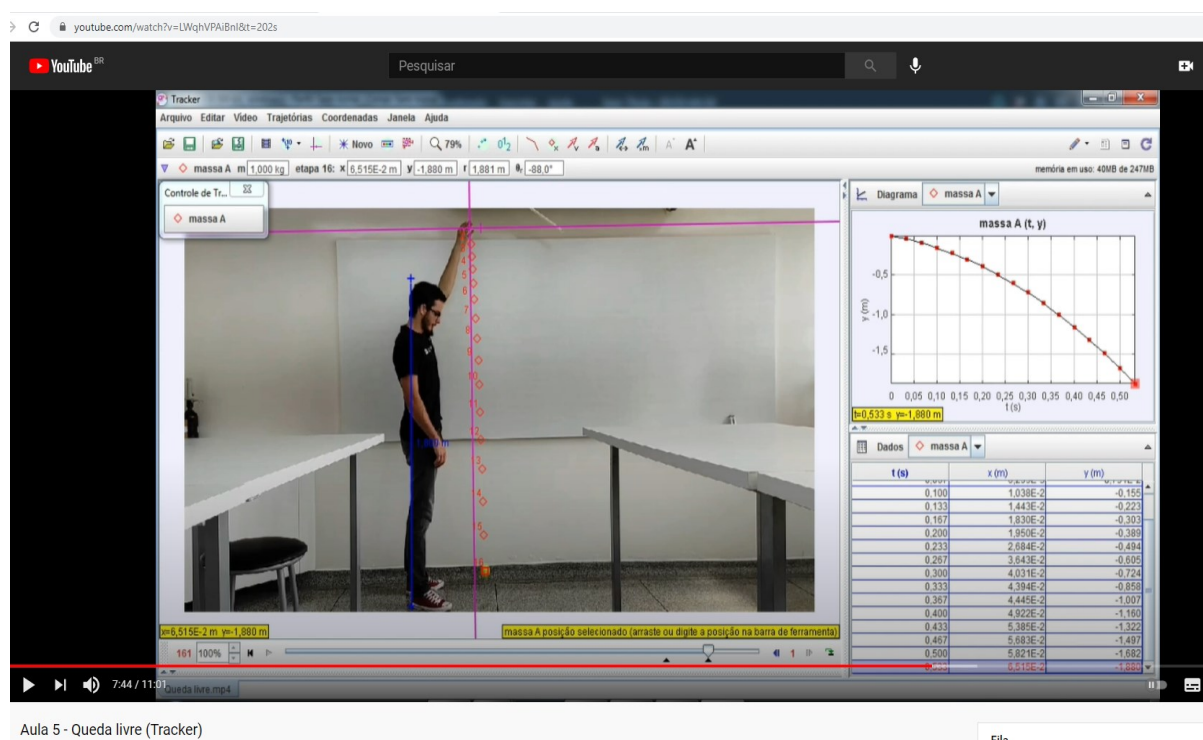
Fonte: Autoria própria (2022).

Por meio dos dados coletados e com o gráfico da posição em função do tempo construído no próprio software Tracker, foi mostrado como obter o valor da aceleração do corpo que desliza pelo plano inclinado. A aceleração é determinada através da comparação (ajuste) entre a equação horária da posição para corpos acelerados e o gráfico formado pelos pontos experimentais da posição em função do tempo coletados ao longo do vídeo. Além disso, é apresentado os cuidados necessários para realizar esta prática específica e sua filmagem e indicado como comparar o valor obtido para a aceleração com o valor esperado teoricamente, sendo que esta dependerá da inclinação do plano.

2.5 Vídeo 5: Queda livre dos corpos

No vídeo 5 é mostrado como realizar a análise do movimento de um corpo em queda livre. A dificuldade de se coletar muitos dados de forma manual utilizando um cronômetro é comentada, uma vez que, o intervalo de tempo para o corpo atingir o solo é relativamente curto. Porém, através da videoanálise e utilizando o software Tracker, é demonstrado como aferir dados da posição ao longo do tempo e determinar o valor da aceleração gravitacional por meio do ajuste da curva da posição em função do tempo.

Figura 6 – Tela do vídeo 5: Queda livre dos corpos.



Fonte: Autoria própria (2022).

