INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 10

PRODUTO EDUCACIONAL

VIDEOANÁLISE DE MOVIMENTO DE PROJÉTEIS: UMA UNIDADE DIDÁTICA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE REFERENCIAL NO ENSINO MÉDIO.

Cleiton de Souza Nascimento
Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal/RN
2025

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: EXPLORANDO MOVIMENTOS: A RELEVÂNCIA DOS REFERENCIAIS NO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 10 – IFRN Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por Sua infinita misericórdia, que me sustentou ao longo de toda esta trajetória e tornou possível a concretização deste trabalho. Nos momentos de dificuldade, busquei n'Ele força, discernimento e perseverança, sendo constantemente exortado e encorajado pelas Escrituras Sagradas. O ensinamento contido em Provérbios 4,7 — "O princípio da sabedoria é: adquire a sabedoria; sim, com tudo o que possuis, adquire o entendimento" (BÍBLIA, Provérbios, 4,7) — serviu como guia e motivação, reforçando a convicção de que a verdadeira sabedoria deve ser buscada acima de todas as coisas. Nesse mesmo sentido, conforme expresso em Tiago 1,5–8, compreendo que Deus concede sabedoria àqueles que a procuram com sinceridade e fé, princípio que norteou minha caminhada acadêmica e pessoal durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Josefa Araújo de Souza Nascimento e Rufo Batista do Nascimento, expresso minha profunda gratidão por serem, ao longo de toda a minha trajetória, meu porto seguro, bem como por proporcionarem as condições e os valores necessários para que eu tivesse acesso a uma educação sólida e de qualidade, além de contribuírem decisivamente para a minha formação como cidadão íntegro e consciente de minhas responsabilidades.

À minha esposa, Hidaiany Nunes da Silva Souza, e aos meus filhos, Ícaro Nascimento Nunes e Caleb Nascimento Nunes, expresso minha sincera gratidão pela paciência, compreensão e apoio demonstrados diante da necessidade de um isolamento social momentâneo, imprescindível para a dedicação aos estudos e à realização deste trabalho.

Aos amigos e familiares, agradeço pelo apoio constante e pela participação na organização e realização da experiência desenvolvida ao longo deste percurso. Estendo, igualmente, minha gratidão aos professores que, de forma ativa e significativa, contribuíram para o meu crescimento acadêmico, por meio de orientações, saberes compartilhados e incentivo permanente à formação científica.

Nas pessoas de Wellington Junior da Conceição e Yuri Gonçalves Rodrigues, expresso minha sincera gratidão aos colegas de mestrado, que compartilharam os momentos de estudo e contribuíram, de forma direta e indireta, para meu crescimento acadêmico e para a ampliação dos conhecimentos construídos ao longo dessa trajetória.

Aos alunos participantes da pesquisa, pela disponibilidade e engajamento, sem os quais este estudo não teria sido possível.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste sonho, deixo aqui minha mais profunda gratidão.

Ao meu orientador, Prof. DSc. Calistrato Soares da Câmara Neto, registro minha profunda e sincera gratidão pelo suporte constante e pela disponibilidade demonstrada ao longo de todas as etapas deste trabalho. Agradeço, especialmente, pela orientação atenta e comprometida, seja por meio da condução cuidadosa nos momentos que exigiram maior direcionamento, seja pelas intervenções firmes e necessárias, que reforçaram a importância da dedicação praticamente exclusiva para a adequada condução e conclusão desta pesquisa.

Por fim, 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 6
2. Produto educacional 8
2.1 MATERIAIS UTILIZADOS 9
2.2 REALIZAÇÃO DA EXPERIENCIA PARA ELABORAÇÃO DOS VÍDEOS .. 12
2.3 MANUAL AUTOEXPLICATIVO: ANÁLISE DE VÍDEOS COM LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS NO SOFTWARE TRACKER 23
3. SUGESTÃO PARA ORGANIZAÇÃO E ANDAMENTO DAS AULAS 51
4.CONSIDERAÇÕES FINAIS 67
5. REFERÊNCIAS 69
Apêndice A – Questionário de problematização. 72
Apêndice B – Atividade de fixação. 75
Apêndice C – Avaliação. 77
Apêndice D – QR code e link para acesso aos vídeos 01, 02 e 03. 79

1. Apresentação

Caro professor,

O produto educacional é uma unidade didática, com a proposta de estudo de parte da mecânica clássica, com foco na compreensão dos referenciais. O objetivo é potencializar o interesse dos estudantes, promovendo a apropriação dos conhecimentos físicos relacionados a esse tema, que surge no início do primeiro ano do ensino médio, consolidando o que foi aprendido no ensino fundamental. Além disso, busca-se ampliar esse conhecimento, pois o estudo dos referenciais é fundamental não só na mecânica clássica, mas também em áreas como relatividade e física quântica.

Embora o tópico dos referenciais seja bastante comum na física, ele geralmente é abordado de forma rápida e, muitas vezes, com exemplos que exigem do estudante a realização de experiências apenas mentais. Apesar de sabermos que experimentos mentais têm sido uma ferramenta essencial no desenvolvimento da física teórica, fornecendo contribuições valiosas sem a necessidade de experimentação física direta, acreditamos que a proposta aqui apresentada proporciona uma experiência mais concreta. Ao permitir que os estudantes analisem imagens de situações reais com perspectivas diferentes, utilizando software para coleta de dados e construção de gráficos, buscamos possibilitar uma compreensão mais acessível das diferenças oriundas da localização geográfica do observador, ou seja, do referencial.

O “Tracker” é um software livre que trabalha com a linguagem Java para análise e modelagem de movimentos gravados em vídeo. Ele tem sido proposto como alternativa para a coleta e análise de dados experimentais. Também podemos considerar O Tracker por ser um programa não proprietário utilizado para o desenvolvimento de vídeo-análise, estando ele disponível na internet e podendo ser utilizado para o ensino de diferentes áreas da Fìsica.

Nos últimos anos, a vídeoanálise tem se destacado como uma ferramenta poderosa tanto para pesquisa quanto para o ensino de física. Esta tecnologia permite a coleta de dados diretamente de vídeos reais de experimentos, transformando imagens em informações quantitativas que podem ser analisadas com precisão. Além disso, a capacidade de gerar gráficos a partir dessas análises torna os softwares de vídeo análise uma abordagem moderna e eficiente para investigar fenômenos físicos.

Acreditamos que a utilização de softwares de vídeoanálise será um recurso importante na construção do conhecimento dos estudantes, pois, como reconhecem autores renomados como Richard Feynman, Douglas Brown, Rainer Kassing, Eric Mazur e Randall Knight, essas ferramentas não apenas melhoram a compreensão dos fenômenos físicos, mas também tornam o processo de ensino e aprendizado mais interativo e envolvente. Ao integrar essas ferramentas tecnológicas à prática pedagógica, podemos transformar o aprendizado em algo mais dinâmico e participativo.

Com a aplicação deste produto educacional, esperamos alcançar uma maior interação dos alunos com o conteúdo, além de maximizar o aproveitamento do tempo de estudo e potencializar a apropriação do conhecimento teórico. A metodologia que envolve o uso de software de vídeoanálise permitirá que os alunos visualizem e compreendam de maneira mais clara as diferenças nos movimentos dos projéteis observados de diferentes referenciais. Esta abordagem prática visa proporcionar uma experiência mais concreta do que o simples uso de exemplos mentais.

Este produto educacional é voltado para estudantes do ensino médio, especialmente aqueles que estão iniciando o estudo de mecânica clássica. Considerando as características dessa faixa etária, que ainda está consolidando seus conhecimentos de física, o uso de ferramentas tecnológicas e a abordagem visualizada por meio de vídeo análise visa facilitar a compreensão dos conceitos abstratos, promovendo um aprendizado mais dinâmico e envolvente.

Esperamos que, ao final da aplicação do produto, os estudantes não apenas compreendam de forma mais sólida o conceito de referenciais, mas também sejam capazes de aplicar esse conhecimento em outros contextos da física, como na relatividade e física quântica. Além disso, acreditamos que a interatividade proporcionada pela vídeoanálise ajudará na apropriação mais eficiente dos conceitos e tornará o processo de aprendizagem mais interessante e aplicável ao cotidiano. Esses resultados esperados incluem a melhoria no entendimento dos fenômenos físicos, o aumento do engajamento dos alunos e a efetiva aplicação dos conceitos aprendidos.

2. Produto educacional

Os Vídeos foram elaborados com o objetivo de demonstrar uma aplicação concreta dos conhecimentos físicos na análise de uma situação real, na qual houve participação ativa dos autores. Tal abordagem fundamenta-se na Teoria dos Três Momentos Pedagógicos, proposta por Delizoicov, evidenciando o primeiro momento — a problematização inicial —, com o intuito de estimular os estudantes a produzirem seus próprios vídeos e, assim, desenvolverem o segundo momento da teoria, visando alcançar de forma efetiva, o terceiro momento — a aplicação do conhecimento.

A produção dos vídeos ocorreu em via pública, com o uso de veículos reais e a participação de colaboradores que se dispuseram a contribuir com a atividade. Foram necessárias diversas tentativas, com o objetivo de minimizar a influência de fatores físicos presentes em situações reais, os quais impedem a reprodução de um lançamento de projétil em condições ideais, isto é, sem a interferência da resistência do ar e em movimento perfeitamente uniforme.

Na etapa de problematização inicial, foram apresentados vídeos elaborados especificamente para este estudo (ver Figura 1), nos quais se recria uma situação análoga à experiência do trem de Galileu. Essa etapa tem como objetivo despertar a curiosidade e estimular a reflexão sobre o conceito de referencial, conforme defendem Freire (1987) e Delizoicov (1991), para os quais a aprendizagem deve partir da realidade vivida pelo estudante e das questões que emergem de sua experiência cotidiana.

Figura 1: Capturas de telas do vídeo 01 – visão do referencial parado em relação ao solo (a esquerda), e do vídeo 02 – Visão do referencial parado em relação ao veículo onde ocorre o lançamento (a direita).

Fonte: Acervo do autor.

A organização do conhecimento deu-se por meio da sistematização dos conceitos científicos necessários à compreensão do problema proposto. Por meio da exibição dos vídeos sob diferentes perspectivas, buscou-se evidenciar a importância de considerar a posição do observador na descrição dos movimentos.

No vídeo 02, apresenta-se o ponto de vista de um observador em repouso no interior do veículo em movimento, enquanto o vídeo 01 retrata a perspectiva de um observador fixo no solo. O objetivo consiste em comparar as trajetórias observadas, destacando as diferenças em função do referencial adotado, bem como identificar os aspectos invariantes e aqueles que se modificam conforme a situação analisada.

Para isso, foi utilizado um software de videoanálise capaz de gerar trajetórias ponto a ponto, representando o movimento vertical do projétil conforme observado do interior do veículo e o movimento parabólico percebido por um observador externo, em repouso no solo. A situação foi controlada de modo que o veículo se deslocasse com velocidade aproximadamente constante de 10 km/h, com o intuito de minimizar os efeitos da resistência do ar.

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

A tabela 2 a seguir indica os materiais, as ferramentas e as pessoas envolvidas na elaboração do experimento a ser registrado no vídeo. Ressalta-se que essa lista pode sofrer variações conforme os objetivos da análise do lançamento do projetil.

Tabela 1 - Lista dos materiais, ferramentas e pessoas para elaboração do vídeo

Quantidade	Materiais/pessoas	Descrição	Melhorias na organização e execução
01	Bola de basquete	Com massa de 476 g e de cor que venha a se destacar com facilidade na filmagem.	Substituída por uma de Medicine Ball com 2 kg de massa.
01	Vara de cano	Cano de 40 mm e 6,0 m de comprimento.	Substituída por marcações feitas

			na própria lateral do carro.
01	Fita isolante	Na cor vermelha para ser possível verificar as marcações feitas a cada um metro de distância no cano.	Utilizada para realizar as marcações diretamente na lateral do carro
10	Pedaços de pano de limpeza Multiuso	Retângulos de dimensões 30 x 40 centímetros utilizados na fixação do cano na lateral do carro.	Desnecessário após a retirada da vara de cano
01	Pacote de presilhas de nylon (popular enforca gato)	Abraçadeiras lacre de Nylon com 30 cm de tamanho para fixar o cano na lateral do carro.	Desnecessário após a retirada da vara de cano
01	Nível de mão	Utilizado para nivelar o cano.	Utilizado para auxiliar na fixação das marcações com a fita isolante na lateral do carro.
01	Fita métrica ou trena	Trena de 10 m, utilizada para medir as distancias de marcação a ser feita no cano.	Utilizada para medir as marcações feitas na lateral do carro.
01	Carro com carroceria picape Fiat Strada	A marca e modelo não são exigências	Mantivemos o veículo.

		necessárias, o importante é ser uma picape, para possibilitar o lançamento da bola acontecer sobre ela.	
01	Carro passageiro Volkswagem Voyage	A marca e modelo não são exigências necessárias, o importante era ter um segundo veículo para realizar a experiencia.	Substituímos por uma moto, que possibilitava com melhor segurança e qualidade capturar a imagem.
03	Aparelhos celulares	De qualquer marca e modelo desde que tenha qualidade de gravação compatível com a mínima exigida pelo Software Tracker: Mínimo funcional: 640 × 480 pixels (VGA) e o recomendado: 1280 × 720 pixels (HD)	Continuamos com os mesmos aparelhos
10	Cones de sinalização	Cones padrões utilizados para sinalização das vias.	Continuamos com a mesma quantidade.
02	Triângulos de sinalização	Triângulos padrões existentes nos veículos e utilizados para	Desnecessário para realização no segundo local

		sinalização das vias em casos de necessidade.	escolhido para realizar a experiencia.
08	Pessoas	02 motoristas, 03 cinegrafistas, 02 controladores de tráfego e 01 arremessador	Um dos motoristas passou a ser o condutor da moto.

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2 REALIZAÇÃO DA EXPERIENCIA PARA ELABORAÇÃO DOS VÍDEOS

1ª PARTE – Organização do veículo utilizado para base do lançamento.

Inicialmente, foi preparada a vara de cano que serviria como referência de medida no vídeo. Com o auxílio de uma trena e fita isolante, realizaram-se as marcações necessárias. A vara, com 6 m de comprimento, foi dividida em seis partes iguais de 1 m cada, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Vara de cano com as marcações feitas

Fonte: Acervo do autor.

Para a realização dos experimentos, a picape foi estacionada em um local com piso nivelado, o que facilitou a fixação do cano em sua lateral (ver Figura 3).

Figura 3 – Carro estacionado em local nivelado

Fonte: Acervo do autor.

Com o auxílio de um nível de mão, o cano foi ajustado de modo a permanecer alinhado horizontalmente. A fixação foi realizada por meio de presilhas de nylon, utilizando-se pedaços de pano multiuso como material isolante entre o cano e a lataria do veículo. Essa medida teve como objetivo evitar o contato direto entre as superfícies, reduzindo o atrito e prevenindo possíveis danos à pintura (ver Figura 4).

Figura 4 – Colocação dos tecidos e verificação do nivelamento do cano

Fonte: Acervo do autor.

Após as verificações de alinhamento e fixação, obteve-se a configuração apresentada na Figura 5.

Figura 5– Carro preparado como base de lançamento

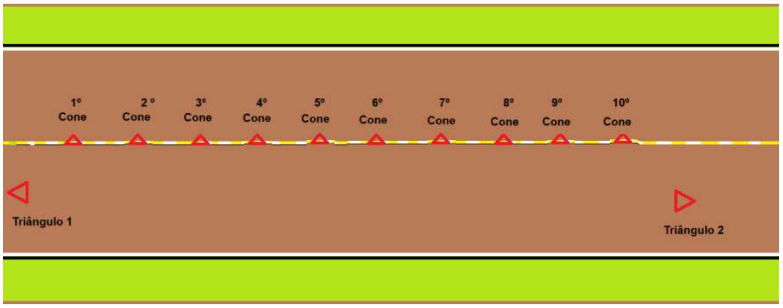
Fonte: Acervo do autor.

2ª PARTE – Organização do local de gravação.

A gravação foi realizada na rodovia RN-307, que liga os municípios de Extremoz e Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte. O local foi escolhido por apresentar superfície relativamente plana e baixo fluxo de veículos.

Para garantir a segurança durante as gravações, foram distribuídos cones de sinalização na faixa central da pista, isolando uma das mãos de direção em um trecho de aproximadamente 55 m, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Representação do isolamento da parte da pista a ser usada



Fonte: elaborada pelo autor.

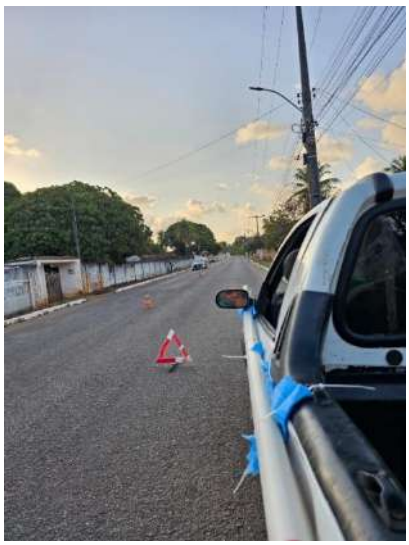
Em cada extremidade do trecho isolado, foi posicionada uma pessoa responsável pelo controle do sistema de “siga e pare”. A equipe contou com a colaboração de familiares e amigos (ver Figura 7).

Figura 7 – Equipe e veículos utilizados

Fonte: Acervo do autor.

Após a organização, os veículos e participantes foram posicionados para o início da experiência (Figura 8).

Figura 8 – Veiculos posicionados para o início da experiência



Fonte: Acervo do autor.

Apesar da escolha da RN-307 em função do baixo fluxo, no momento da gravação — realizada em um domingo à tarde — observou-se um tráfego maior do que o esperado, o que exigiu ajustes durante a execução do experimento.

Nas primeiras tentativas, buscou-se realizar o cruzamento dos veículos utilizando apenas uma faixa da via. Foram obtidos resultados satisfatórios para os vídeos referentes aos observadores em repouso em relação ao solo e ao observador no interior do veículo lançador. Entretanto, o registro referente ao observador em outro veículo apresentou problemas de enquadramento.

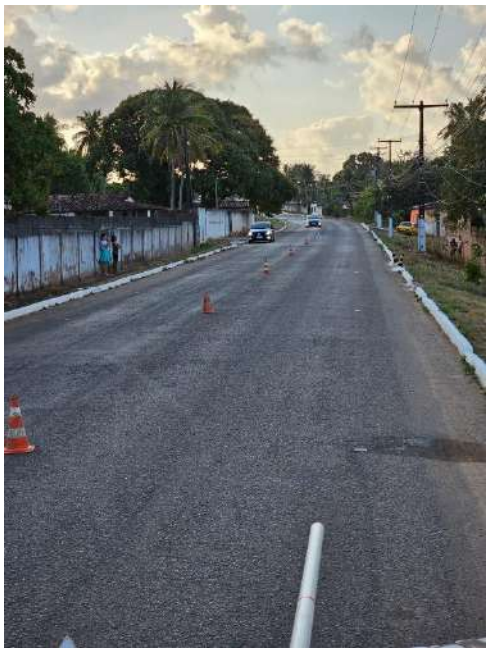
Após análise das imagens ainda no local, concluiu-se que a proximidade entre os veículos dificultava o registro adequado. Assim, optou-se por utilizar ambas as faixas da via, aumentando a distância entre os veículos durante o cruzamento (Figura 9).