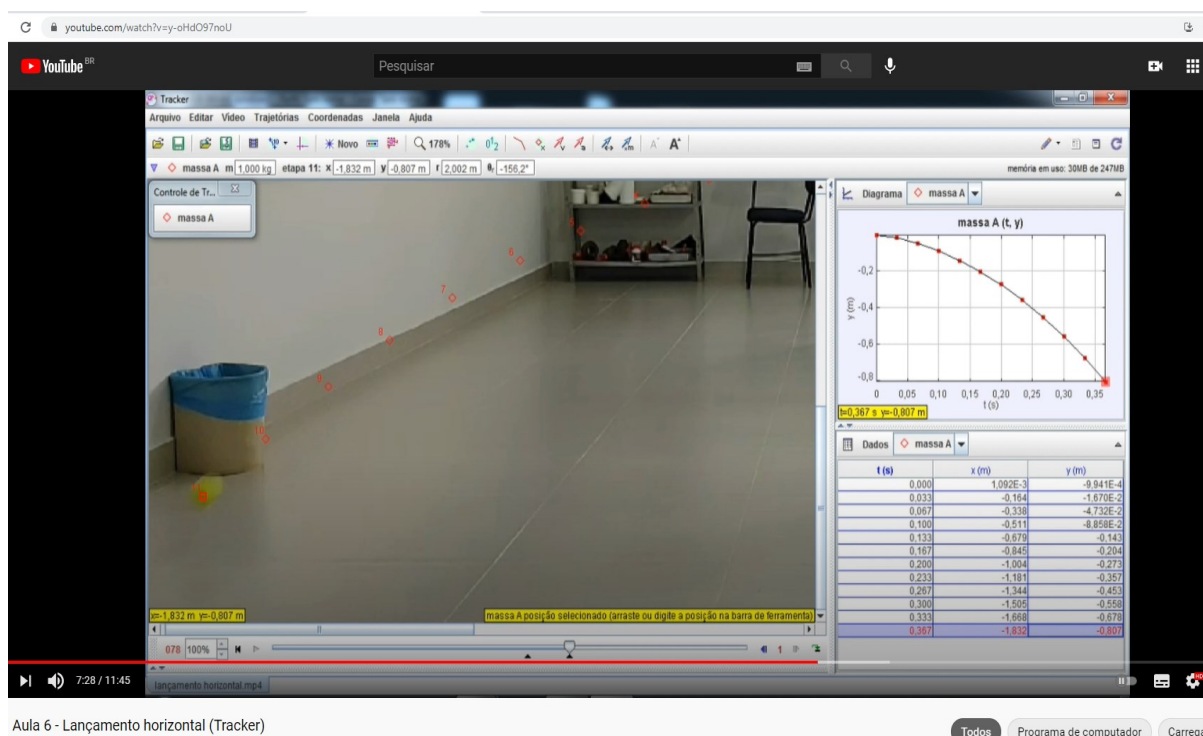
Também é evidenciado no vídeo, a proximidade entre o valor experimental aferido para a gravidade por meio do ajuste da curva e o valor teórico esperado, uma vez que tratamos de uma prática simples, sem materiais de alto custo, apenas um objeto sendo abandonado em queda livre.

2.6 Vídeo 6: Lançamento horizontal

Com objetivo de aprofundar o conhecimento e as possibilidades de análise de práticas experimentais utilizando o software Tracker, o vídeo 6 da coletânea busca, através de uma prática simples, mostrar a possibilidade de análise do movimento em duas dimensões. O experimento utilizado para esta demonstração foi o lançamento horizontal.

Por meio da videoanálise percebe-se que o movimento pode ser descrito como a composição de um movimento uniforme na direção horizontal (MRU) com um movimento uniformemente acelerado na direção vertical (MRUV). É apresentado como analisar os movimentos em duas direções distintas, eixos x e y . Assim, obter o valor da velocidade ao longo do eixo ao qual o movimento não é acelerado. No eixo em que ele sofre ação da gravidade, aferir o valor da aceleração da gravidade.

Figura 7 – Tela do vídeo 6: Lançamento horizontal.



Fonte: Autoria própria (2022).

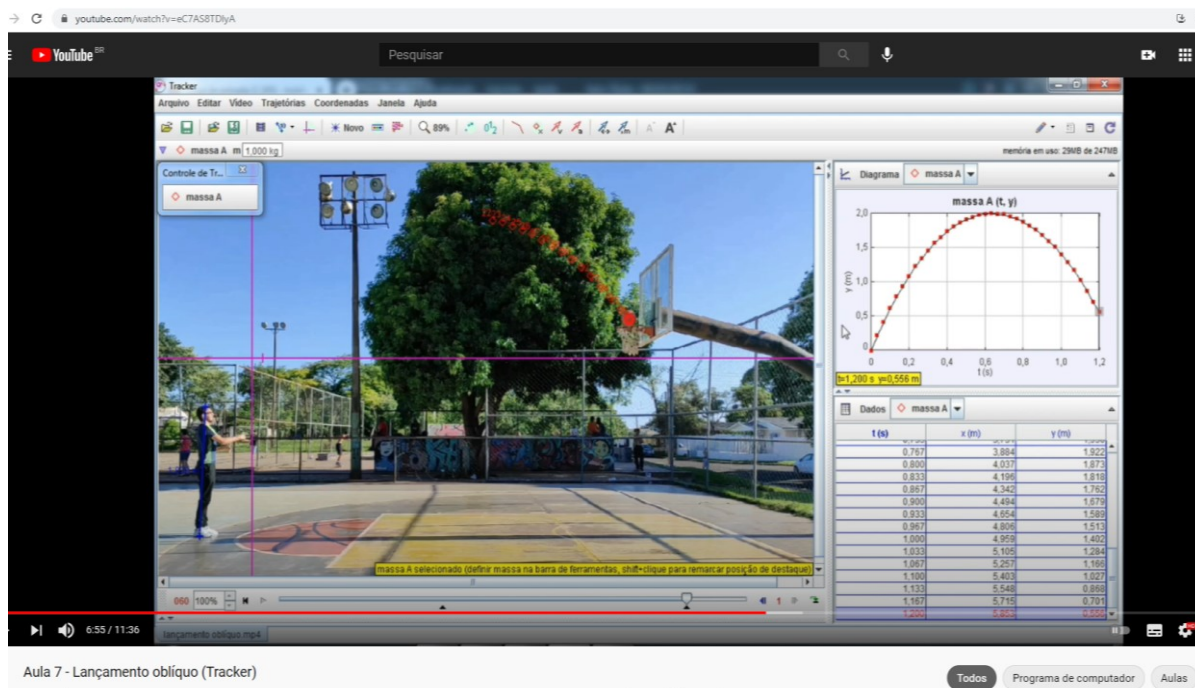
2.7 Vídeo 7: Lançamento oblíquo

Assim como o vídeo 6, este busca demonstrar a utilização do software Tracker para analisar um movimento de lançamento de projéteis. Embora tenha o mesmo objetivo de análise, o vídeo 7 apresenta uma outra proposta de experimento, um lançamento oblíquo.

Para este vídeo é realizado o lançamento de uma bola de basquete em direção ao aro. Esta escolha se deu para demonstrar uma situação simples e que possivelmente possa ser replicada pelos docentes com seus alunos sem muitas dificuldades.

Percebe-se que o movimento descrito pela bola pode ser descrito como a composição de um movimento uniforme na direção horizontal (MRU) com um movimento uniformemente acelerado na direção vertical (MRUV). Além disso, devido ao maior intervalo de tempo que ocorre o movimento, obtém-se uma elevada quantidade de pontos na descrição do movimento.

Figura 8 – Tela do vídeo 7: Lançamento oblíquo.



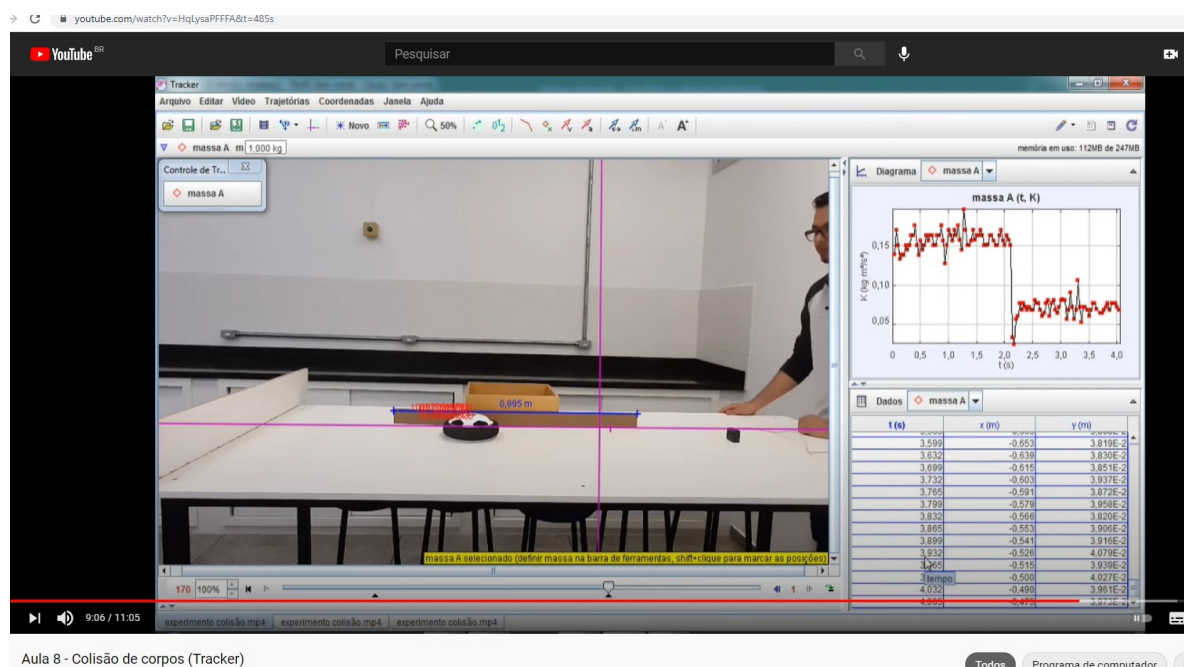
Fonte: Autoria própria (2022).

2.8 Vídeo 8: Colisão de corpos

No vídeo 8 é apresentado um experimento da colisão de um corpo contra um anteparo fixo, que é possível analisar a conservação, ou não, da energia cinética antes e após a colisão.

Através do Tracker, aferiu-se as velocidades antes e depois da colisão e conhecendo a massa do corpo, previamente medida, pode-se calcular o valor para a energia cinética nos dois momentos através dos dados experimentais encontrados.

Figura 9 – Tela do vídeo 8: Colisão de corpos.



Aula 8 - Colisão de corpos (Tracker)

Fonte: Autoria própria (2022).