Figura 9 – Veiculos posicionados para iniciar uma nova tentativa

Fonte: Acervo do autor.

Mesmo com essa adaptação, persistiram dificuldades relacionadas à nitidez da bola durante o movimento. Novas tentativas foram realizadas (Figura 10).

Figura 10 – Registro do início de mais uma das várias tentativas realizadas



Fonte: Acervo do autor.

Posteriormente, verificou-se que a velocidade adotada (20 km/h), embora baixa, poderia estar interferindo na qualidade da captura das imagens. Assim, os motoristas foram orientados a manter velocidade constante de aproximadamente 10 km/h. Após novas tentativas, obteve-se um vídeo satisfatório (Figura 11).

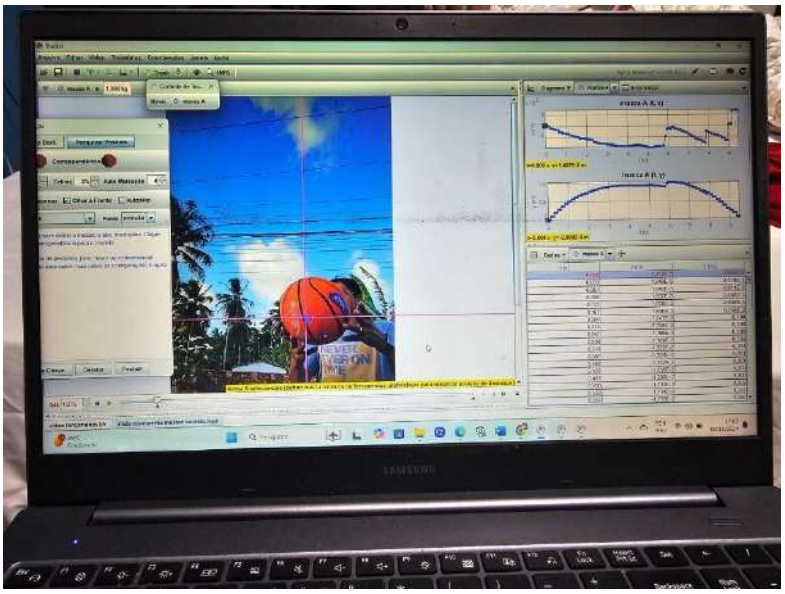
Figura 11 – Registro do momento em que o sinal para início de uma das tentativas é dado

Fonte: Acervo do autor.

3ª PARTE – Utilização do software tracker para analisar os vídeos.

Após a obtenção dos vídeos, procedeu-se à análise por meio do software Tracker. Inicialmente, os resultados obtidos foram insatisfatórios, especialmente na geração de gráficos (Figura 12).

Figura 12 – Analisando os vídeos com Tracker



Fonte: Acervo do autor.

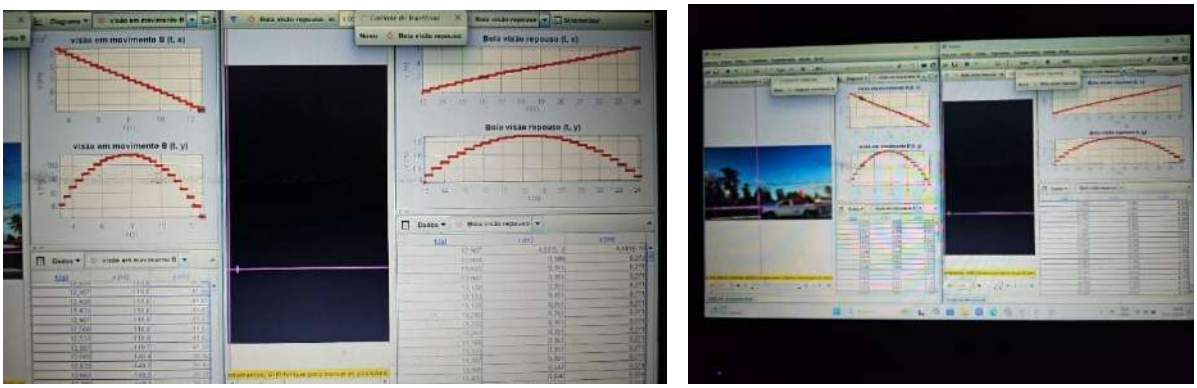
Para melhorar a qualidade da análise, utilizou-se o editor de vídeos CapCut, reduzindo a velocidade dos quadros em até dez vezes, por meio do efeito de câmera lenta (Figura 13).

Figura 13 – Destaque da imagem representativa do editor de vídeos CapCut

Fonte: Acervo do autor.

Com essa adaptação, foi possível gerar gráficos representativos do movimento nas direções horizontal e vertical. No entanto, persistiram dificuldades na análise do referencial interno ao veículo lançador (Figura 14).

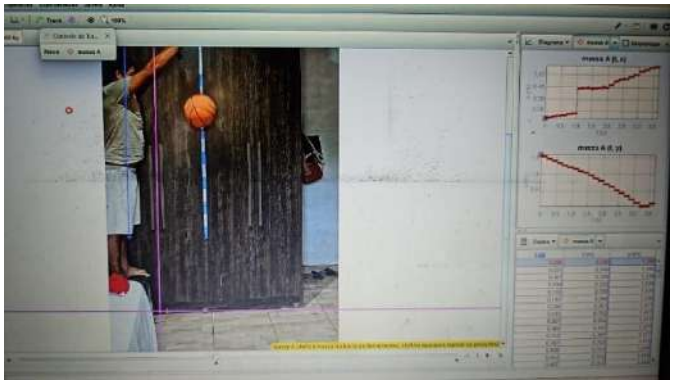
Figura 14 – Gráficos gerados no Software Tracker



Fonte: Acervo do autor.

Diante disso, investigaram-se possíveis causas para as inconsistências observadas. Inicialmente, considerou-se a influência da proximidade da câmera em relação ao fenômeno. Foram realizados testes adicionais, incluindo lançamentos verticais em repouso e análise de queda livre, porém os problemas persistiram (Figura 15).

Figura 15 – Imagem da tela do computador rodando o Software Tracker coletando os dados gerados pela queda “livre” da bola de basquete no vídeo



Fonte: Acervo do autor.

Também se avaliou a possibilidade de interferência das variações de cor da bola na leitura do movimento pelo software. Para minimizar esse efeito, a bola foi pintada, mas não se obtiveram melhorias significativas.

Após discussão com o orientador, concluiu-se que a bola apresentava um movimento mais complexo do que o desejado, incluindo rotação em torno do próprio eixo. Assim, buscou-se utilizar uma bola com maior massa.

Após tentativas em academias e lojas, obteve-se uma bola medicinal (medicine ball) de 2 kg, com auxílio de um colaborador (Figura 16). Testes preliminares indicaram resultados satisfatórios.

Figura 16 – Lado esquerdo da imagem: o amigo Tobias me entregando a bola. Lado direito: a bola (medicine ball)

Fonte: Acervo do autor.

4ª PARTE – Produção definitiva dos vídeos.

Com base nas experiências anteriores, optou-se pela substituição do segundo veículo por uma motocicleta, o que proporcionou maior segurança e melhor qualidade nas gravações.

Além disso, foi incorporada uma segunda motocicleta deslocando-se ao lado do veículo lançador, com mesma velocidade e direção, permitindo melhor enquadramento das imagens.

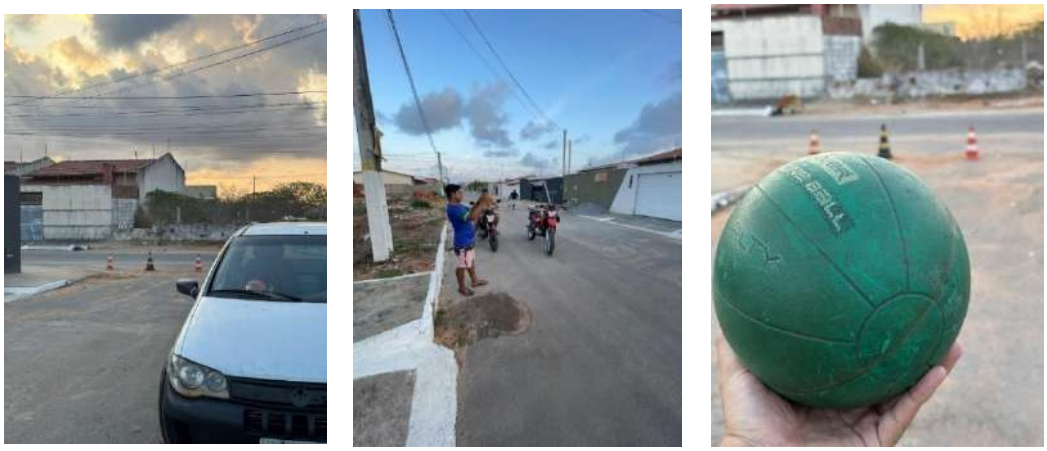
A configuração final do experimento passou a contar com duas motocicletas e uma picape, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Veículos utilizados na produção dos vídeos alinhados no início da Rua Ana Xavier.

Fonte: Acervo do autor.

Devido às dificuldades encontradas na rodovia RN-307, optou-se pela realização das gravações em um novo local, com menor fluxo de veículos: a Rua Ana Xavier, no bairro Moinho dos Ventos. Nesse local, foi possível realizar o bloqueio temporário da via, garantindo melhores condições de segurança e execução (Figura 18).

Figura 18 – Bloqueio do início da Rua Ana Xavier imagem a esquerda; verificação do enquadramento para o referencial parado em relação ao solo imagem central e foto da bola utilizada imagem a direita



Fonte: Acervo do autor.

Por se tratar de uma atividade ao ar livre, a influência da resistência do ar e fatores humanos — como variações no momento do lançamento — mostrou-se inevitável. Essas limitações exigiram a repetição de diversas tentativas até a obtenção de resultados adequados (Figura 19).

Figura 19 – Registros de imagens dos bastidores durantes a produção dos vídeos: imagem a esquerda carro lançador e veículo em sentido contrário. Lado direito: momento de saída do veículo lançador

Fonte: Acervo do autor.

2.3 MANUAL AUTOEXPLICATIVO: ANÁLISE DE VÍDEOS COM LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS NO SOFTWARE TRACKER

Índice

1. Introdução ao Tracker.
2. Requisitos e Instalação.
3. Importação do vídeo.
4. Definição do início e fim do corte do vídeo.
5. Configuração da escala.
6. Configuração dos eixos de coordenadas.

7. Marcação dos pontos de forma manual.
8. Marcação dos pontos de forma automática.
9. Análise de dados.
10. Exportação dos resultados.
11. Conclusão.

---

1. Introdução ao Tracker

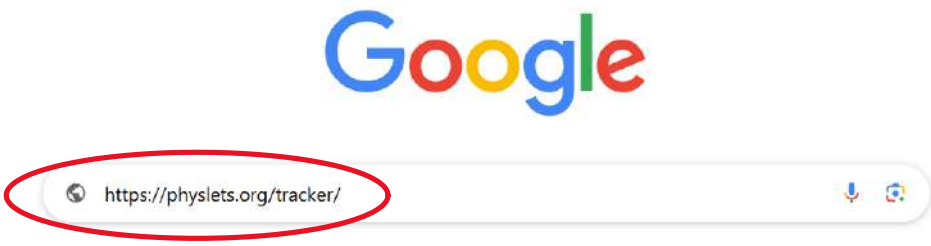
O Tracker é um software gratuito utilizado para análise de movimento a partir de vídeos. Ele permite estudar a trajetória, velocidade e aceleração de objetos em movimento. Neste manual, abordaremos o uso do Tracker para analisar o movimento de projéteis.

---

2. Requisitos e Instalação

- **Requisitos:** Um computador com sistema operacional Windows, macOS ou Linux.
- **Instalação:**

2.1. Abra o buscador no seu computador e digite: https://physlets.org/tracker/.



Fonte: Galeria do autor

2.2. Acesse o site oficial do Tracker, marque a opção **Português**.

Fonte: Galeria do autor

2.3. Caso a opção acima não dê certo, para a versão em português, baixe o arquivo de tradução:

- No site, procure a opção "Translation" e localize o idioma português.
- Baixe o arquivo correspondente ao idioma.

2.4. Em último caso, instale o Tracker seguindo estas etapas:

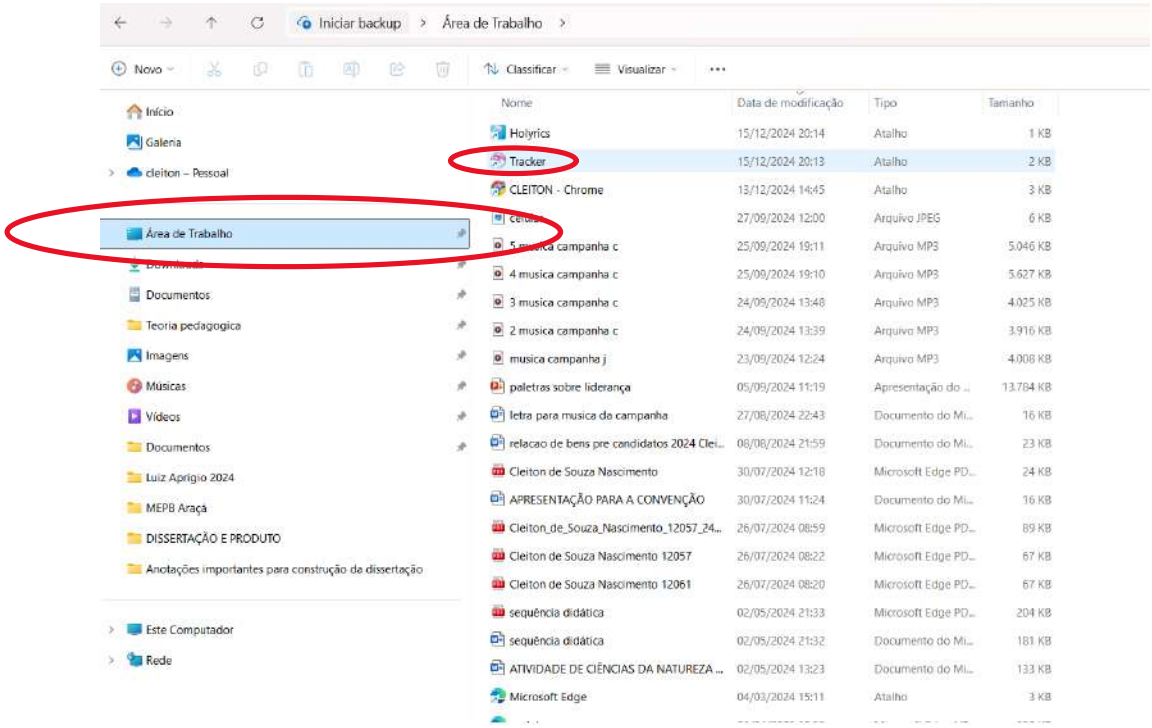
- Baixe a versão compatível com o seu sistema operacional.
- Execute o instalador e conclua a instalação.

2.5. Para configurar o idioma:

- Abra o Tracker.
- Acesse **Edit > Preferences > Locale**.
- Selecione "Português" e reinicie o programa.

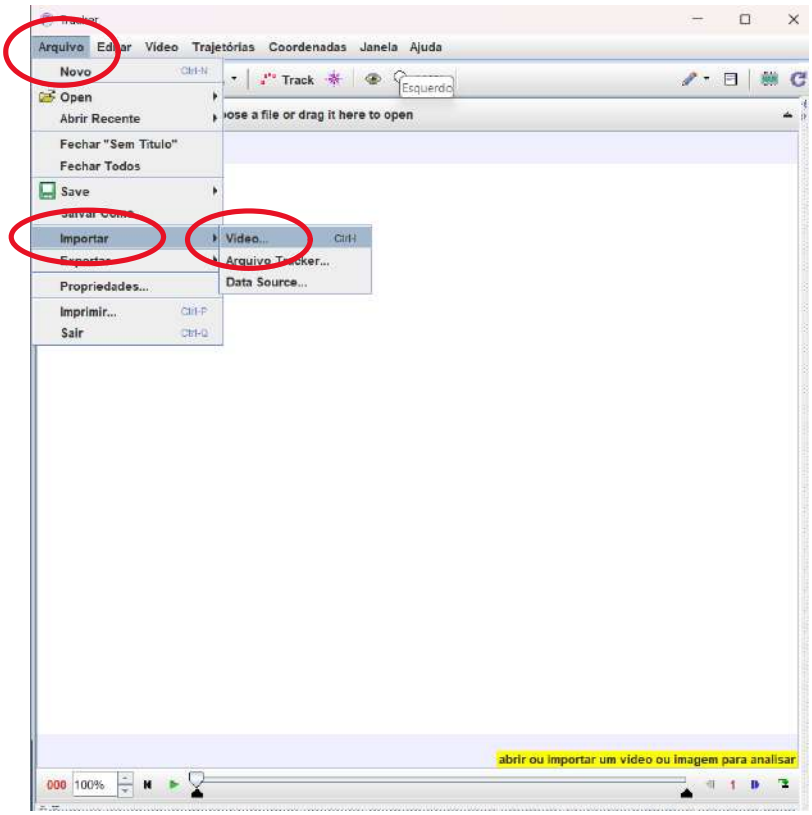
3. Importação do Vídeo

3.1. Abra a pasta onde encontra-se o **Software** e em seguida abra o **Tracker**.



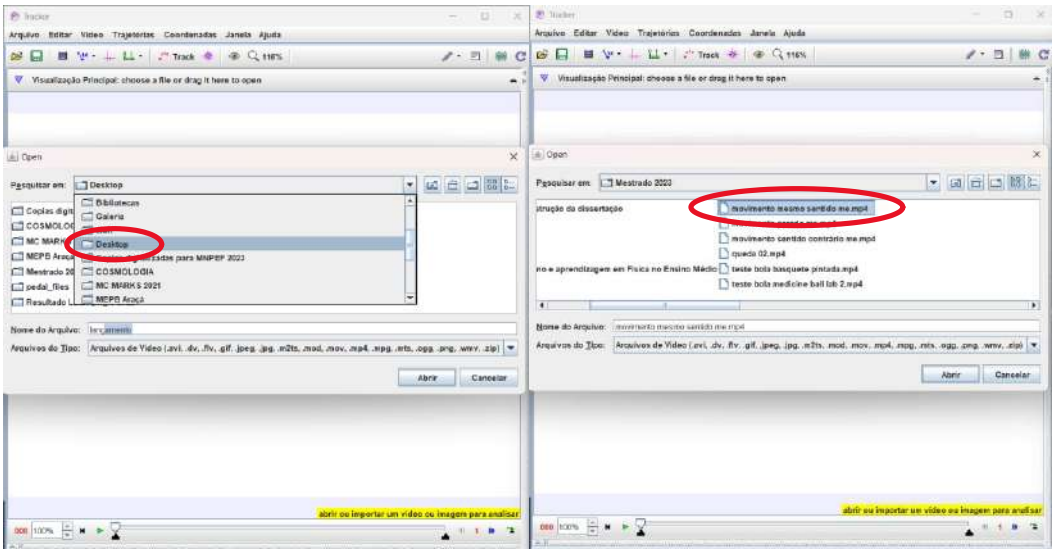
Fonte: Galeria do autor

3.2. Clique em **Arquivo > Importar > Vídeo...** ou no ícone de pasta.



Fonte: Galeria do autor

3.3. Selecione a pasta onde se encontra o vídeo do movimento do projétil, e selecione o vídeo desejado. Certifique-se de que o vídeo esteja em um formato suportado (MP4, AVI, etc.).

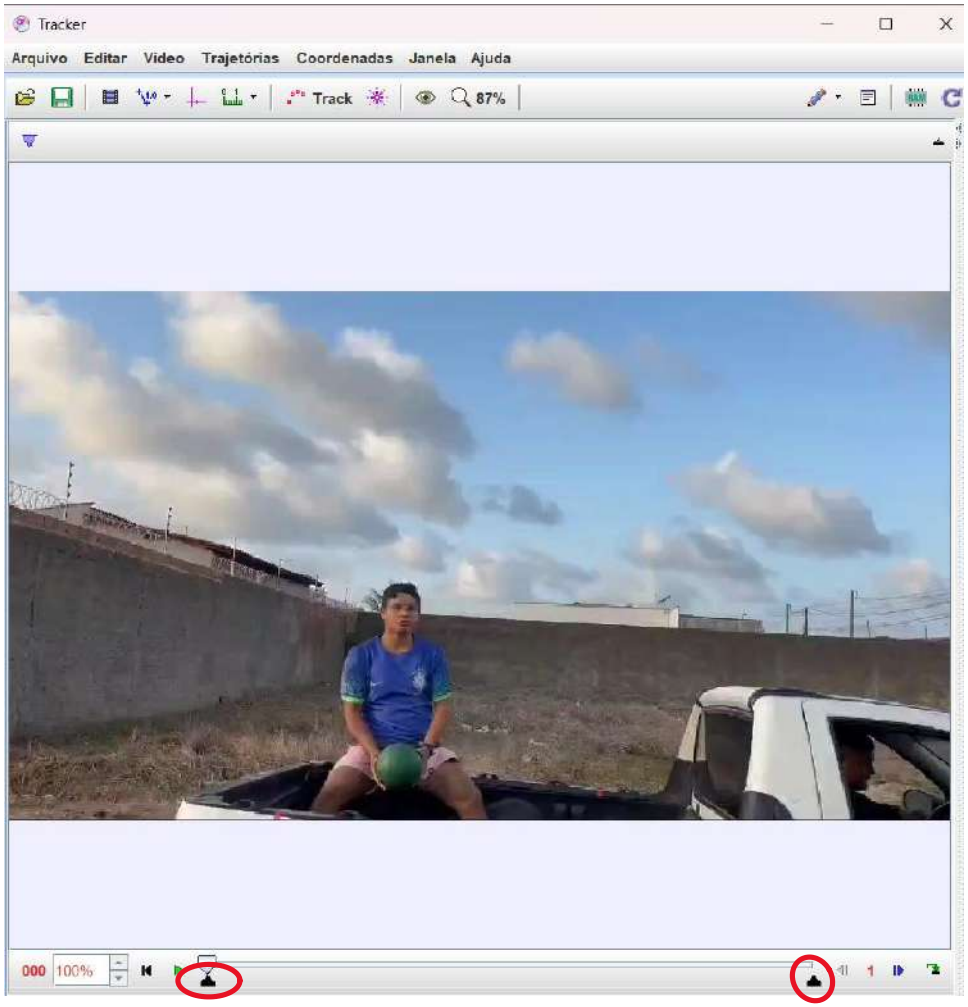


Fonte: Galeria do autor

4. Definição do início e o fim do corte do vídeo.

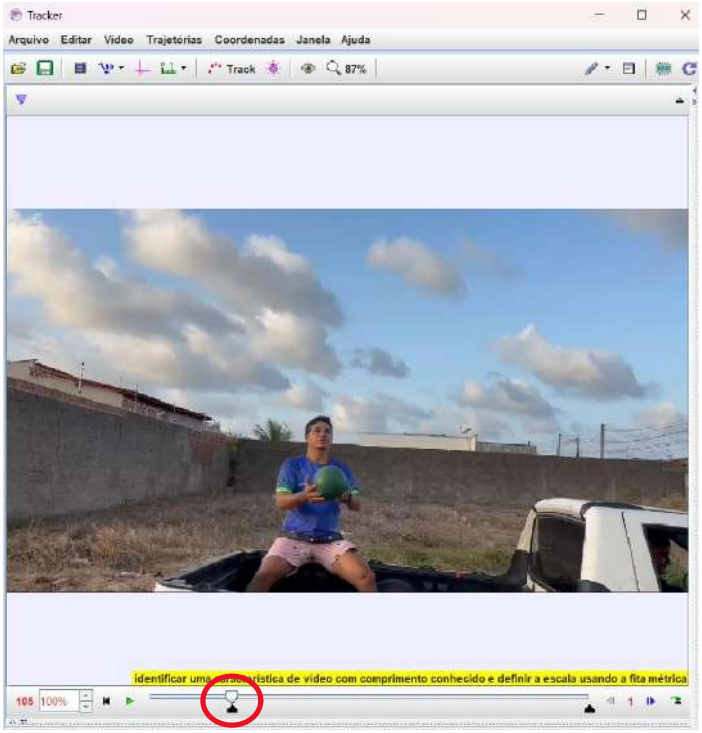
Para obter o início e o fim da parte do vídeo que deseja utilizar, é necessário configurar com o curso do mouse da seguinte forma:

4.1. Identifique as marcações em negrito que indicam o início e no fim do vídeo e ficam localizadas abaixo da barra na qual observamos a evolução do vídeo no canto inferior da tela.



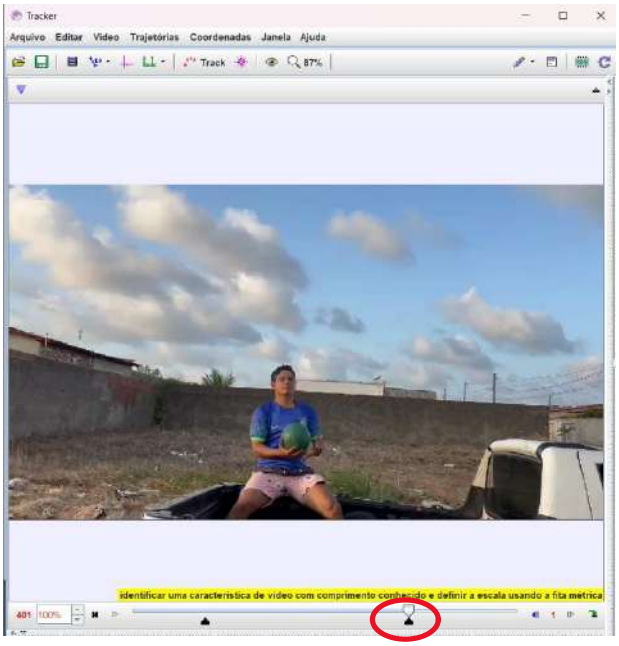
Fonte: Galeria do autor

4.2. Clique com o botão esquerdo do mouse na marcação que representa o quadro inicial e arraste para a direita até o local desejado.



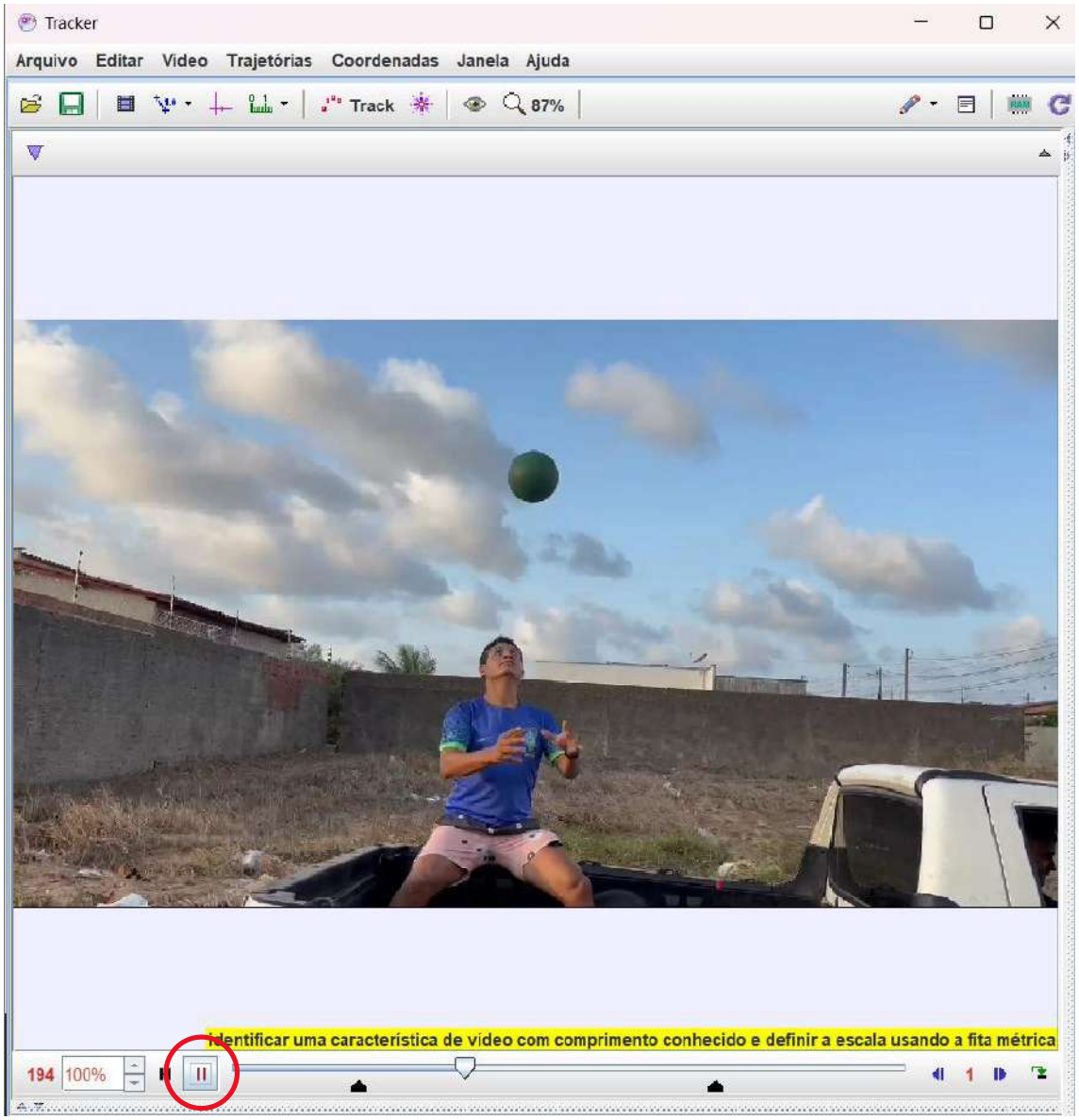
Fonte: Galeria do autor

4.3. Repita o procedimento inicial descrito no tópico anterior e arraste a marcação que representa o quadro final para a esquerda até o local desejado.



Fonte: Galeria do autor

4.4. Inicie o vídeo e confira se está corretamente ajustado. Caso não esteja, repita os passos 4.3 e/ou 4.4 para deixar da forma correta.

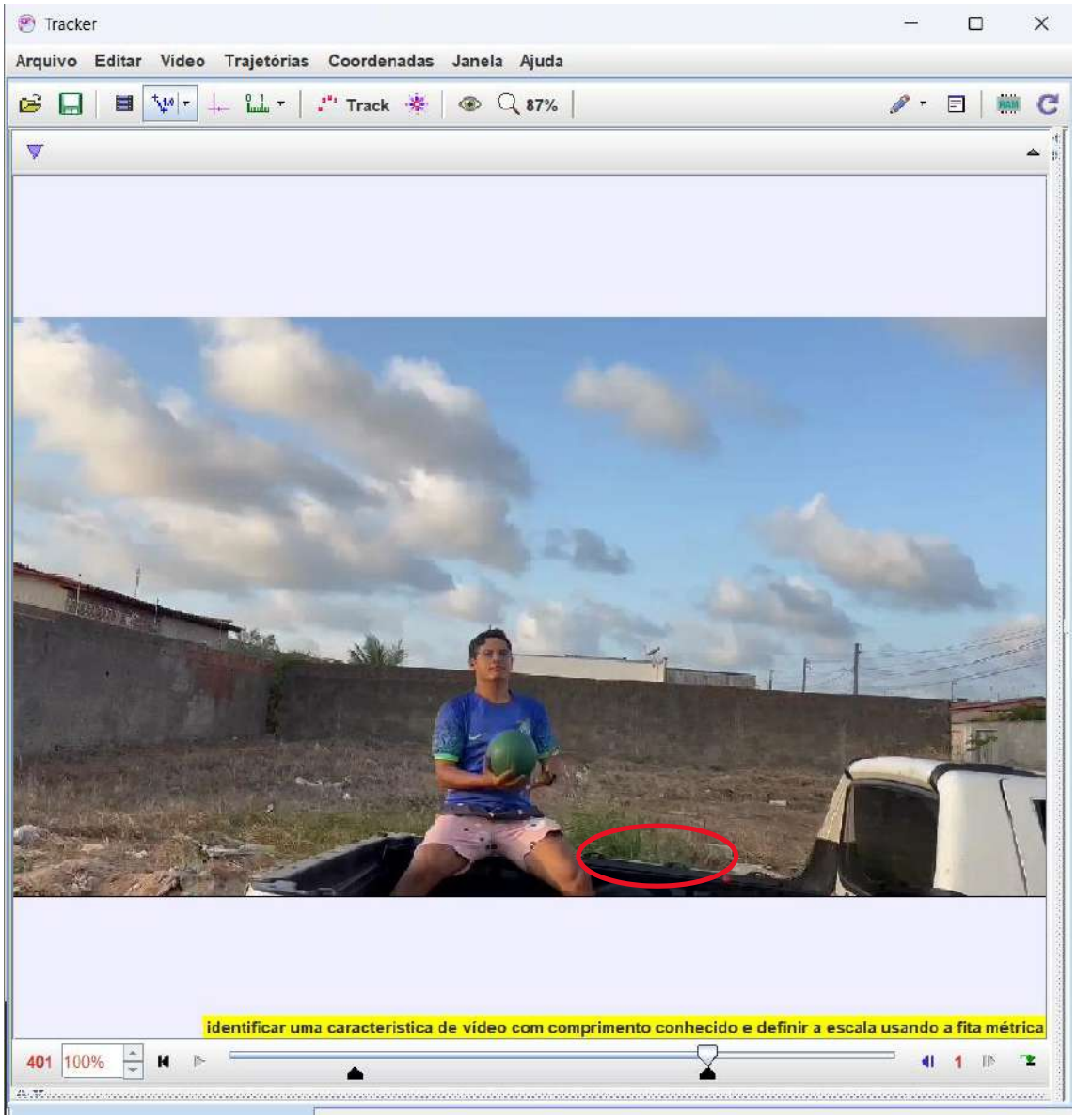


Fonte: Galeria do autor

5. Configuração da Escala

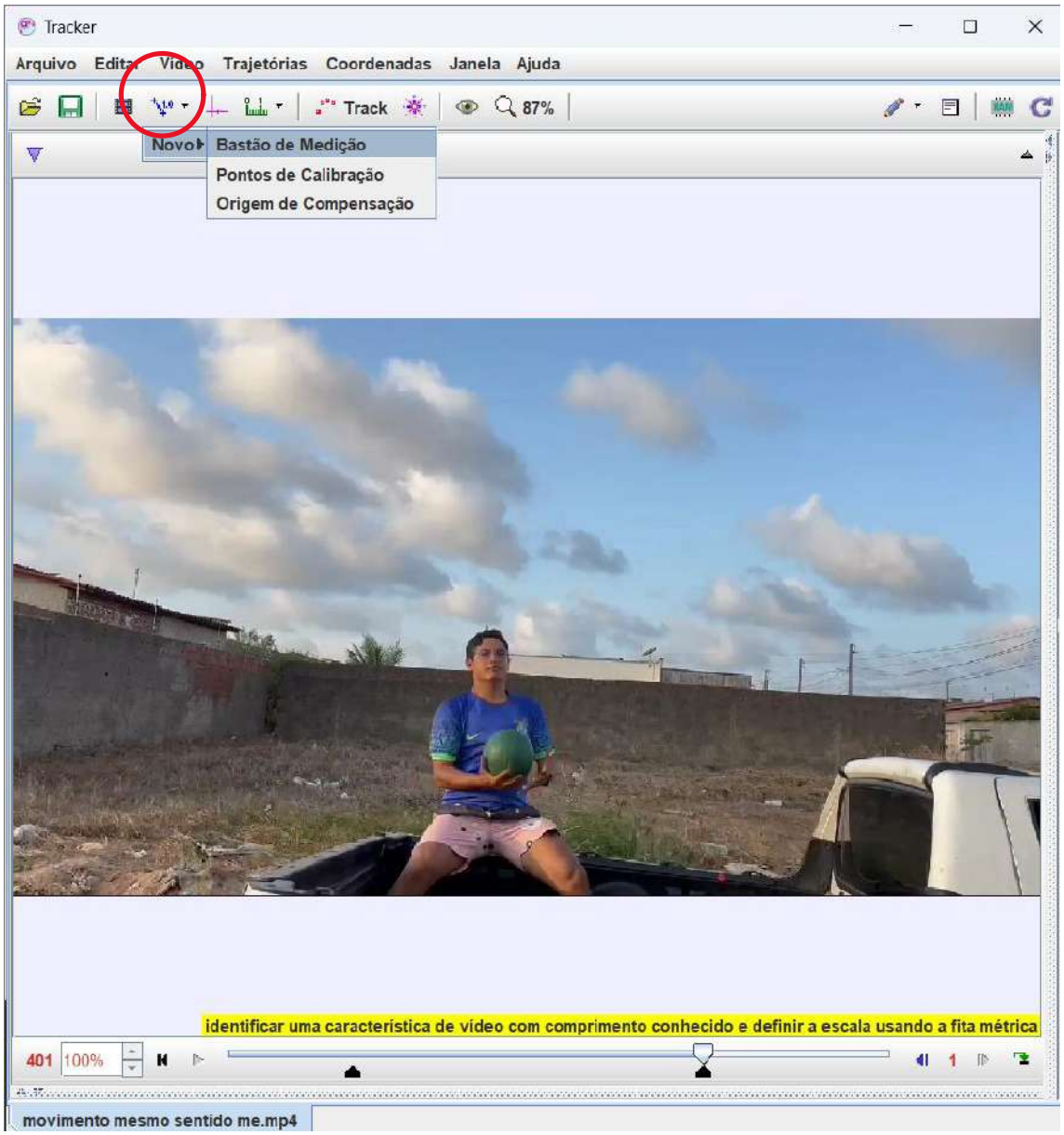
Para obter medições reais, é necessário configurar a escala:

5.1. Identifique um objeto no vídeo com tamanho conhecido (ex.: uma régua ou um marcador).



Fonte: Galeria do autor

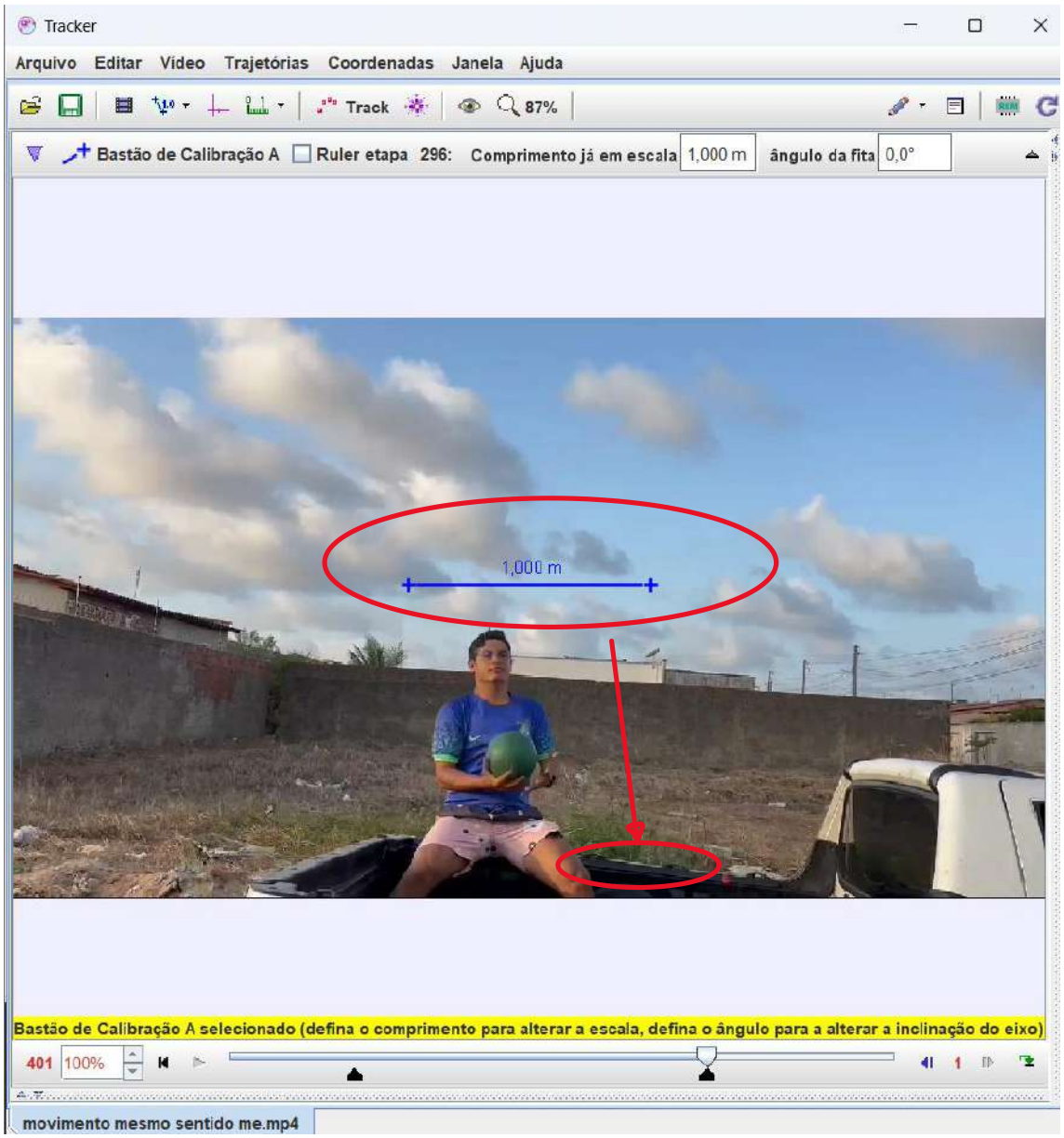
5.2. Clique no ícone **Tape Measure** (régua).



Fonte: Galeria do autor

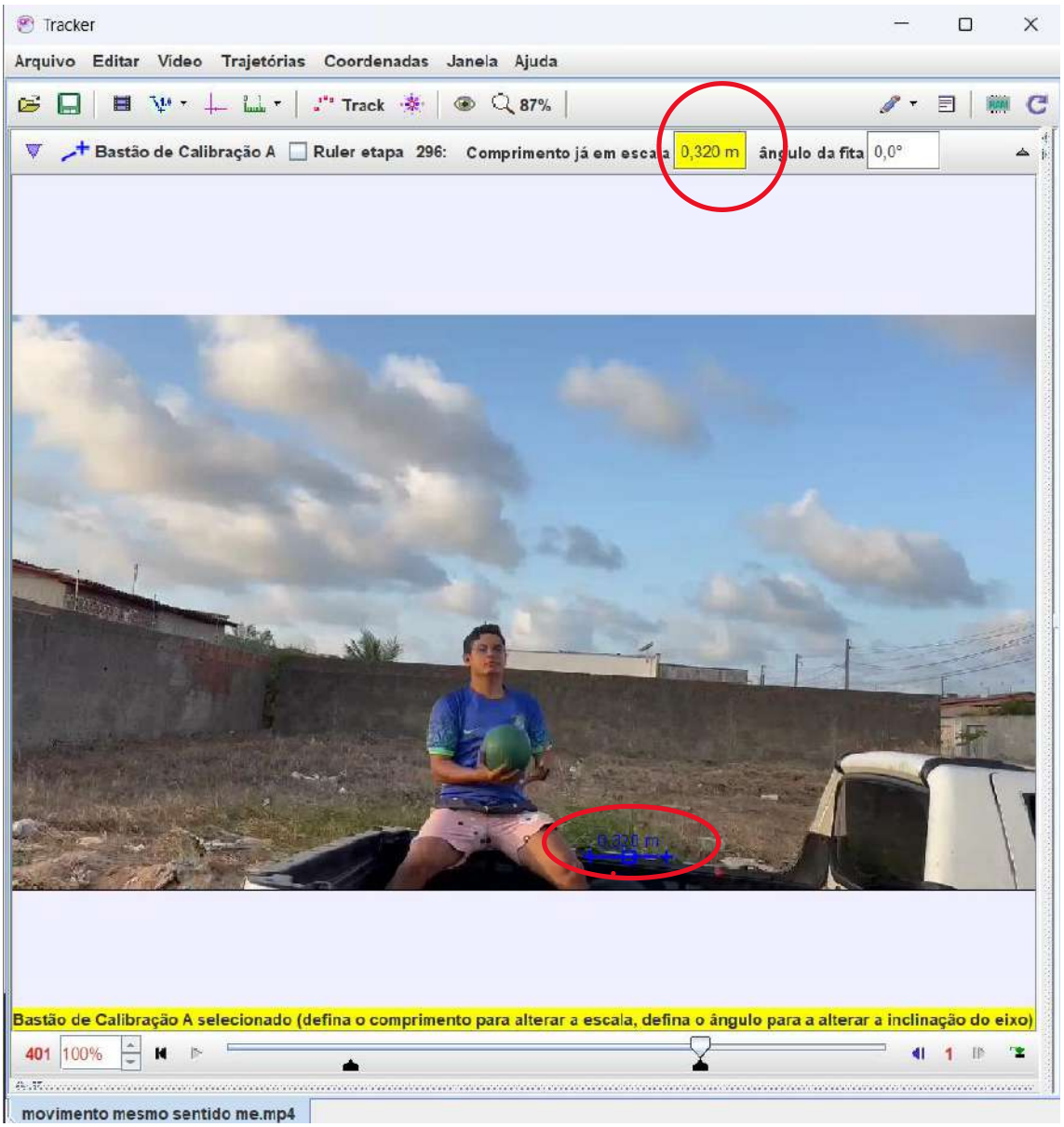
5.3. Arraste a linha da régua virtual para o local onde existe a referência do tamanho real, clicando nas extremidades da régua virtual organize o

tamanho dela, de forma a corresponder ao tamanho do referencial conhecido.



Fonte: Galeria do autor

5.4. Insira o valor real do comprimento na janela de configuração.



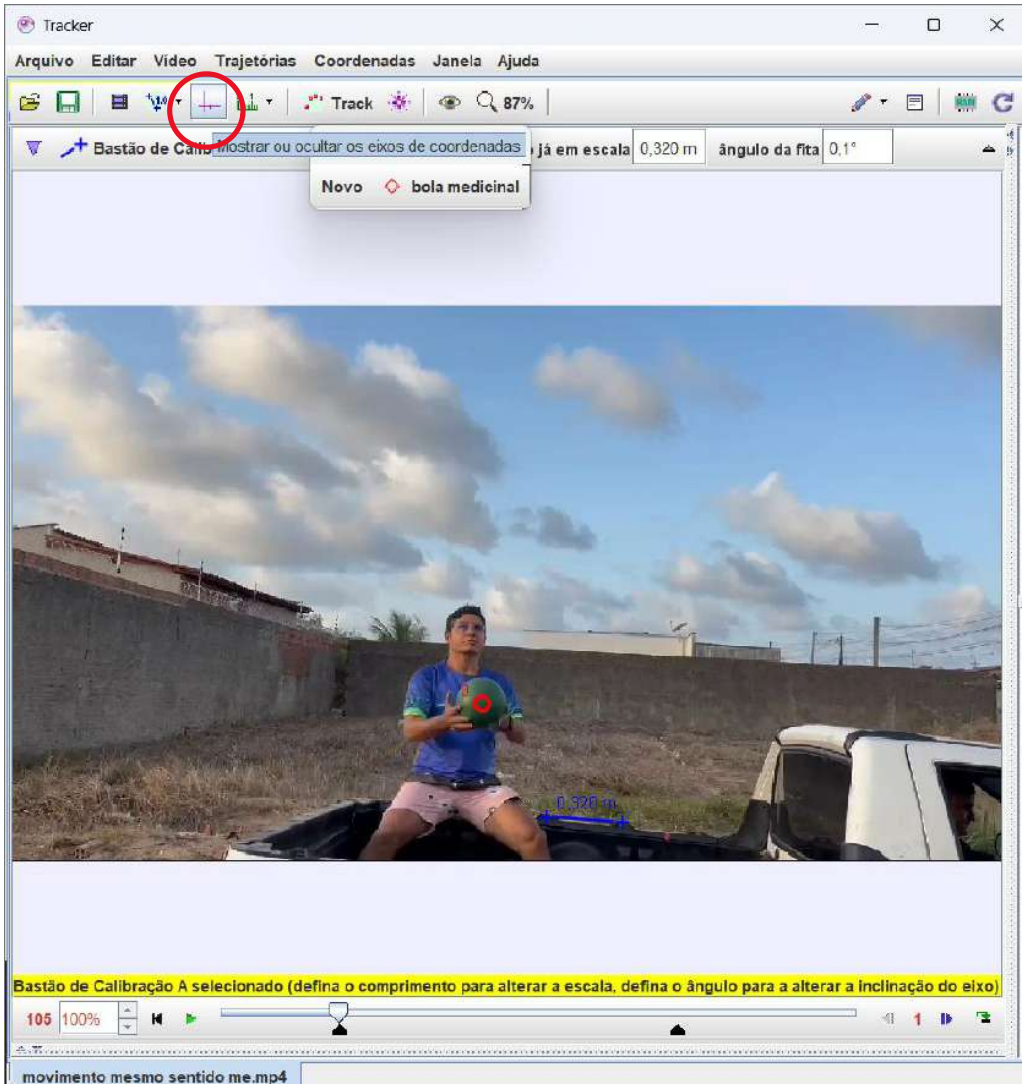
Fonte: Galeria do autor

6. Configuração dos Eixos de Coordenadas

Para obter melhores resultados, é necessário configurar os eixos de coordenadas:

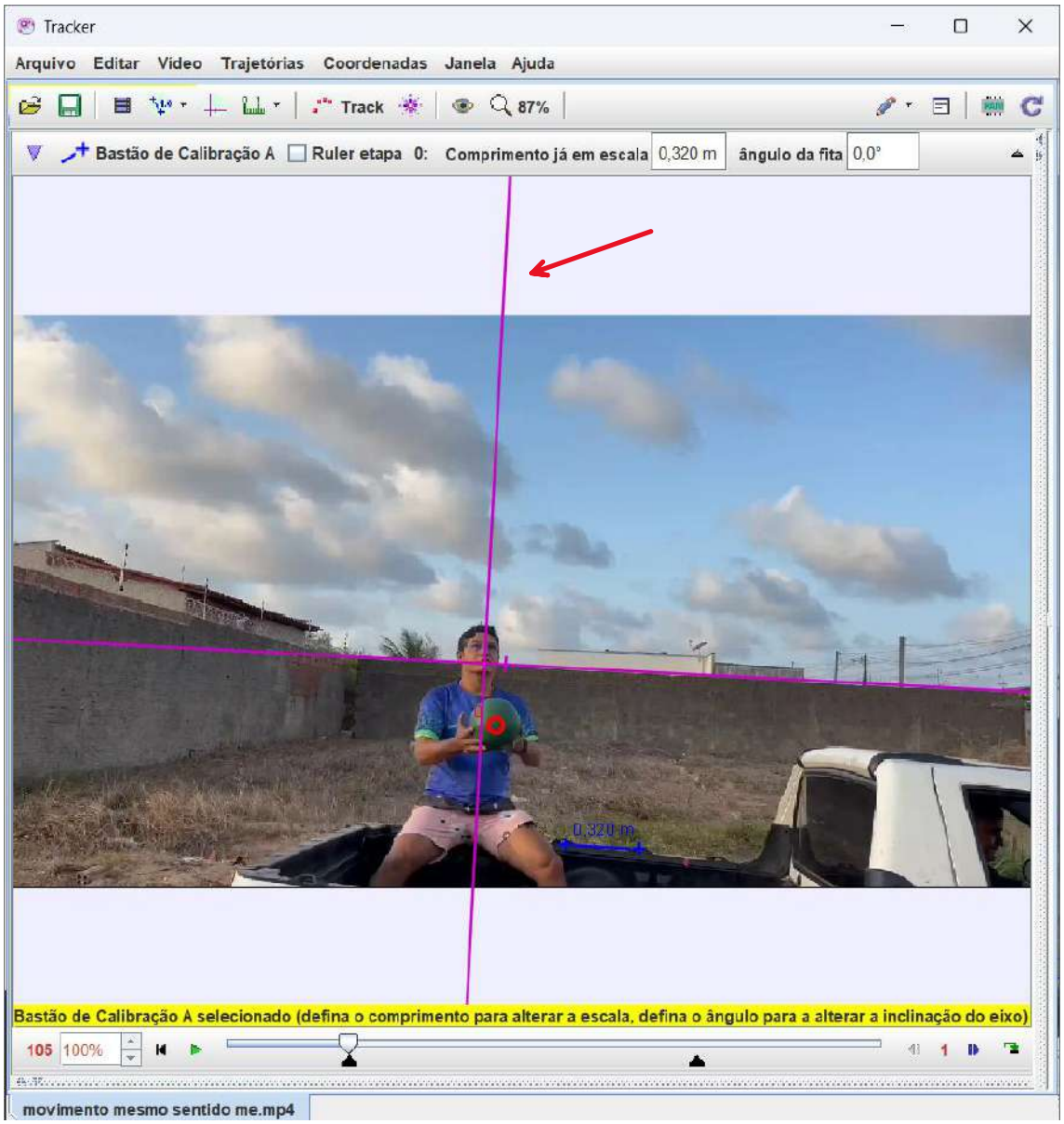
6.1. Identifique um objeto no vídeo que melhor oriente quanto a posição correta de um dos eixos, horizontal ou vertical (ex.: uma linha formada por um muro).

6.2. Clique no ícone **Mostrar ou Ocultar os Eixos de Coordenadas**.



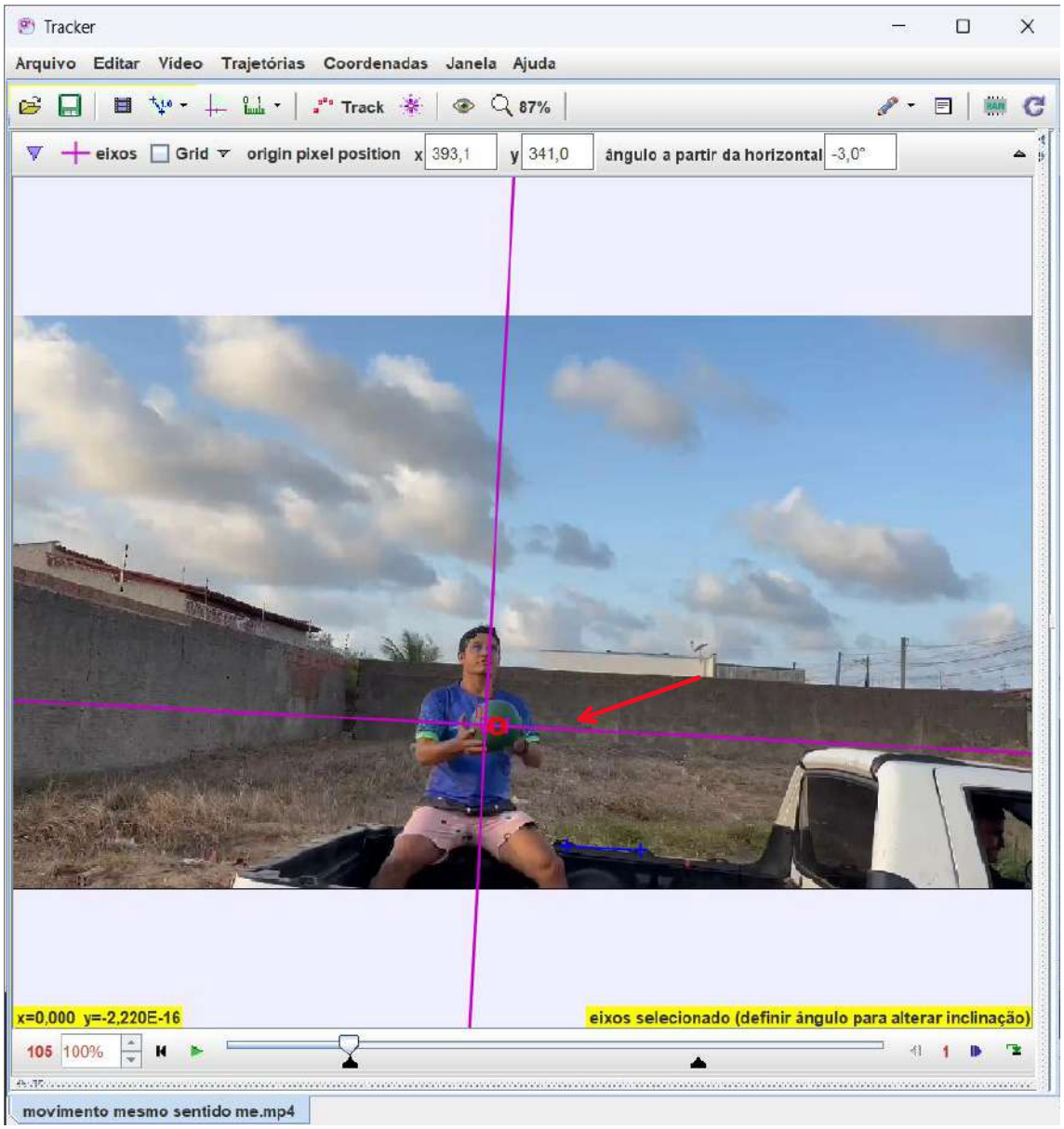
Fonte: Galeria do autor

6.3. Arraste os eixos de coordenadas para que a linha do eixo correspondente ao existente e escolhido no vídeo se sobreponha.