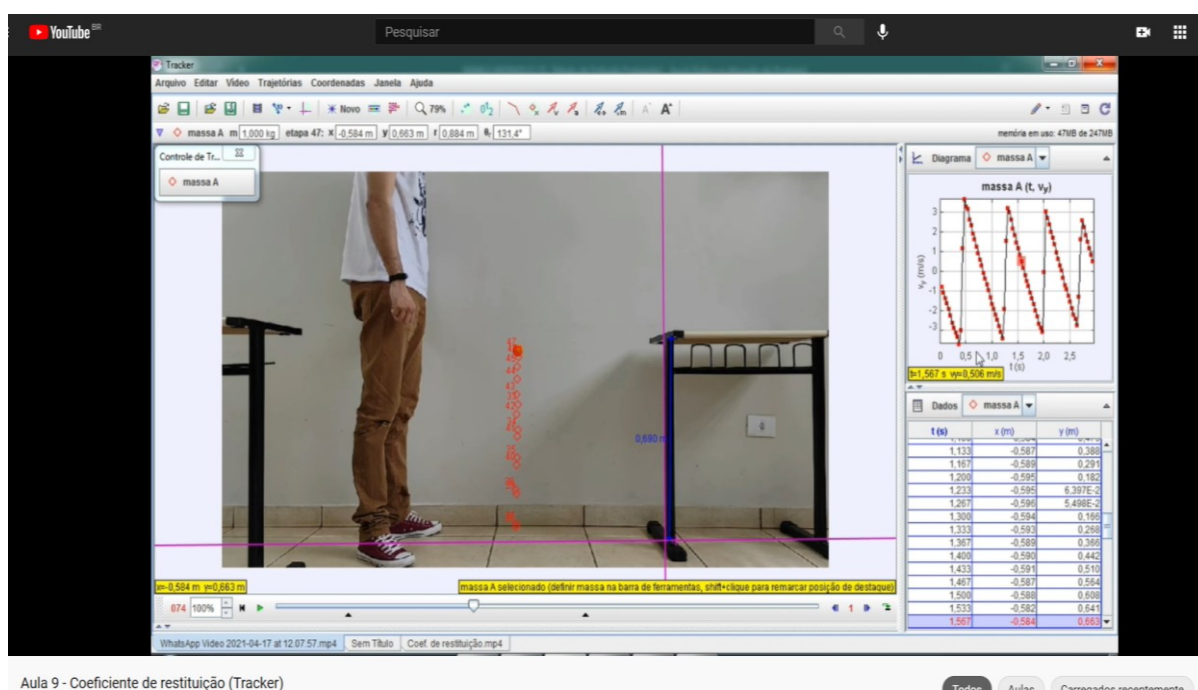
No vídeo, é mostrado essa possibilidade de cálculo da energia cinética, através da aferição das velocidades. Porém, é utilizado o gráfico da energia cinética do móvel ao longo do vídeo, gráfico este fornecido pelo Tracker, para verificar se houve variação da energia cinética antes e depois da colisão, e assim classificá-la como elástica, parcialmente elástica ou totalmente inelástica.

2.9 Vídeo 9: Coeficiente de restituição

No vídeo 9 é mostrado uma outra forma de analisar a colisão de um corpo. Neste buscou-se verificar em uma série de colisões de uma esfera com o chão, piso de uma sala, o coeficiente de restituição.

A partir das colisões da esfera com o chão é apresentado como verificar através do Tracker as velocidades antes e depois de cada uma destas colisões e assim calcular o coeficiente de restituição.

Figura 10 – Tela do vídeo 9: Coeficiente de restituição.



Fonte: Autoria própria (2022).

Através da análise do vídeo, é demonstrado como aferir o valor experimental para o coeficiente de restituição entre bola e piso para cada uma das colisões. Por se tratar de um mesmo corpo colidindo com a mesma superfície esperava-se encontrar valores iguais para estes coeficientes. Os resultados obtidos foram próximos, com uma variação inferior a 10%. Por se tratar de uma prática simples e com materiais de baixo custo considerou-se o resultado satisfatório, sendo esta, uma sugestão de atividade experimental facilmente desenvolvida pelos docentes em sala de aula.