Fonte: Galeria do autor

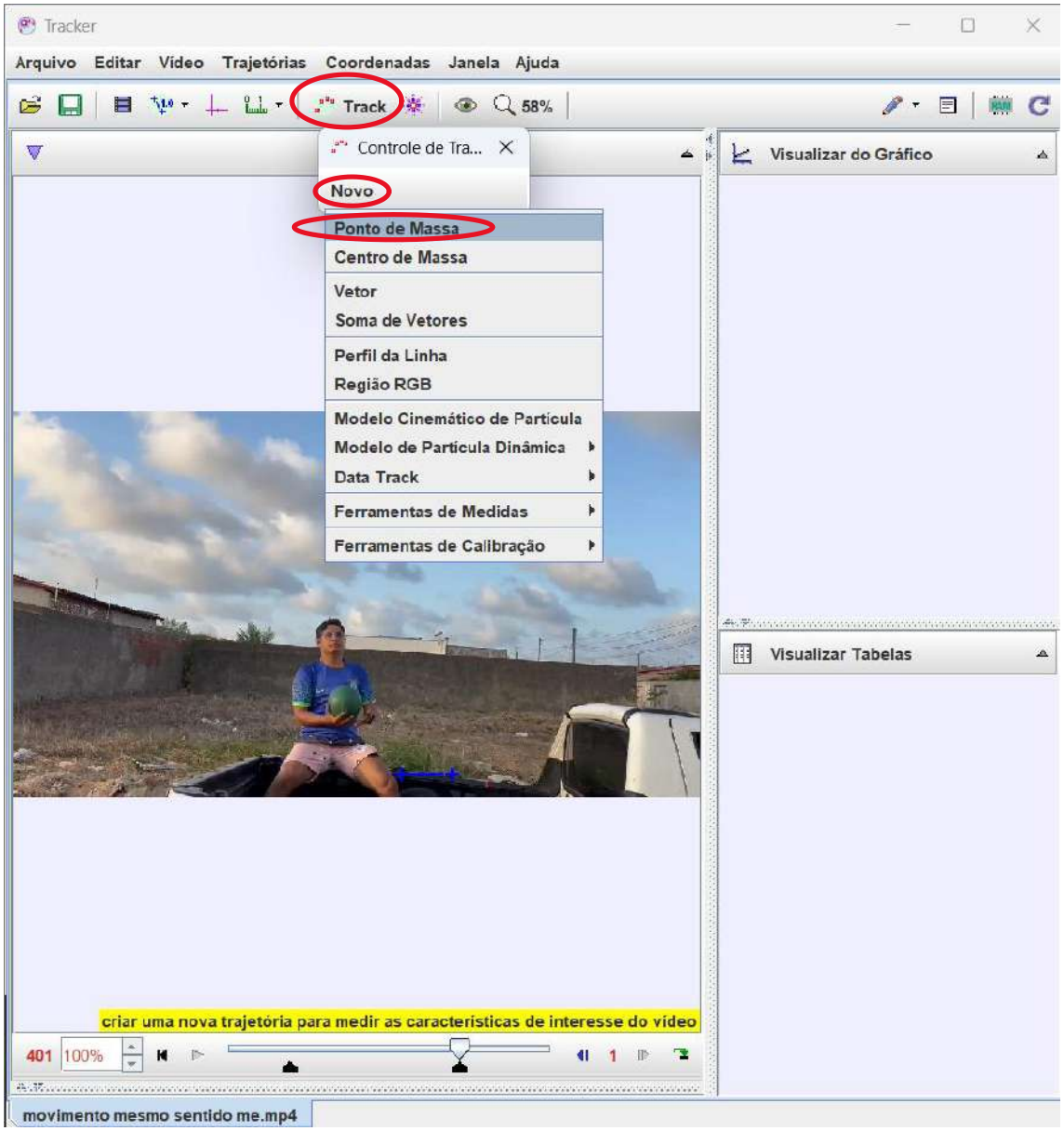
6.4. Arraste o centro dos eixos de coordenadas para a posição mais adequada sem modificar o alinhamento previamente estabelecido.



Fonte: Galeria do autor

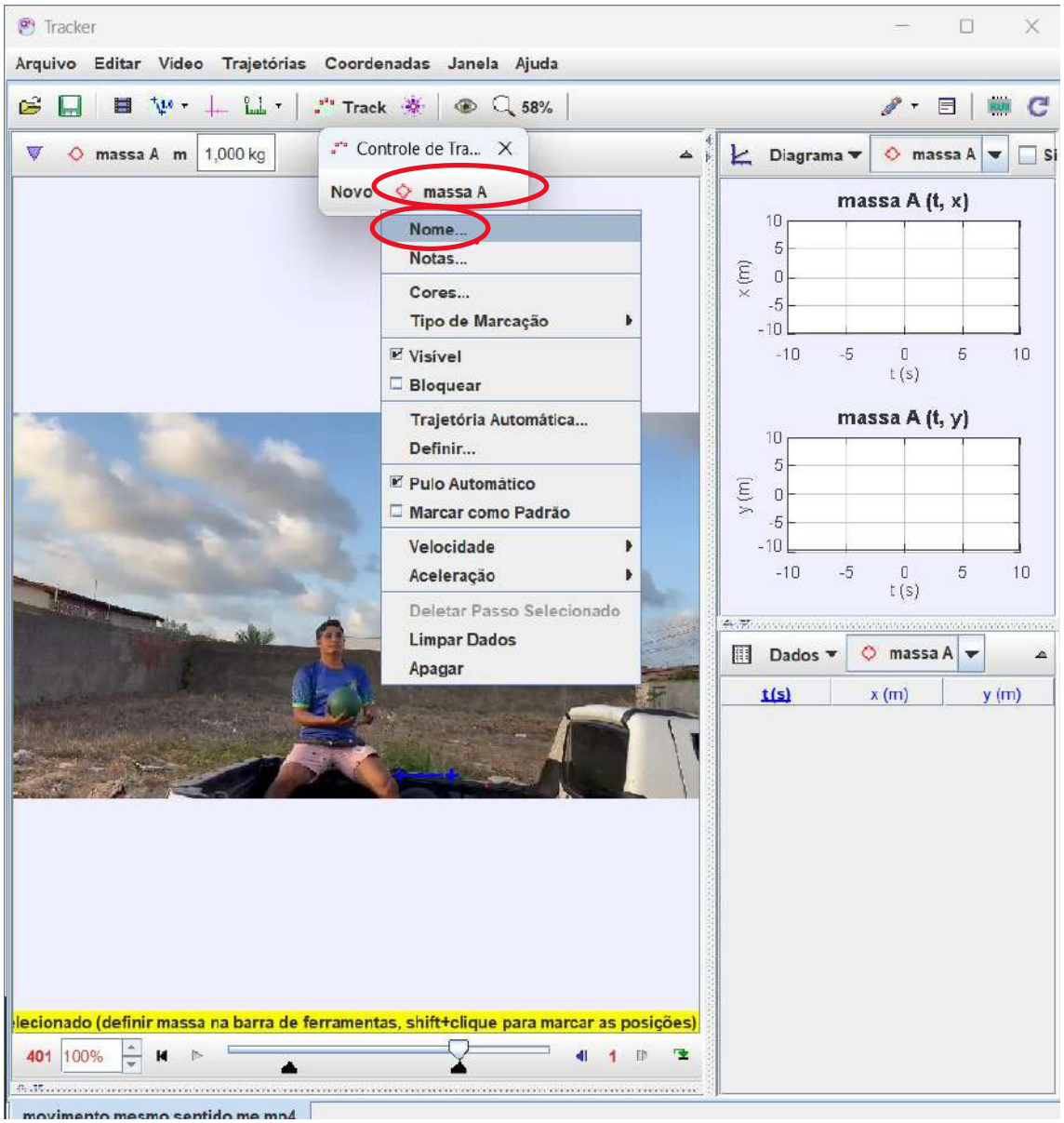
7. Marcação dos Pontos de forma manual

7.1. Clique no ícone **Track > Novo > Ponto de Massa** para criar um ponto de rastreamento.



Fonte: Galeria do autor

7.2. Caso deseje pode renomear o ponto de massa que aparece inicialmente como **massa A**, clicando no ícone **massa A > nome.**

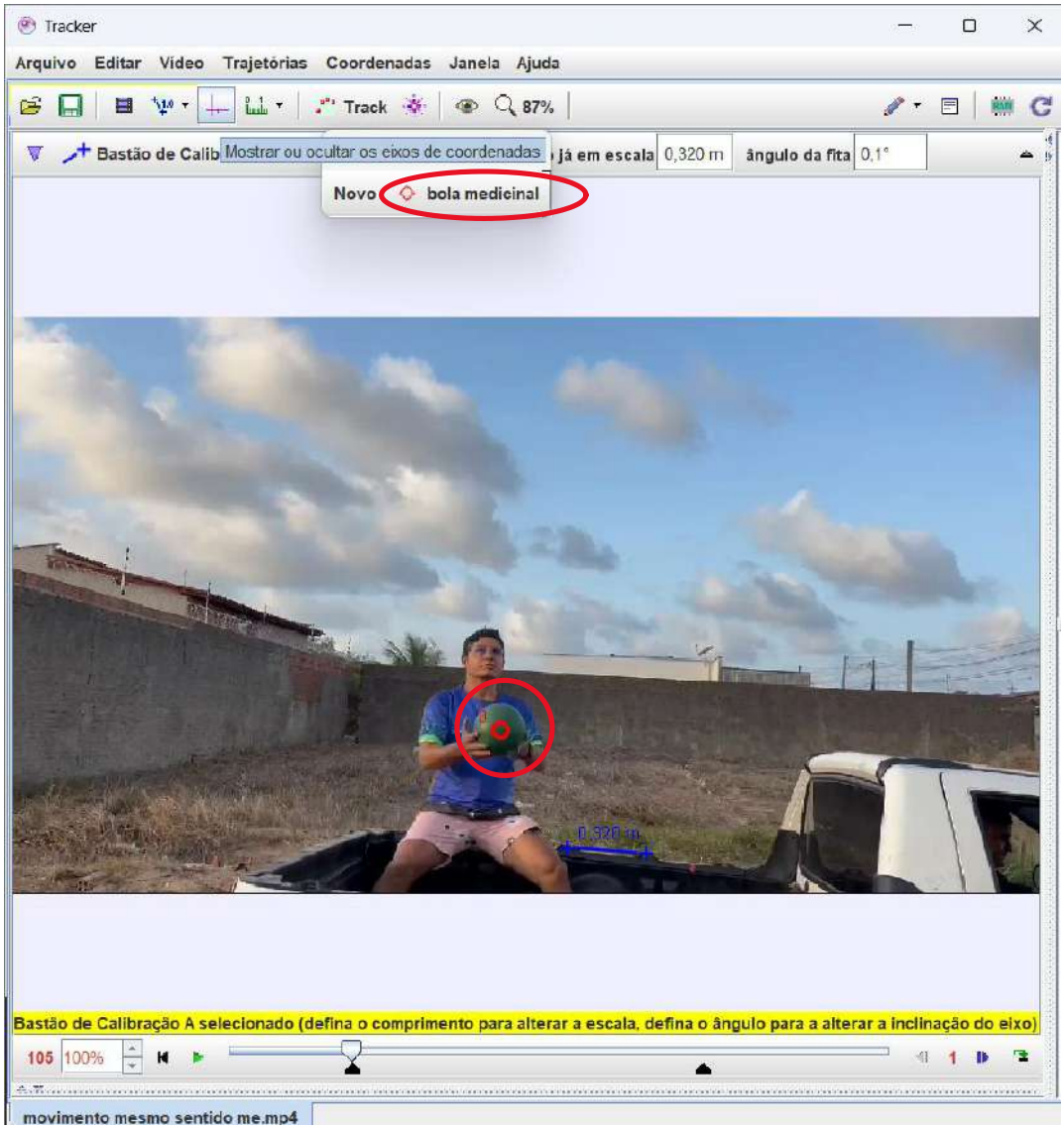


Fonte: Galeria do autor

7.3. Avance o vídeo para o primeiro frame onde o projétil está visível (caso não tenha feito os ajustes de início e fim do vídeo).

7.4. Clique no ícone **massa A (ou já renomeado a seu gosto) > marca como padrão.**

7.5. Clique no centro do projétil para marcá-lo.



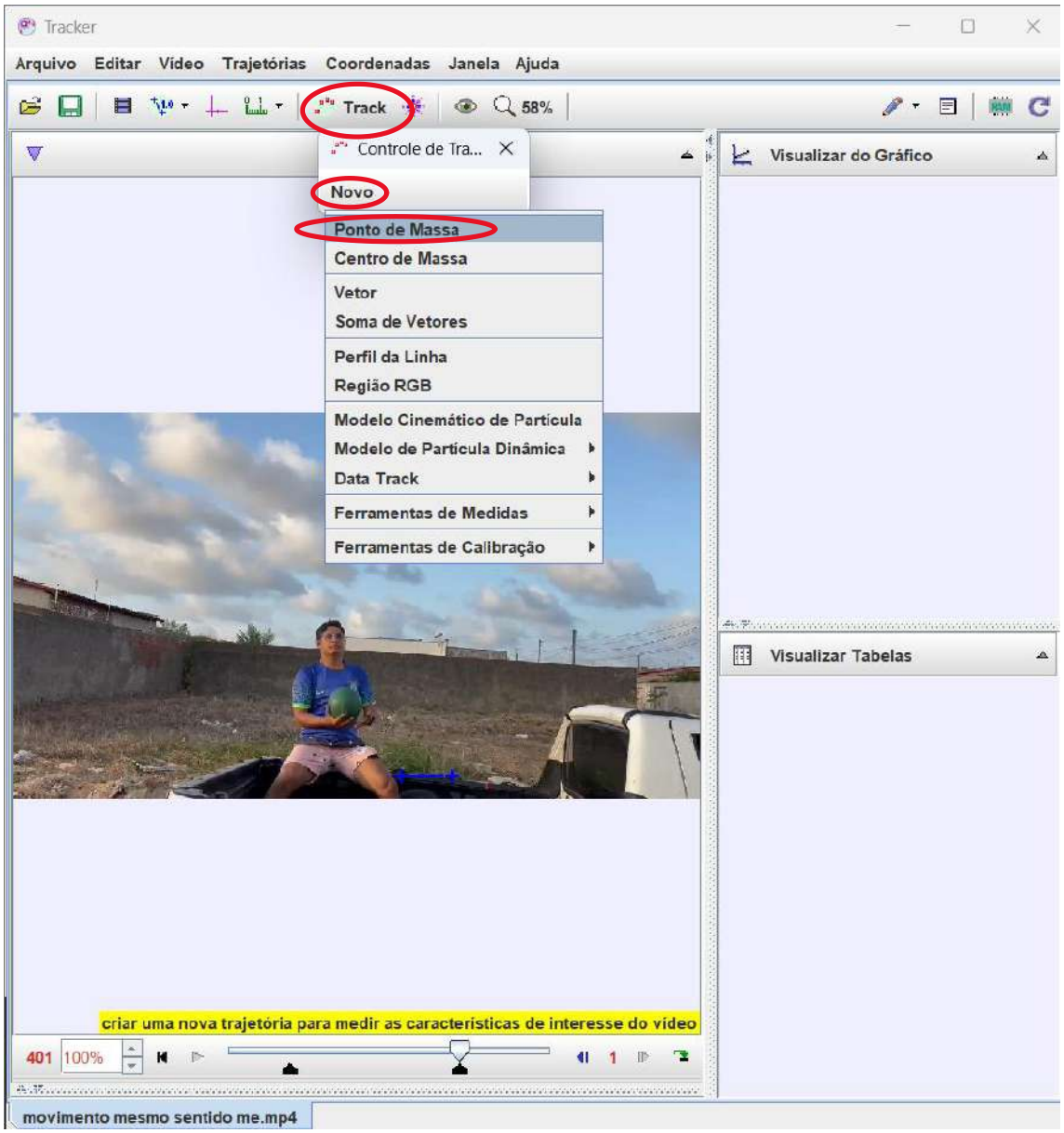
Fonte: Galeria do autor

7.6. Use as setas do teclado ou o botão “Próximo Frame” para ir ao próximo frame.

7.7. Repita o processo de marcação para cada frame até concluir todo o movimento a ser estudado presente no vídeo.

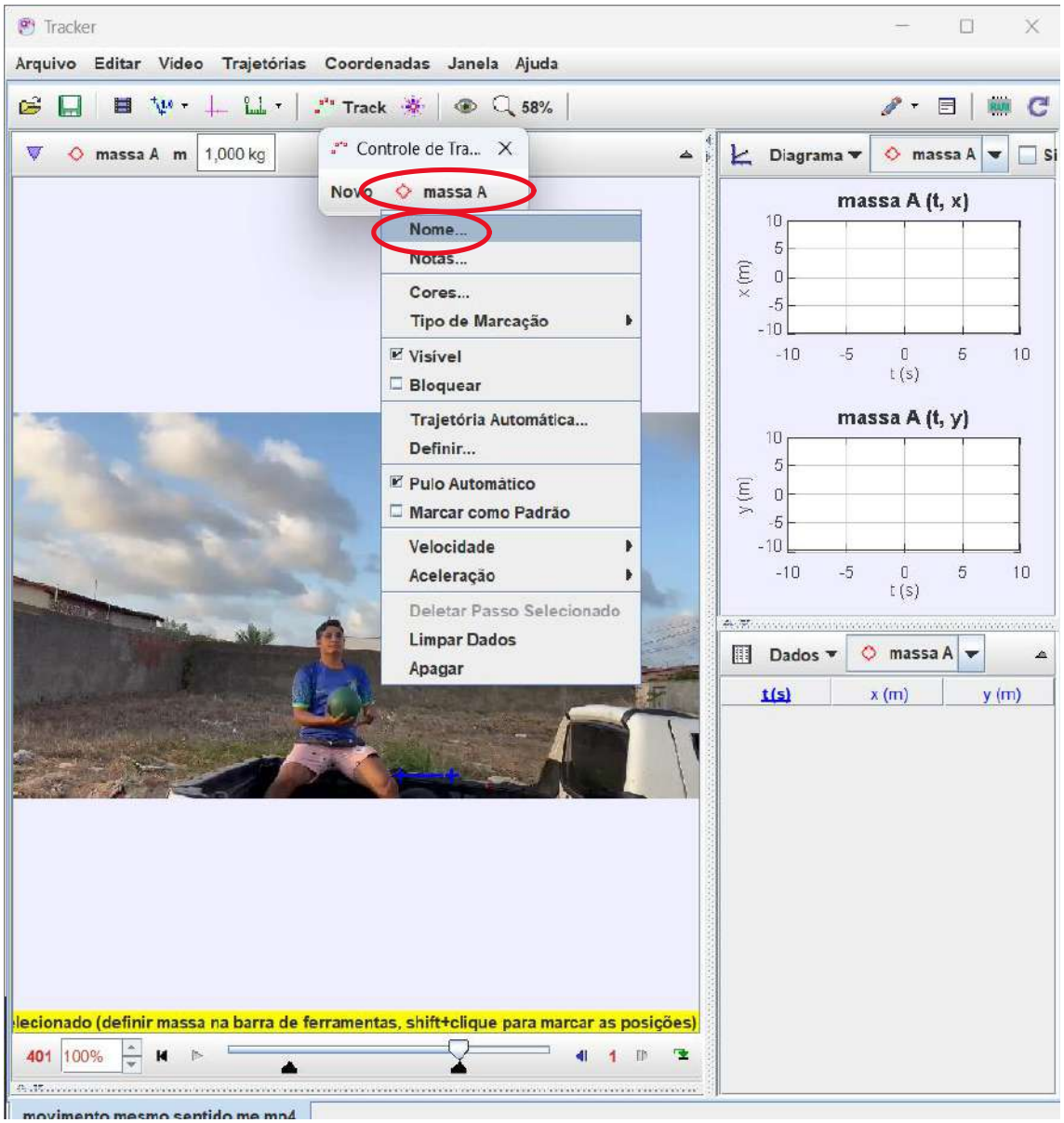
8. Marcação dos Pontos de forma automática

8.1. Clique no ícone **Track > Novo > Ponto de Massa** para criar um ponto de rastreamento.



Fonte: Galeria do autor

8.2. Caso deseje pode renomear o ponto de massa que aparece inicialmente como **massa A**, clicando no ícone **massa A > nome**

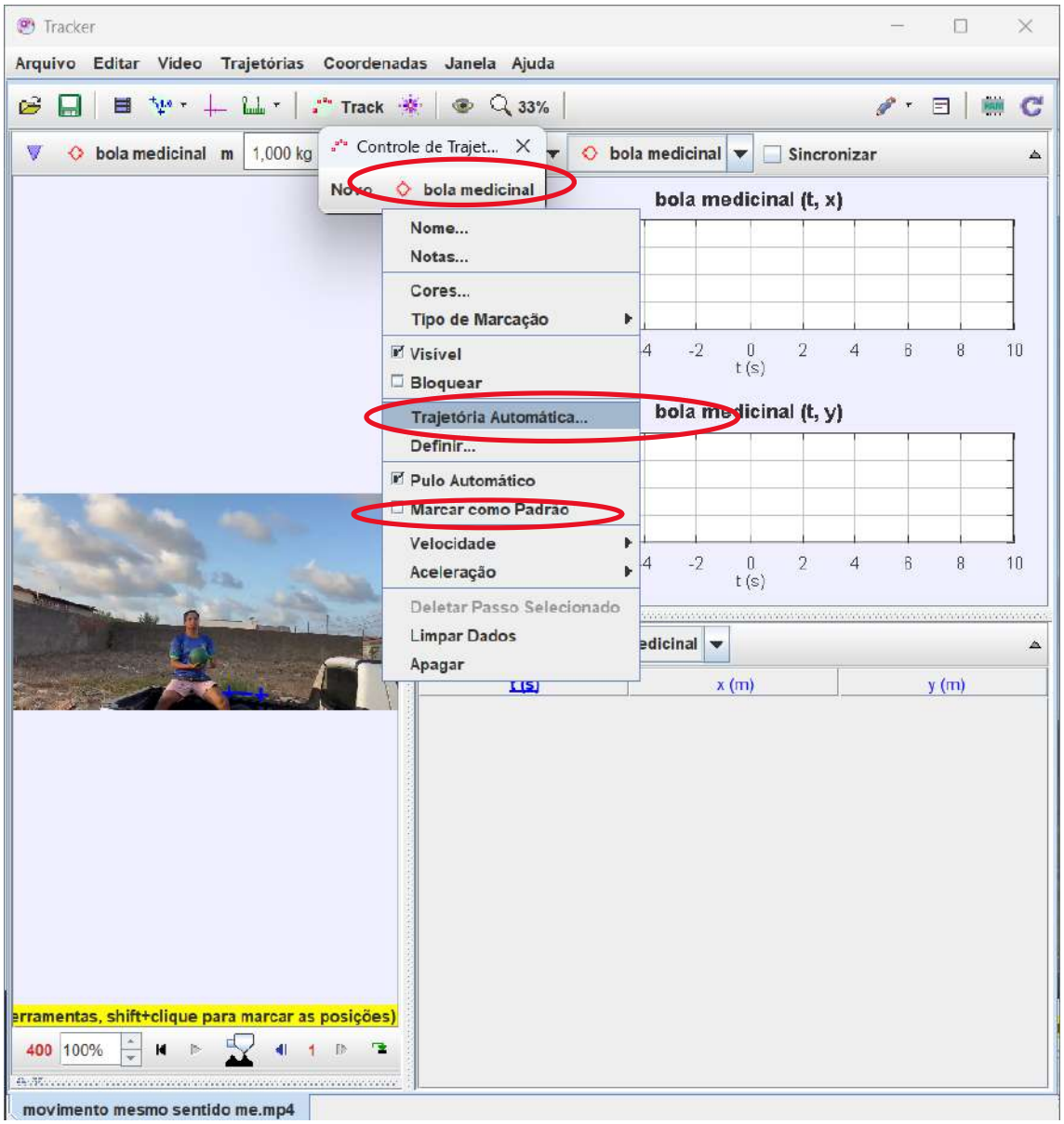


Fonte: Galeria do autor

8.3. Avance o vídeo para o primeiro frame onde o projétil está visível (caso não tenha feito os ajustes de início e fim do vídeo).

8.4. Clique no ícone **massa A (ou já renomeado a seu gosto) > marca como padrão.**

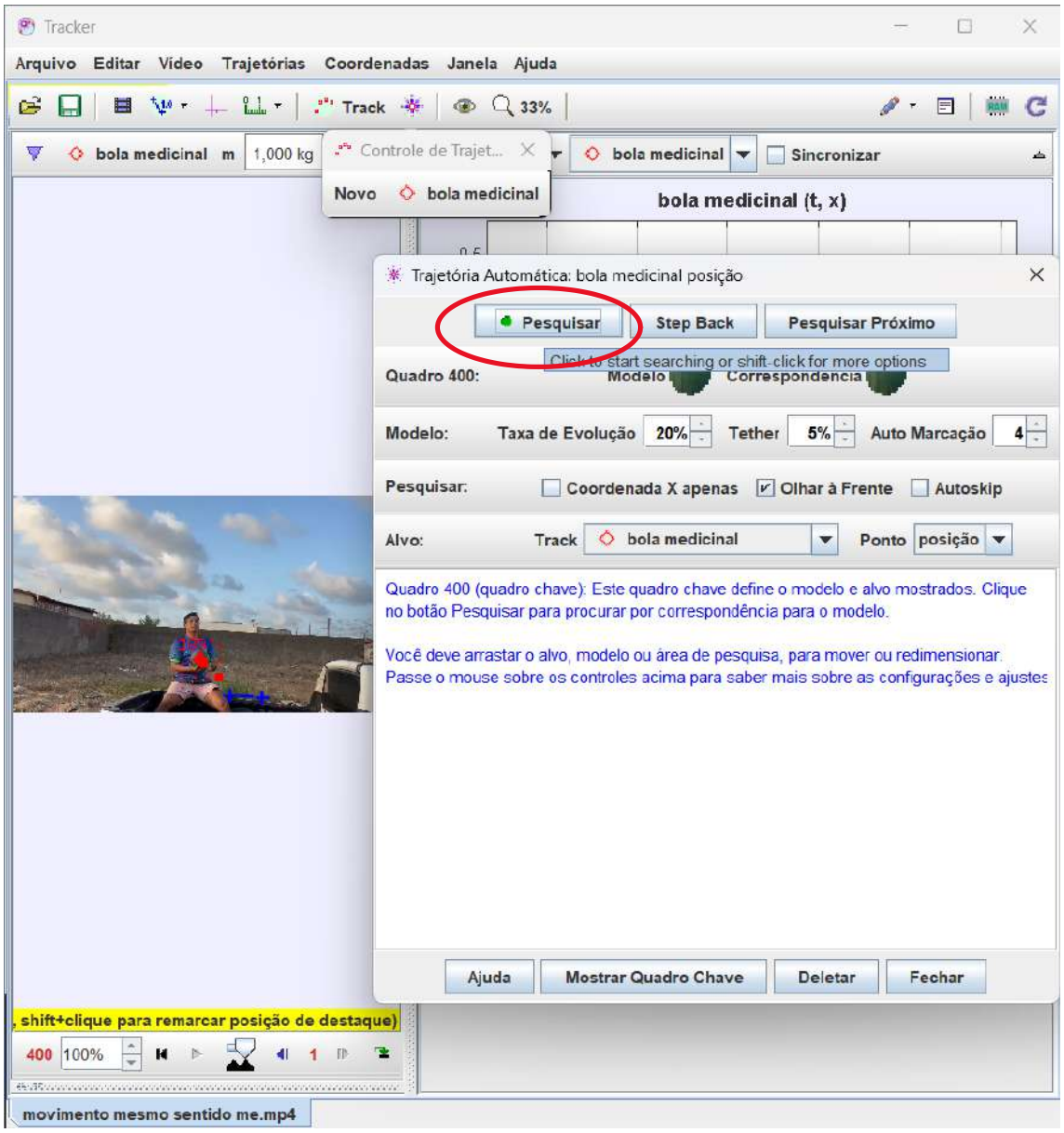
8.5. Clique no ícone **massa A (ou já renomeado a seu gosto) > trajetória automática.**



Fonte: Galeria do autor

8.6. Clique nos botões **Ctrl + Shift** e leve o curso do mouse até o centro do projétil para marcá-lo.

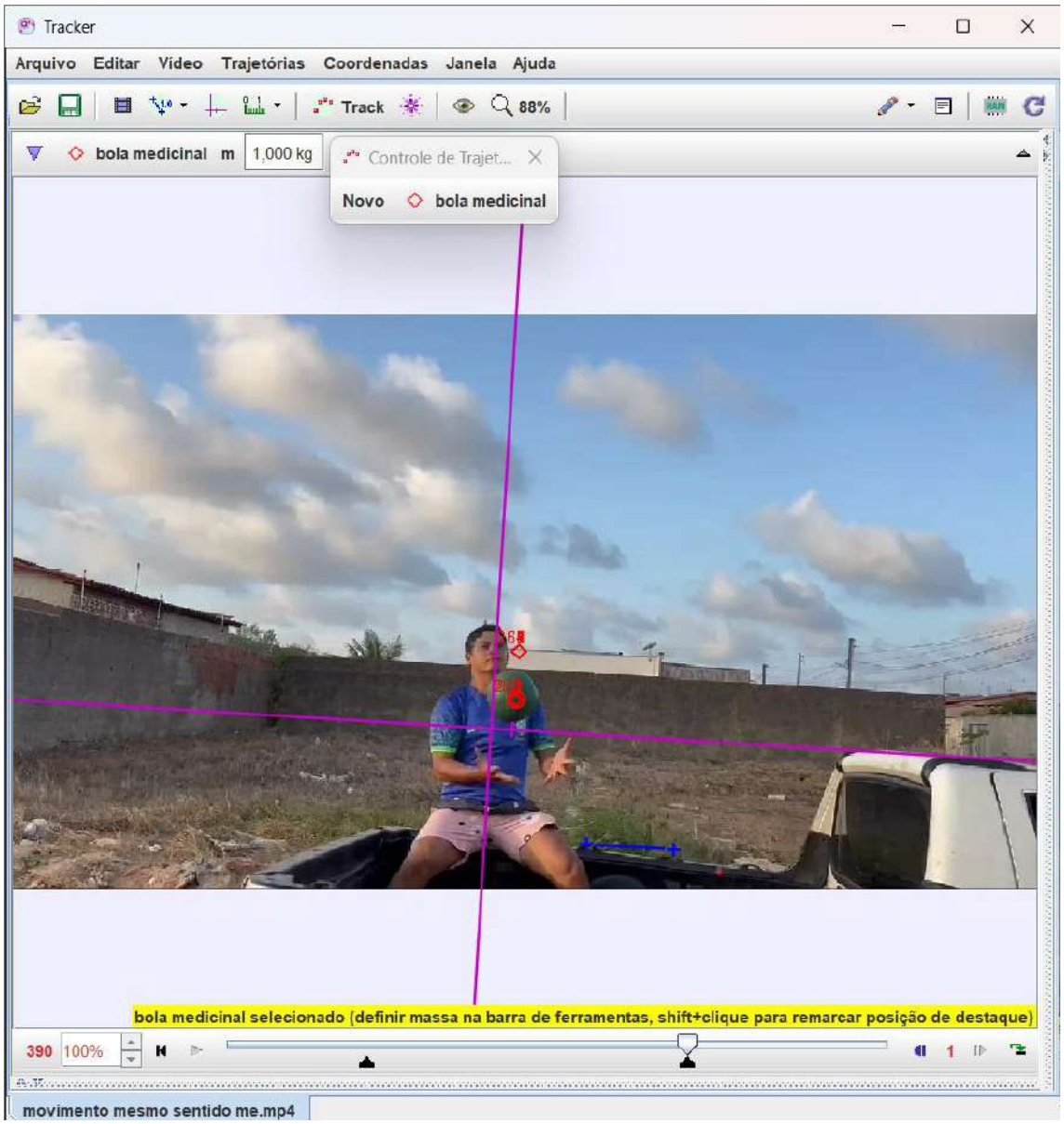
8.7. Aparecerá uma nova janela com o nome **Trajetória Automática: massa A (ou já renomeado a seu gosto).** Use o curso do mouse para apertar no botão “Pesquisar” para iniciar a coleta dos dados.



Fonte: Galeria do autor

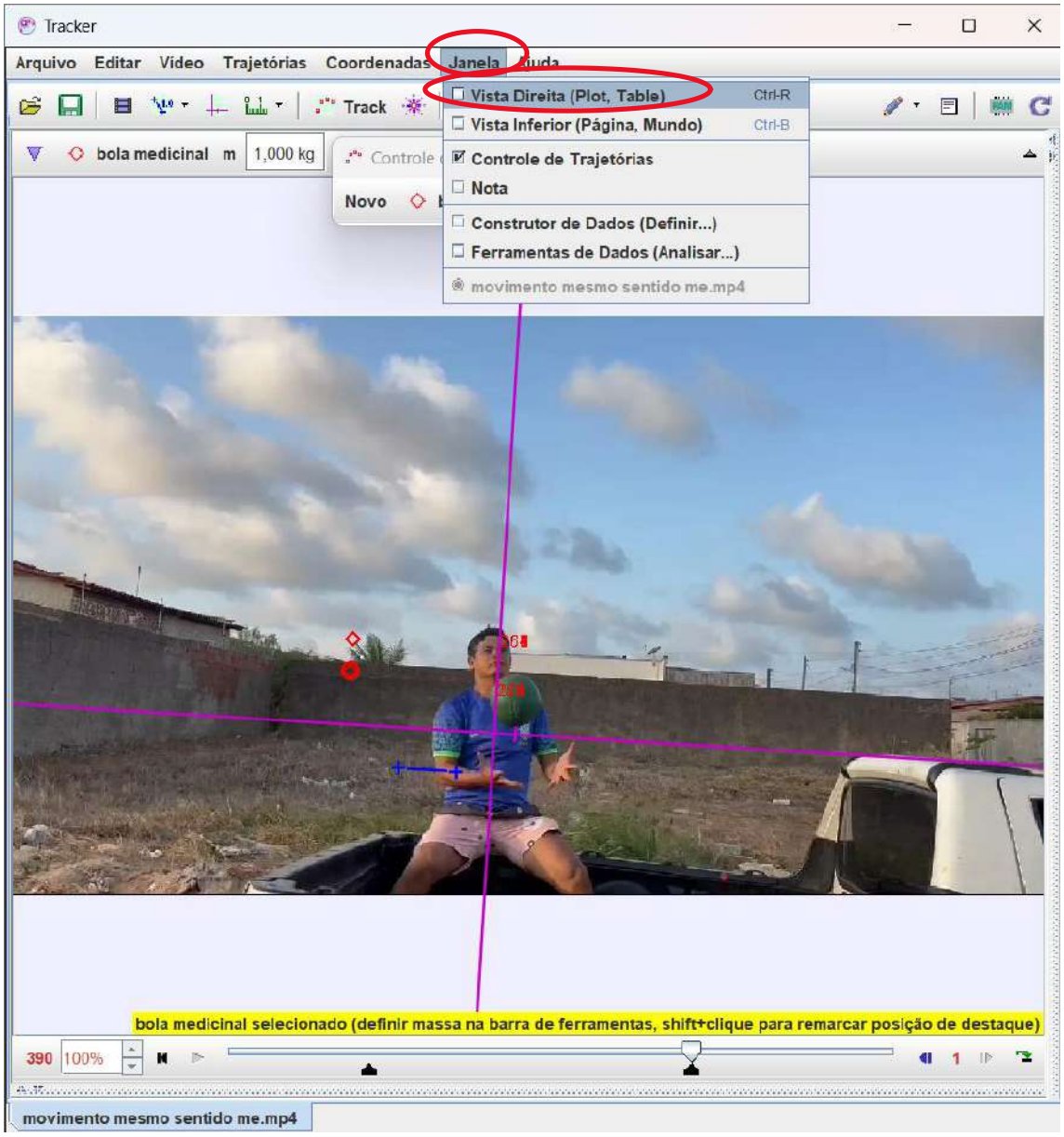
9. Análise de Dados

9.1. Após a marcação, o Tracker gera gráficos automáticos de posição, velocidade e aceleração versos tempo, bem como fornece uma tabela com os dados. Caso não esteja visualizando o gráfico formado, bem como a tabela, conforme exemplifica a imagem abaixo, siga as orientações do tópico 9.2.



Fonte: Galeria do autor

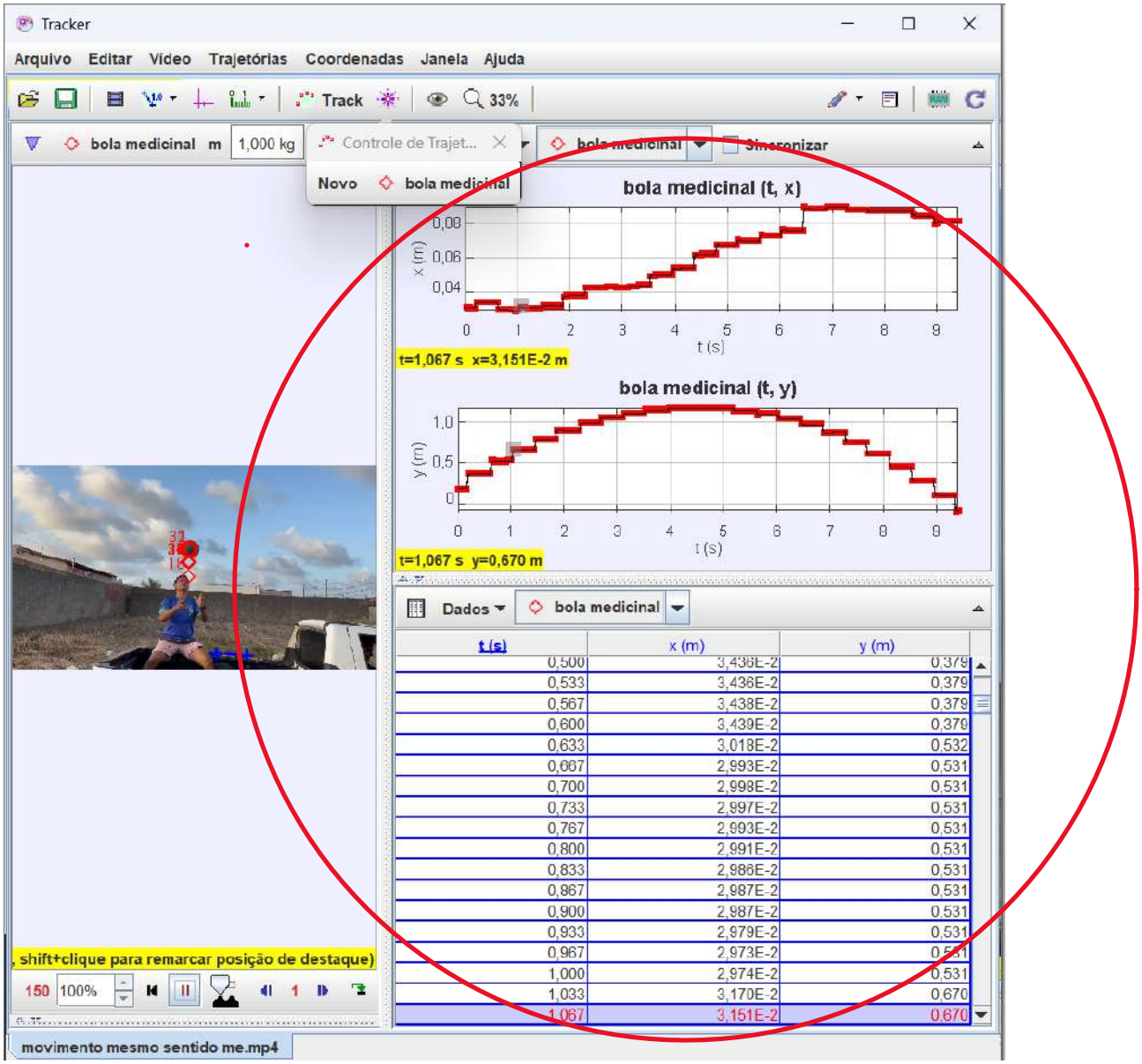
9.2. No Caso da tabela produzida, bem como o gráfico gerado, não estarem visíveis, clique no botão **Janela** na aba superior, vá até a opção **Vista Direita (Plot, Table)** e marque para visualizar o gráfico e a tabela.