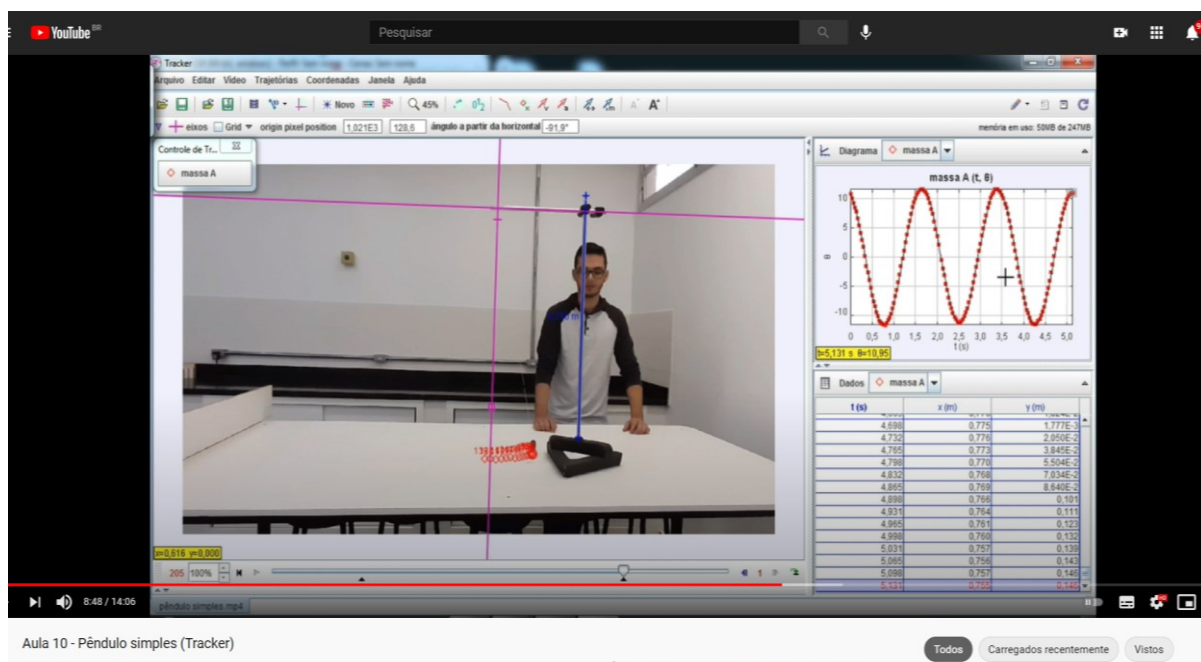
2.10 Vídeo 10: Pêndulo simples

No vídeo 10 é apresentado o experimento do pêndulo simples e a análise de um movimento harmônico simples (MHS). Todos os passos de coleta de dados e calibragem experimental para realização desta análise é apresentado em detalhes.

No vídeo é explicado como obter o gráfico da posição angular do pêndulo em função do tempo e o procedimento para realizar o ajuste teórico dos dados experimentais, uma vez que este processo exige alguns passos não tratados nos vídeos anteriores, devido a característica senoidal do gráfico.

A partir do ajuste teórico da posição angular em função do tempo são obtidos os valores para a amplitude angular, frequência angular e fase. Na sequência, é calculado o valor da aceleração gravitacional e comparado com o valor teórico esperado.

Figura 11 – Tela do vídeo 10: Pêndulo simples.



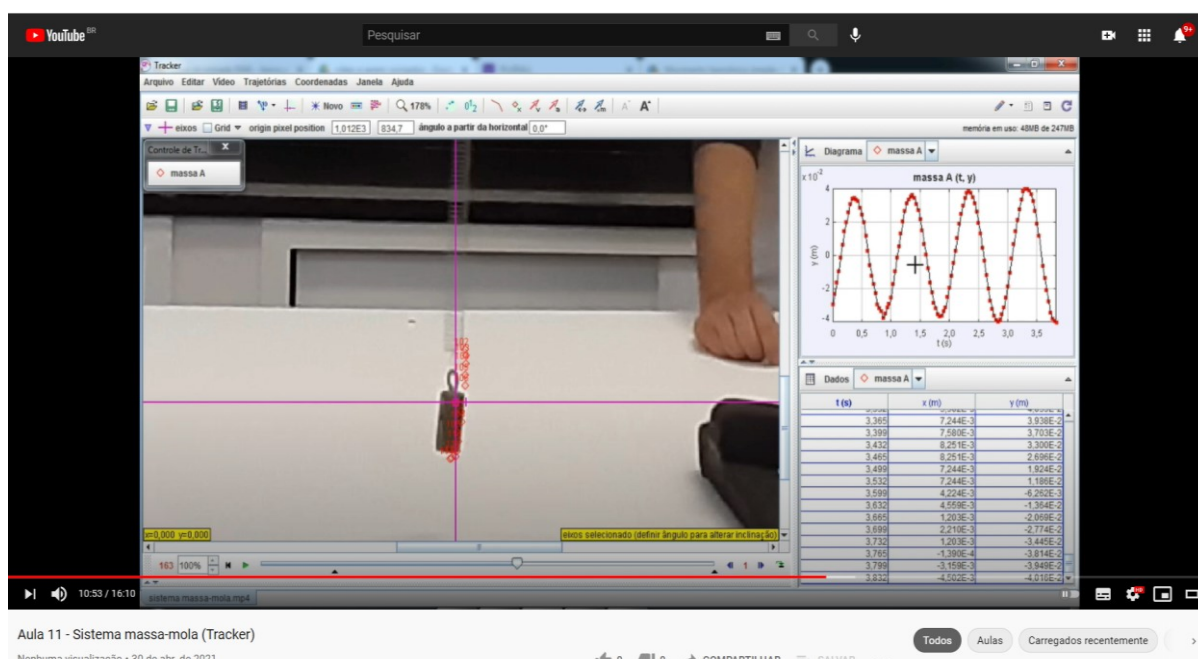
Fonte: Autoria própria (2022).

2.11 Vídeo 11: Sistema massa-mola

Assim como o vídeo 10, este tem por objetivo apresentar aos docentes uma forma de analisar um movimento harmônico simples (MHS) através da videoanálise. Porém, no vídeo 11 é proposto a análise utilizando um sistema massa-mola como prática experimental.

Através do gráfico com característica senoidal construído com os dados da posição da massa do sistema ao longo do vídeo, gráfico este gerado pelo próprio Tracker, é demonstrado como realizar o ajuste da curva e obter os valores da amplitude, fase e frequência angular do sistema. A partir do valor da frequência angular e conhecendo a massa suspensa, como calcular o valor empírico para a constante elástica da mola.

Figura 12 – Tela do vídeo 11: Sistema massa-mola.



Fonte: Autoria própria (2022).

3 OFICINA DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

A sequência de práticas escolhidas para serem abordadas da oficina de práticas experimentais com o uso do software Tracker foi pensada no grau de dificuldade do conceito físico como também na quantidade de interações necessárias com o software Tracker. Iniciou-se com os experimentos com conceitos físicos menos complexos e que exigiam menos interação dos participantes com software e com o andamento da oficina intensificou-se o grau de dificuldade da execução das análises.