Fonte: Galeria do autor

9.3. Ajuste os eixos e unidades, se necessário.

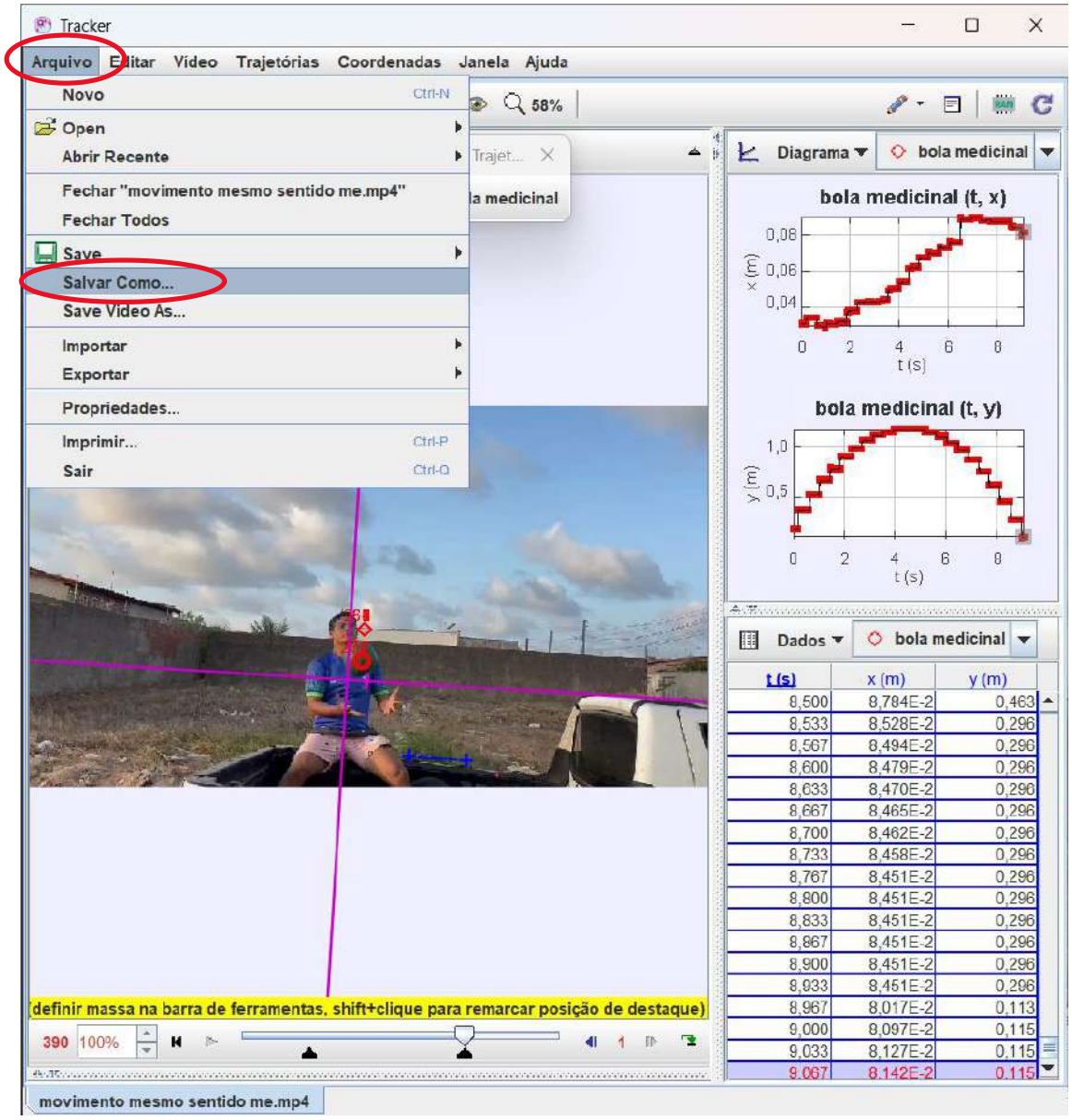
9.4. Use as ferramentas de medição para identificar parâmetros importantes, como o alcance e a altura máxima do projétil.



Fonte: Galeria do autor

10. Exportação dos Resultados

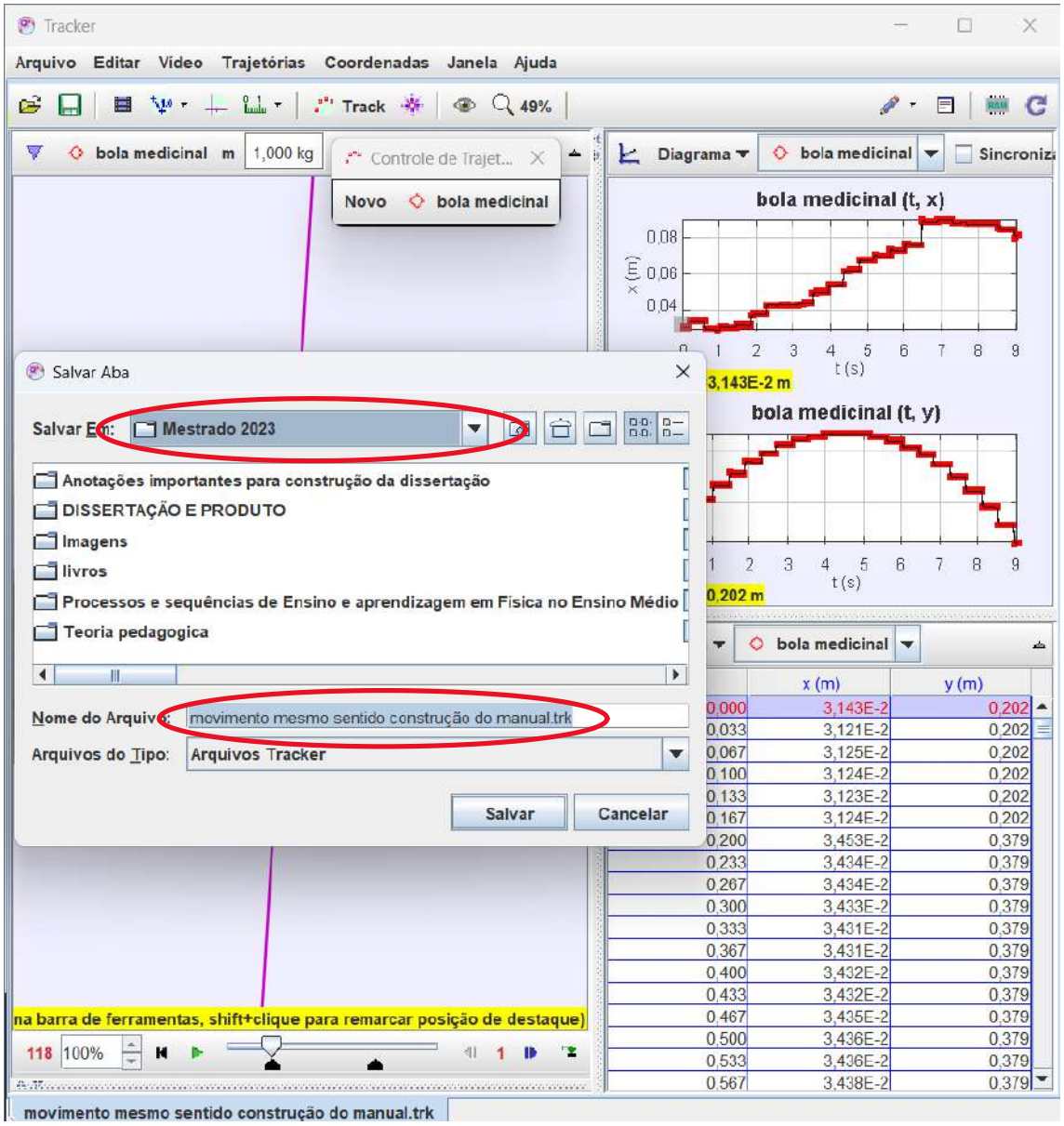
10.1. Para salvar o trabalho, clique em **Arquivo > Salvar Como**



Fonte: Galeria do autor

10.2. Escolha o local que deseja salvar o arquivo, e escreva um nome para identificá-lo. O formato por definição é do tipo **Arquivos Tracker**.

10.3. Salve o arquivo.



Fonte: Galeria do autor

11. Conclusão

Com este manual, você aprendeu a usar o Tracker para analisar o movimento de projéteis. Experimente com diferentes vídeos e ajuste as ferramentas do software para explorar mais aplicações em física.

Caso tenha dúvidas, consulte os tutoriais adicionais disponíveis no site oficial do Tracker. Bons estudos!

3. SUGESTÃO PARA ORGANIZAÇÃO E ANDAMENTO DAS AULAS

Esta seção tem como objetivo apresentar sugestões para a organização e o desenvolvimento das aulas, tomando como base os resultados obtidos na pesquisa EXPLORANDO MOVIMENTOS: A RELEVÂNCIA DOS REFERENCIAIS NO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS. As propostas não se configuram como um modelo rígido, mas como possibilidades didáticas que podem ser adaptadas a diferentes contextos educacionais. Nesse sentido, busca-se contribuir com perspectivas de aprofundamento que auxiliem o professor na ampliação das estratégias de ensino, especialmente no que se refere à abordagem do conceito de referencial por meio da videoanálise. Espera-se, assim, promover práticas pedagógicas mais dinâmicas, contextualizadas e alinhadas às demandas contemporâneas do ensino de Física.

1ª aula: Apresentação da proposta, problematização inicial e introdução conceitual

0-10 minutos: Apresentação do tema.

1. **Introdução ao tema**:
    - Explique que o movimento de um objeto depende de como e de onde ele é observado, introduzindo o conceito de referencial.
    - Defina referencial como o ponto de vista a partir do qual observamos e descrevemos o movimento de um corpo. Destaque que a percepção do movimento pode mudar completamente dependendo do referencial escolhido.
2. **Exibição de situações do cotidiano**:
    - Exiba dois vídeos curtos que mostram o lançamento de um projétil em diferentes referenciais (exemplo: um objeto lançado por uma pessoa dentro de um carro em movimento e o mesmo lançamento visto de um ponto fixo na calçada).

- Instrua os alunos a observarem como o movimento parece diferente em cada referencial.

10-25 minutos: Problematização

1. **Discussão com a turma**:
   - Faça perguntas instigantes, como:
     - “O que foi apresentado no primeiro vídeo (referencial fixo)?”
     - “E no segundo vídeo (referencial em movimento)?”
     - "O que muda entre os dois pontos de vista?"
     - “Por que o projétil parece se mover de forma diferente dependendo de quem observa?”
   - Opção alternativa: aplique um questionário para incentivar a reflexão.
2. **Levantamento de questões**:
   - Incentive os alunos a formularem perguntas sobre o movimento, como:
     - “O projétil está realmente se movendo mais rápido em um referencial do que em outro?”
     - “Como a velocidade do projeto é percebida por um observador dentro do carro e por outro que está parado?”
     - “O movimento seria o mesmo se estivesse ocorrendo no espaço?”

25-40 minutos: Discussão em grupo

1. **Divisão da turma**:
   - Separe os alunos em grupos pequenos (3 a 5 alunos) para estimular a participação.
2. **Discussão em grupos**:
   - Cada grupo deve discutir suas observações e levantar hipóteses sobre como e por que o movimento do projétil muda de acordo com o referencial.

- Perguntas norteadoras:
  - "Qual referencial parece mais ‘correto'?"
  - "É possível descrever o movimento de um objeto sem considerar o referencial?"

3. **Resumo das discussões**:
   - Peça que cada grupo compartilhe **uma ou duas observações relevantes**.

2ª Aula: Aprofundamento do Conceito de Referencial.

0-10 minutos: Recapitulação das observações e questões levantadas.

1. **Recapitulação rápida**:
   - Relembre os principais pontos discutidos na aula anterior com perguntas como:
     - "O que observamos ao comparar os vídeos de diferentes referenciais?"
     - "Quais foram as principais dúvidas levantadas?"
   - Reforce a ideia de que o movimento depende do referencial e que essa escolha afeta sua descrição.

10-25 minutos: Apresentação teórica (continuação)

1. **Importância do referencial na descrição do movimento**:
   - Destaque que a descrição do movimento de qualquer objeto depende do referencial escolhido.
   - Explique que:
     - Em um referencial inercial, as leis de Newton se aplicam diretamente.
     - Em um referencial não inercial, é necessário considerar forças fictícias (como a força centrífuga).
   - Use **exemplos do cotidiano** para reforçar esse conceito:

- Um carro fazendo uma curva (referencial não inercial).
- O movimento de um objeto lançado no ar (referencial inercial).

2. **Exemplos práticos e perguntas para os alunos**:
   - Estimule o raciocínio com questões como:
     - "Como seria a descrição do movimento de uma pessoa que anda dentro de um trem ou ônibus em movimento?"
     - "O que mudaria se observássemos esse movimento de fora do trem ou ônibus?"

4. Estimule o raciocínio com questões como:
   - "Como seria a descrição do movimento de uma pessoa que anda dentro de um trem ou ônibus em movimento?"
   - "O que mudaria se observássemos esse movimento de fora do trem ou ônibus?"

25-40 minutos: Atividade de fixação

1. **Instrução para a atividade**:
   - Apresente situações do cotidiano envolvendo diferentes referenciais e peça que os alunos as analisem.
   - Exemplos de situações:
     - Uma bola sendo lançada para cima dentro de um ônibus em movimento.
     - Uma pessoa observando um carro de um prédio enquanto o carro passa embaixo.
     - Um avião visto por alguém no chão e por outro passageiro dentro do avião.

2. **Realização da atividade**:

- Os alunos devem descrever o movimento de pelo menos **dois referenciais diferentes** (um referencial inercial e outro não inercial, se aplicável).
- Incentive a discutir em duplas ou grupos pequenos sobre as diferenças nas descrições do movimento.

3. **Correção em sala e compartilhamento de ideias**:
   - Peça para alguns alunos compartilharem suas descrições.
   - Questione:
     - "Como o movimento parece diferente dependendo do referencial?"
     - "Qual foi a principal diferença entre referenciais inerciais e não inerciais?"
4. **Reflexão sobre a influência do referencial na descrição do movimento:**
   - Recapitule os pontos principais, destacando a importância da escolha do referencial.
   - Explique que entender referenciais é essencial para analisar movimentos complexos (exemplo: satélites, veículos em movimento, objetos em queda).

3ª aula

0-10 minutos: Recapitulação das principais ideias discutidas na aula anterior

1. **Recapitulação breve**:
   - Começando a relembrar os conceitos propostos na aula anterior sobre **referencial** e como ele influencia a descrição do movimento.
   - Pergunte aos alunos:
     - "Como o movimento de um objeto muda dependendo do referencial?"
     - "Qual foi a principal conclusão de que vocês chegaram na última atividade?"
   - Enfatize a importância de ter uma ferramenta que ajude a observar e analisar movimentos com precisão, como o **software Tracker**.

2. **Introdução ao software**:
    - Explique que, a partir desta aula, o **Tracker** será utilizado como um **instrumento tecnológico** para auxiliar na análise de movimentos.
    - Diga algo como: "Com o Tracker, você poderá ver os movimentos em detalhes e analisá-los como um verdadeiro cientista!"

10-25 minutos: Apresentação do software Tracker

1. **Explicação do software**:
    - Mostre aos alunos a interface do **Tracker** em um projetor ou tela, destacando os recursos principais, como:
        - Ferramentas de **marcação de pontos** (para seguir o movimento de objetos quadro a quadro).
        - Uma função de **análise de trajetória** que permite estudar o movimento de um objeto.
        - A **criação de gráficos** de velocidade e tempo.
    - Destaque que esse software será fundamental para **analisar os vídeos** produzidos e apresentados em aulas anteriores e será usado para estudar o movimento sob diferentes referenciais.
2. **Demonstração prática**:
    - Abra um vídeo simples no Tracker (por exemplo, um objeto caindo ou sendo lançado) e faça uma **demonstração ao vivo** de como usar as funções básicas:
        - Como marcar o objeto em movimento.
        - Como medir a velocidade e a aceleração, ou tempo.
        - Como gerar gráficos que mostram a trajetória do objeto.
    - Faça uma análise breve do movimento com base nas ferramentas usadas e demonstre a utilidade do Tracker para visualizar as leis do movimento.
3. **Envolvimento dos alunos**:

- Pergunte aos alunos:
  - "O que vocês acharam da ferramenta?"
  - "Como vocês acham que o uso do Tracker pode ajudar a entender melhor os conceitos que estamos estudando?"
- Incentive os alunos a experimentarem o software e a pensarem em **movimentos do cotidiano** que gostariam de analisar usando o Tracker.

25-40 minutos: Discussão em grupo

1. **Divisão em grupos**:
   - Organize os alunos em pequenos grupos de 3 a 5 pessoas.
   - Instrua cada grupo a discutir como eles podem usar o **software Tracker** para analisar movimentos observados no cotidiano e como isso pode ajudar a compreender os conceitos físicos presentes.
2. **Discussão em grupos**:
   - Cada grupo deve compartilhar ideias sobre quais tipos de movimentos gostariam de capturar e analisar (por exemplo, uma bola quicando, um carro em movimento, ou uma pessoa correndo), no nosso caso vamos analisar o lançamento de uma bola de basquete lançada em um carro em movimento.
   - Incentive-os a pensar em como podem aplicar as funcionalidades do Tracker para analisar diferentes aspectos do movimento (velocidade, aceleração, tempo, etc.).
3. **Discussão sobre a produção do vídeo:**
   - Explique a importância de **produzir vídeos de qualidade** para garantir uma boa análise no software Tracker.
   - Fale sobre os cuidados necessários, como:
     1. Escolha um cenário adequado, com boa iluminação.
     2. Garanta que o objeto ou pessoa em movimento seja capturado com segurança.
     3. Usar um **referencial fixo** durante a gravação para facilitar uma análise posterior.