3.1 Síntese das aulas

No primeiro encontro foi abordado o seguinte conteúdo:

- Aula 1 - Download e instalação do software Tracker;
- Aula 2 - Cuidados com a filmagem da prática experimental;
- Aula 3 - Movimento retilíneo uniforme (Tracker);
- Atividade 1.

No segundo encontro foi abordado o seguinte conteúdo:

- Aula 4 - Experimento do plano inclinado (Tracker);
- Aula 5 - Queda livre (Tracker);
- Atividade 2.

No terceiro encontro foi abordado o seguinte conteúdo:

- Aula 6 - Lançamento horizontal (Tracker);
- Aula 7 - Lançamento oblíquo (Tracker);
- Atividade 3.

No quarto encontro foi abordado o seguinte conteúdo:

- Aula 8 - Colisão de corpos (Tracker);
- Aula 9 - Coeficiente de restituição (Tracker);
- Atividade 4.

No quinto encontro foi abordado o seguinte conteúdo:

- Aula 10 - Pêndulo simples (Tracker);
- Aula 11 - Sistema massa-mola (Tracker);
- Atividade 5.

No sexto encontro foi apresentado duas bibliotecas de experimentos possíveis de serem analisados com o Tracker. Uma delas é um conjunto de vídeos e análises já prontas de práticas experimentais que podem ser baixadas junto com o software Tracker. A outra é a Biblioteca Digital ComPADRE, *OSP (Open Source Physics) Tracker Collection*, que pode ser acessada por meio do próprio software Tracker, que disponibiliza diversos experimentos com a coleta de dados já realizada, alguns possuem inclusive um relatório sobre a prática e conceitos físicos envolvidos. Como atividade para que os alunos pudessem interagir com estas bibliotecas de práticas experimentais, propôs-se a eles que escolhessem, dentro das diversas possibilidades disponibilizadas nestas duas bibliotecas, uma prática que desejassem analisar e comentar os conceitos físicos.

3.2 Atividades aplicadas na oficina

Na sequência são apresentadas as atividades que foram aplicadas durante a oficina.

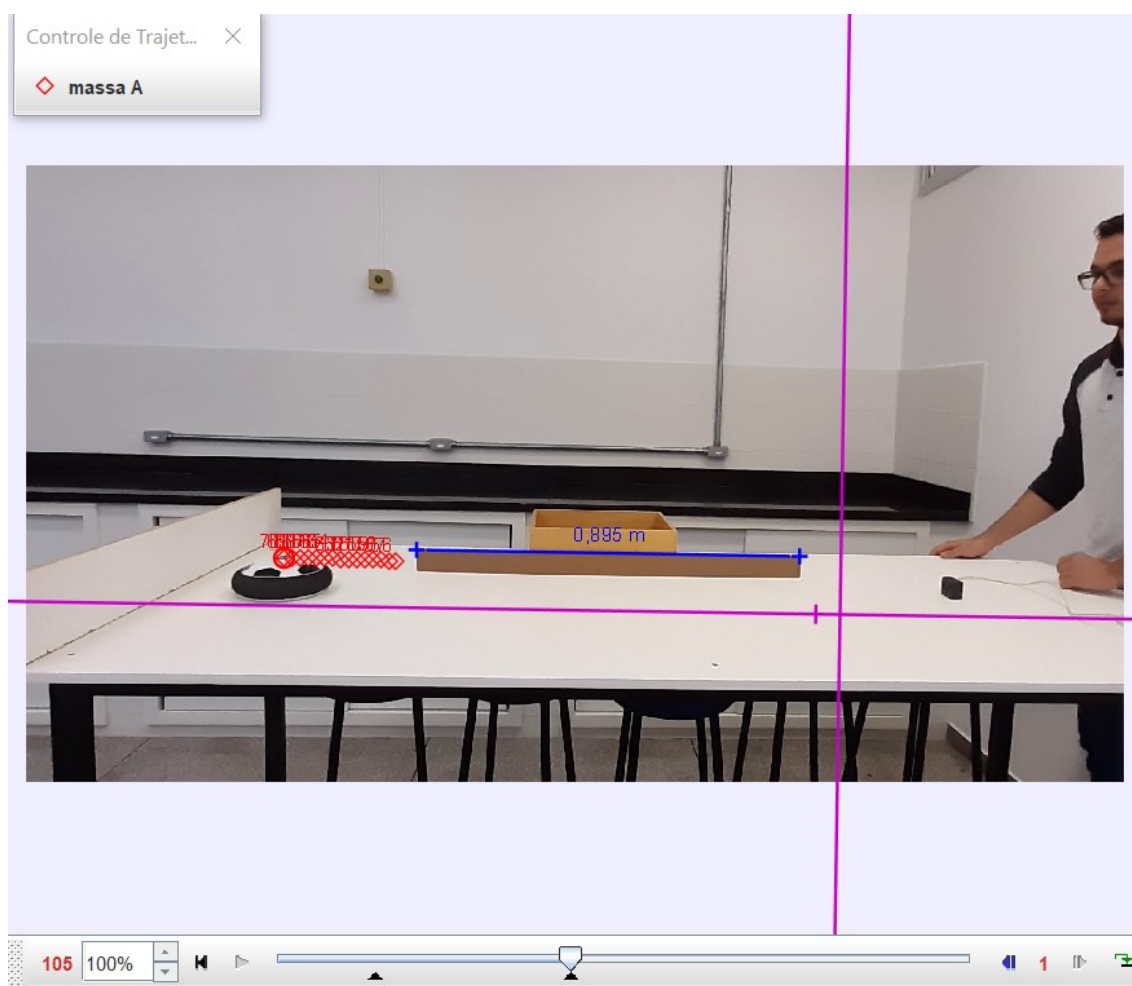
Atividade 1: Experimento Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Faça o download e instalação do software Tracker. Realize a análise do movimento de deslizamento de um objeto no plano horizontal.

1) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha as marcações das posições do objeto, o sistema de coordenadas (eixos) e o bastão de medição.

Dica: A imagem pode ser obtida por meio da tecla *Print screen* do teclado, em seguida, cole e recorte no editor de texto ou editor de imagem. Por exemplo:

Figura 13 – Exemplo da análise do movimento horizontal no Tracker.

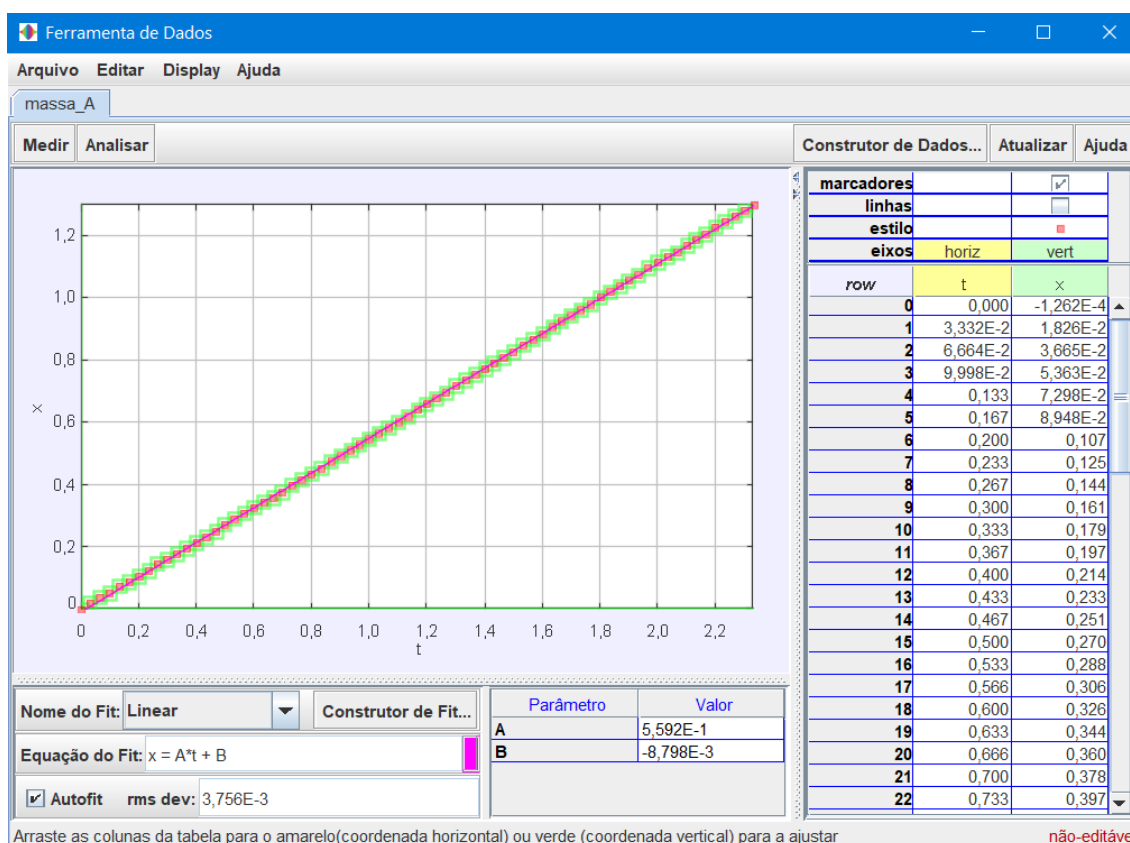


Fonte: Autoria própria (2022).

2) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico com o ajuste teórico e a Tabela contendo os dados experimentais.

Dica: A imagem pode ser obtida por meio da tecla *Print screen* do teclado, em seguida, cole e recorte no editor de texto ou editor de imagem. Por exemplo:

Figura 13 – Exemplo de ajuste linear no Tracker.



Fonte: Autoria própria (2022).

3) Identifique as grandezas física (posição inicial e velocidade) obtidas do ajuste teórico.

Dica: Observe que a equação de ajuste é dada por

$$x = At + B$$

A equação que descreve o movimento retilíneo uniforme (MRU) é

$$x = v t + x_0$$

Logo, podemos observar que o parâmetro

$$B = x_0 = -8,798 \times 10^{-3} m = -0,008798 m \approx 0,8 \text{ cm}.$$

$$\text{A velocidade do objeto é } v = A = 5,592 \times 10^{-1} \frac{m}{s} = 0,5592 \frac{m}{s} \approx 55,9 \frac{cm}{s}.$$

Atividade 2: Experimento Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Realize o experimento e a videoanálise do movimento de um objeto que se desloca com aceleração constante. Por exemplo:

- Rolamento de uma lata de refrigerante em um plano inclinado;
- Rolamento de uma esfera de bilhar em um plano inclinado;
- Queda-livre de um corpo.

1) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha as marcações das posições do objeto, o sistema de coordenadas (eixos) e o bastão de medição.

2) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico com o ajuste teórico e a Tabela contendo os dados experimentais.

3) Identifique as grandezas física (posição inicial, velocidade inicial e aceleração da gravidade) obtidas do ajuste teórico.

Atividade 3: Experimento Lançamento Oblíquo ou Lançamento Horizontal

Realize o experimento e a videoanálise do movimento de um objeto no lançamento oblíquo ou lançamento horizontal.

1) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha as marcações das posições do objeto, o sistema de coordenadas (eixos) e o bastão de medição.

2) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico com o ajuste teórico e a Tabela contendo os dados experimentais para o movimento ao longo do eixo horizontal (eixo x). Identifique as grandezas físicas (posição inicial e velocidade) obtidas do ajuste teórico dos dados experimentais.

3) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico com o ajuste teórico e a Tabela contendo os dados experimentais para o movimento ao longo do eixo vertical (eixo y). Identifique as grandezas físicas (posição inicial, velocidade inicial e aceleração) obtidas do ajuste teórico dos dados experimentais.

Atividade 4: Coeficiente de restituição

Realize o experimento e a videoanálise de uma colisão entre objetos. Por exemplo, uma bola quicando no chão.

1) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha as marcações das posições do objeto, o sistema de coordenadas (eixos) e o bastão de medição.

2) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico da posição do objeto em função do tempo. Qual o movimento observado?

3) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico da velocidade do objeto em função do tempo. O que se pode observar?

4) Calcule o coeficiente de restituição da colisão.

Observação: Para um objeto quicando sobre outro objeto estacionário, como o chão: $e = |v_f/v_i|$. Sendo, v_f e v_i a velocidade depois e antes da colisão, respectivamente. Caso a bola quique várias vezes com o chão, calcule o coeficiente de restituição de cada colisão e obtenha o valor médio e desvio padrão da medida.

5) A energia cinética do objeto aumentou, diminuiu ou não variou durante a colisão? Qual o tipo de colisão ocorrida? Comente sobre as formas de energia e suas transformações no experimento.

Atividade 5: Experimento Pêndulo Simples

Realize o experimento e a videoanálise do experimento do pêndulo simples. Meça o comprimento do fio (L).

1) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha as marcações das posições do objeto, o sistema de coordenadas (eixos) e o bastão de medição.

2) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico da posição angular em função do tempo. Qual o movimento observado?

3) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico da velocidade angular em função do tempo. Qual o movimento observado?

4) Apresente uma imagem do software Tracker que contenha o gráfico da posição angular em função do tempo com o ajuste teórico realizado. Identifique as grandezas físicas (amplitude, frequência angular e fase) obtidas do ajuste teórico dos dados experimentais.

5) Com o valor obtido para a frequência angular, encontre o valor do período de oscilação e da aceleração da gravidade local g . Discuta o resultado obtido tendo como base o valor médio aproximado da aceleração da gravidade, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Dica: O período do movimento oscilatório de um pêndulo simples é dado por:

$T = 2\pi\sqrt{L/g}$. Elevando ao quadrado os dois lados da equação obtemos:

$T^2 = 4\pi^2 L/g$. Logo, a aceleração da gravidade pode ser obtida por: $g = 4\pi^2 L/T^2$.

6) Explique o significado física das grandezas: amplitude (A), frequência angular (ω_0) e fase (φ).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os vídeos foram produzidos com intenção de proporcionar aos docentes uma maneira de trazer tecnologia e experimentos para sala de aula. Uma vez que estes são artifícios com potencial de conquistar os alunos e ajudá-los a construir conhecimento.

Sabemos que há docentes que possuem muito conhecimento sobre a utilização de recursos tecnológicos, porém sabemos também, que alguns docentes têm dificuldades e pouca familiaridade com a utilização destas ferramentas. Com os vídeos buscamos alcançar a todos estes docentes. Devido a isso pensamos neste produto educacional como uma coletânea de vídeos que vai aos poucos aprofundando a quantidade de recursos utilizados dentro do software Tracker, e sempre explicando todos os procedimentos pausadamente para que o público-alvo possa acompanhar e replicar.

Esperamos que a coletânea de vídeos possa ser útil a todos os docentes que buscam aprender sobre a utilização deste recurso, a videoanálise, e o software que nos propomos a apresentar, o Tracker.

Ressaltamos que as possibilidades apresentadas aqui, é apenas uma ínfima parte que uma vasta gama de experimentos de diferentes ramos da Física que podem ser analisadas com o Tracker e utilizado nas aulas de Física na Educação Básica. Esperamos proporcionar uma formação inicial, para que a partir dela, os professores possam explorar esta ferramenta na forma que julgar útil no exercício da docência.

BIBLIOGRAFIA

ARÁUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

BEZERRA JR., A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: Movimento parabólico e segunda Lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1, 2012.

JESUS, V. L. B. **Experimentos e Videoanálise - Dinâmica**. 1. ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2014.

PARREIRA, J. E. Um curso de mecânica com o uso do programa de videoanálise Tracker. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, 2018.