4. **Encerramento e expectativas para a próxima aula:**
    - Finalizar a aula reforçando o valor do uso de tecnologias como o Tracker para ampliar a compreensão dos movimentos na física.
    - Diga algo como: "Na próxima aula, começaremos a trabalhar com os vídeos que vocês produzirão. Pensem em algo interessante para analisar!" Na nossa realidade já utilizaremos os vídeos produzidos pelo professor e reproduzido para eles na 1ª aula.
    - Caso deseje utilizar vídeos produzidos pelos estudantes, incentive eles a já começarem a planejar o vídeo que gravarão, focando no tipo de movimento que desejam estudar.

4ª Aula

0-10 minutos: Recapitulação das principais ideias discutidas na aula anterior

1. **Recapitulação rápida**:
    - Relembre os alunos sobre o que foi visto nas aulas anteriores, principalmente a **introdução ao software Tracker** e a **importância do referencial** na descrição dos movimentos.
    - Pergunte:
        - "Por que o referencial é importante para descrever o movimento?"
        - "Como o uso do software Tracker pode nos ajudar a analisar esses movimentos?"
2. **Introdução à atividade prática**:
    - Apresente o contexto da atividade do dia: análise do lançamento de um projétil a partir de **dois referenciais diferentes** (um fixo na Terra e o outro dentro de um veículo em movimento).
    - Explique que eles irão utilizar o **software Tracker** para analisar ambos os vídeos e comparar as diferenças na descrição do movimento a partir dos dois pontos de vista.

- Destaque que o foco é aplicar o conhecimento aprendido sobre **referenciais** e perceber como o movimento é descrito de formas distintas.

10-25 minutos: Atividade de análise

1. **Divisão dos alunos em grupos**:
   - Organize os alunos em pequenos grupos de 3 a 5 pessoas.
   - Explique que cada grupo irá receber dois vídeos (um referente ao **referencial fixo** na Terra e o outro ao **referencial dentro do veículo** em movimento).
2. **Instruções para a análise dos vídeos**:
   - Dê as instruções para o uso do **software Tracker**: cada grupo deve carregar os vídeos no Tracker e seguir o movimento do projétil.
   - Oriente os alunos a observarem:
     - Como o movimento do projétil é descrito no **referencial fixo** (na Terra).
     - Como o movimento é descrito no **referencial móvel** (dentro do veículo).
   - Eles deverão comparar os gráficos de deslocamento, velocidade e aceleração obtidos nos dois casos.
3. **Realização da análise**:
   - Os alunos devem, em seus grupos, trabalhar nos vídeos e registrar as diferenças observadas entre os dois referenciais.
   - Incentive-os a focar nas perguntas:
     - "Como o movimento parece diferente entre os dois vídeos?"
     - "Em qual referencial o movimento do projétil parece mais simples de descrever?"

25-40 minutos: Discussão em grupo

1. **Compartilhamento de observações dentro do grupo**:

- Cada grupo deve discutir as conclusões que chegaram durante a análise dos vídeos.
- Perguntas-chave para guiar a discussão:
  - "O que mudou na trajetória do projétil dependendo do referencial?"
  - "Em qual referencial é mais fácil aplicar as leis de Newton?"
  - "O que podemos aprender sobre o uso de referenciais diferentes na física?"

2. **Apresentação das conclusões de cada grupo**:
   - Peça que cada grupo apresente uma ou duas observações principais sobre a diferença entre os dois referenciais.
   - Incentive uma breve troca entre os grupos, destacando pontos em comum ou divergências nas conclusões.
   - Realce a importância da comparação entre diferentes referenciais e como isso ajuda a descrever com precisão o movimento.

40-45 minutos: Reflexão final

1. **Reflexão sobre a importância do conceito de referencial**:
   - Encerre a aula com uma breve reflexão sobre como o conceito de **referencial** impacta a descrição dos movimentos.
   - Pergunte aos alunos:
     - "O que aconteceria se sempre usássemos apenas um referencial para descrever todos os movimentos?"
     - "Por que é importante considerar mais de um referencial para ter uma visão completa do movimento?"
2. **Expectativa para a próxima aula**:

- Informe aos alunos que na próxima aula eles continuarão aplicando o **software Tracker** em mais situações complexas, e que poderão gravar seus próprios vídeos para análise.
- Incentive-os a pensar em outros exemplos de movimentos cotidianos que gostariam de estudar com o software.

5ª Aula

0-10 minutos: Recapitulação das discutidas na última aula

1. **Recapitulação breve**:
   - Inicie a aula relembrando as principais considerações da aula anterior, onde os alunos analisaram o movimento do projeto a partir de dois referenciais (um fixo e outro móvel).
   - Perguntar:
     - "O que aprender sobre a diferença de descrição do movimento entre um referencial fixo na Terra e um dentro de um veículo em movimento?"
     - "Como as trajetórias do projeto se alteram conforme mudamos o referencial?"
2. **Introdução ao novo cenário**:
   - Apresento a nova situação que será demonstrada hoje: o lançamento do projeto agora será apresentado de um **terceiro referencial**, um veículo que se move no **sentido oposto** ao veículo onde o projeto foi lançado.
   - Explique que o objetivo é observar como o movimento do projeto é descrito neste novo referencial, comparando com as análises anteriores.

10-25 minutos: Atividade de análise

1. **Instruções para a análise**:
   - Divida os alunos em **grupos** (se já não estiverem organizados) e explique que cada grupo receberá o vídeo do projeto sendo lançado com a perspectiva do veículo que se move no sentido contrário.

- Reforço que, como nas aulas anteriores, os alunos devem utilizar o **software Tracker** para analisar o movimento e focar nas seguintes questões:
  - "Como o movimento do projeto se altera quando observado de um veículo em sentido contrário?"
  - "Como isso afeta a velocidade e a trajetória aparente do projeto?"

2. **Análise dos vídeos pelos grupos**:
   - Cada grupo deve analisar o vídeo fornecido, marcando o movimento do projeto quadro a quadro e comparando a trajetória, velocidade e aceleração.
   - Os alunos deverão produzir gráficos comparando as análises feitas nos **três referenciais**: referencial fixo (na Terra), referencial em movimento (veículo original) e referencial no sentido oposto (novo veículo).
3. **Conclusão preliminar**:
   - Antes de iniciar a discussão formal, cada grupo deve resumir as conclusões principais de sua análise e como o movimento se alterou entre os três referenciais.

25-40 minutos: Discussão em grupo

1. **Compartilhamento de observações**:
   - Cada grupo deve compartilhar suas observações com a turma, destacando:
     - "O que mudou na trajetória e na velocidade do projeto no referencial do veículo no sentido contrário?"
     - "Como o movimento aparente do projeto se compara aos dois referenciais anteriores?"
   - Incentiva uma discussão entre os grupos, destacando **semelhanças** e **diferenças** nas análises.
2. **Discussão orientada**:

- Conduza uma discussão sobre o impacto de observar o movimento a partir de um veículo em **sentido contrário**, explicando conceitos como **velocidade relativa**:
  - "Por que a trajetória parece diferente?"
  - "Como a velocidade do projeto se soma ou se subtrai dependendo do referencial?"
- Use exemplos práticos do cotidiano (como a visão de um carro em movimento quando apresentado de outro veículo em direção oposta) para contextualizar o conceito de **velocidade relativa**.

40-45 minutos: Reflexão final

1. **Síntese do aprendizado**:
   - Encerre a aula com uma recapitulação das principais ideias discutidas:
     - "O que o novo referencial trouxe de diferente na descrição do movimento?"
     - "Como a comparação entre diferentes referenciais ajuda a entender melhor o movimento de um objeto?"
   - Reforce a importância de sempre considerar o referencial da física para obter uma descrição mais completa e precisa.
2. **Preparação para a última aula**:
   - Informe aos alunos que a próxima aula será a **conclusão do ciclo de atividades**, onde eles deverão aplicar os conceitos aprendidos e apresentar **suas próprias análises** de movimentos, usando o **software Tracker**.
   - Incentivo os alunos a **pensarem em vídeos** ou movimentos que gostariam de gravar e analisar para a última aula, mostrando que usam o máximo de criatividade para aplicar os conceitos de **referenciais e velocidade relativa**.

6ª Aula – Explorando Movimentos: A Relevância dos Referenciais no Lançamento de Projéteis

0-10 minutos: Revisão Sintética

1. **Revisão dos principais conceitos**:
    - Inicie a aula retomando os conceitos fundamentais discutidos nas aulas anteriores:
        - **Referenciais** (fixo e móvel) e seu impacto na descrição do movimento.
        - Velocidade relativa, exemplificada pelos vídeos analisados de lançamentos de projéteis em diferentes referenciais.
        - Uso do software Tracker para visualizar e analisar os movimentos.
    - Utilize um resumo visual no quadro ou projetor, com diagramas e gráficos, para ilustrar como a trajetória e a velocidade do projétil mudam em cada referencial.
2. **Interação com os alunos**:
    - Faça perguntas para engajar a turma e reforçar a compreensão:
        - "Como a descrição do movimento muda ao alterar o referencial?"
        - "O que é velocidade relativa e como ela influencia nossa percepção do movimento?"
    - Peça aos alunos que tragam exemplos do cotidiano em que os conceitos de referenciais e velocidade relativa são observados, como em transportes ou esportes.

10-35 minutos: Atividade Avaliativa

1. **Explicação da atividade**:
    - Informe que realizarão uma atividade de fixação e verificação do aprendizado, que pode incluir:
        - Questões objetivas e discursivas curtas.

        - Análise de um pequeno vídeo no Tracker.
        - Interpretação de gráficos de movimento.

2. **Realização da atividade**:
    - Distribua a avaliação e oriente os alunos. Exemplos de questões:
        - Descrever o movimento de um objeto em diferentes referenciais.
        - Explicar o conceito de velocidade relativa e sua influência na percepção do movimento.
        - Interpretar gráficos e descrever trajetórias em referenciais móveis.
    - Enquanto os alunos realizam a atividade, circule pela sala para tirar dúvidas e garantir que compreendam as questões.

35-40 minutos: Discussão dos resultados

1. **Correção interativa**:
    - Após a avaliação, realize uma correção participativa, destacando pontos comuns de dificuldade.
    - Caso haja dúvidas recorrentes sobre velocidade relativa, use um exemplo prático para reforçar a explicação.
    - No quadro, demonstre a resolução de questões mais complexas, especialmente as que envolvem gráficos e interpretação de dados.
2. **Sessão de dúvidas**:
    - Abra espaço para perguntas e esclarecimentos.
    - Peça aos alunos que compartilhem quais conceitos acharam mais difíceis e explique de forma mais acessível.

40-45 minutos: Encerramento

1. **Considerações finais**:
    - Encerre a aula agradecendo o empenho dos alunos.

- Destaque como os conceitos de referencial e velocidade relativa são essenciais na física e têm aplicações diretas no mundo real.
- Relacione o tema com situações práticas, como esportes, transportes e até videogames, incentivando a curiosidade científica.

2. **Despedida e agradecimentos**:
    - "Vocês deram um grande passo na compreensão de conceitos fundamentais da física. Continuem observando o mundo com um olhar científico!"
    - Reforce a importância da experimentação e análise para consolidar o aprendizado.

4.CONSIDERAÇÕES FINAIS

É essencial que esta unidade didática seja flexível e adaptável às características de cada turma, levando em conta fatores como o tempo disponível, a realidade dos alunos e as condições da escola. Para uma aplicação mais efetiva, recomenda-se que a escola disponha, sempre que possível, de um laboratório de informática em pleno funcionamento, permitindo que os estudantes manuseiem diretamente o software Tracker. Além disso, é fundamental estimular a curiosidade dos alunos, incentivando-os a buscar exemplos do conceito de referencial em seu cotidiano e a explorar sua aplicação em diferentes contextos. Superar as dificuldades impostas pela realidade educacional brasileira também é um desafio constante, dada a precariedade de infraestrutura em muitas escolas públicas, onde frequentemente faltam recursos básicos, e o acesso a laboratórios de informática ainda é limitado.

De acordo com dados do Censo Escolar de 2018, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), apenas 44,1% das escolas de ensino médio no Brasil possuíam laboratórios de ciências. Especificamente na rede pública, esse percentual era de 38,8%, enquanto na rede privada alcançou 57,2%. Já nas escolas federais, a presença desses laboratórios atingia um percentual significativamente maior, chegando a 83,4%.

No ensino fundamental, a situação é ainda mais desafiadora. Segundo o Censo Escolar de 2020, 38,3% das escolas municipais dispunham de computadores de mesa, 23,8% possuíam computadores portáteis e 54,4% contavam com projetos multimídia. Entretanto, não há um levantamento detalhado sobre a presença de laboratórios de ciências ou informática, o que indica uma lacuna na infraestrutura tecnológica dessas instituições.

Até o momento, não foram encontrados dados mais recentes que atualizem essas informações para o início da década de 2020. Vale destacar que a disponibilidade de laboratórios e recursos tecnológicos varia significativamente entre as regiões e os diferentes tipos de gestão escolar, refletindo as desigualdades estruturais no sistema educacional brasileiro.

Diante desse cenário, é importante que os estudantes sejam estimulados a buscar alternativas para acessar recursos tecnológicos, sempre que necessário. Bibliotecas públicas, centros de informática e até mesmo o apoio de familiares e amigos podem ser opções viáveis para complementar sua formação, especialmente para aqueles que não dispõem dessas ferramentas em sua escola ou residência. Além disso, estratégias pedagógicas que não dependam exclusivamente do uso de computadores devem ser consideradas, garantindo que todos os alunos possam explorar os conceitos propostos, independentemente das limitações estruturais.

5. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P. A Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1980. https://wp.ufpel.edu.br/ayala/files/2019/09/ausubel_moreira.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ . Acesso em: 15 Agost. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Parte I – Bases Legais. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000a. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf . Acesso em: 05 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000b. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf . Acesso em: 05 out. 2024.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC/SEF, 1998 http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf . Acesso em: 01 nov. 2024.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio ; volume 2) http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf . Acesso em: 29 out. 2024.

Curso de física básica, 1: mecânica / H. Moysés Nussenzveig. – 5. ed. - São Paulo: Blucher, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, c2002. 364p. (Docência em formação Ensino fundamental) ISBN: 8524908580

Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para videoanálise: “Videoanalisando” Development and utilization of a Brazilian mobile application for videoanalysis: “Videoanalisando” Giulio Domenico Bordin1 , Igor Henrique França1 , Arandi Ginane Bezerra Junior*1 1Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 44, e20220058 (2022), Produtos e Materiais Didáticos www.scielo.br/rbef DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0058 . Acesso em: 19 out. 2023.

Estudo de Colisões Inelásticas por meio da Videoanálise+* Guilherme Almeida Montoli 1 Graduando do curso de Licenciatura em Física Instituto Federal de Educação, Ciência de Tecnologia do Amazonas João dos Santos Cabral Neto1 Instituto Federal de Educação, Ciência de Tecnologia do Amazonas Manaus – AM DOI: http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p865 . Acesso em: 10 nov. 2023.

Einstein, A., & Born, M. (1971). *As Cartas Born-Einstein: Correspondência entre Albert Einstein e Max Born de 1916 a 1955 com comentários de Max Born* . Walker.

Fundamentos de física, volume 1 : mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Dados do Censo Escolar – Noventa e cinco por cento das escolas de ensino médio têm acesso à internet, mas apenas 44% têm laboratório de ciências. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/dados-do-censo-escolar--noventa-e-cinco-por-cento-das-escolas-de-ensino-medio-tem-acesso-a-internet-mas-apenas-44-tem-laboratorio-de-ciencias? . Acesso em: 06 dez. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Pesquisa revela dados sobre tecnologias nas escolas. Disponível em:

https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/pesquisa-revela-dados-sobre-tecnologias-nas-escolas? . Acesso em: 06 dez. 2024.

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8206660/mod_resource/content/1/Texto%202. . Acesso em: 09 mai. 2024.

MOREIRA, M.A (2011). Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria de Física. https://lfeditorial.com.br/wp-content/uploads/2022/04/9788578611118_Aprendizagem-Significativa.pdf . Acesso em: 14 Set. 2023.

Santana, Alessandro Alves. "Geometria Analítica". Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2013. podemos acessá-lo através do Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Aqui está o link direto para o livro: Geometria Analítica - Repositório UFU. https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25321 . Acesso em: 17 jul. 2024.

Apêndice A – Questionário de problematização.

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA	DATA ___/___/___
COMPONENTE CURRICULAR:_____	**PROFESSOR (A):** _____	Aula 01
ALUNO (A): _____		
INSTRUÇÕES **Responda o questionário de problematização sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).** **Entregue esse questionário ao final do tempo determinado pelo professor.**		

Questionário de problematização

Você vem caminhando para escola e em parte do seu percurso, encontrou uma pequena pedra e a pegou. De forma natural arremessa para cima de maneira que ela cai novamente em sua mão, enquanto caminha tranquilamente de um jeito que podemos caracterizar que sua velocidade não muda com o passar do tempo. Desprezando-se a resistência do ar, com base nessa informação responda as questões 1, 2 e 3.

1 - Qual o tipo de trajetória realizada pela pedra para você?

A) Uma trajetória retilínea.
B) Uma curva elíptica.
C) Uma trajetória circular.
D) Uma trajetória retilínea e uniforme.
E) Uma trajetória parabólica.

2 – Um amigo que vem ao seu lado caminhando seguindo seu ritmo de passadas verá o mesmo tipo de trajetória que você?

A) Sim, ele verá uma trajetória retilínea.
B) Não, porque para ele a pedra realiza uma trajetória retilínea.
C) Sim, porque ele verá uma trajetória parabólica.
D) Sim, porque ambos enxergam uma trajetória elíptica.
E) N. D. A.

3 – Uma terceira pessoa sentada em uma cadeira na frente de uma casa está observando vocês passarem enxerga a mesma trajetória que você?

A) Sim, porque a pessoa verá uma trajetória retilínea.
B) Não, porque para ela a trajetória da pedra é uma linha reta.
C) Não, porque para ela a trajetória da pedra é parabólica em relação ao chão.
D) Sim, porque a trajetória da pedra é independente do observador.
E) Não, porque a trajetória para ela é uma curva parabólica.

Considerando a situação anterior, porém com a seguinte diferença, você embarcou em um ônibus e encontra-se sentado em uma das cadeiras durante um momento do percurso em que a pista é uma linha reta, sem buracos e quebra-molas, onde o motorista manteve a velocidade sempre em 60 km/h. Você realizou um arremesso para cima de maneira que a pedra cai novamente em sua mão. Com base nessa informação responda as questões 4, 5, 6 e 7.

4 – A trajetória realizada pela pedra em relação a você tem as mesmas características enxergada por você na primeira situação?

A) Sim, a trajetória é parabólica.
B) Sim, a trajetória é retilínea.
C) Não, a trajetória é circular.
D) Não, a trajetória é elíptica.
E) Não, a trajetória é curvilínea.

5 – Um amigo sentado ao seu lado verá o mesmo tipo de trajetória que você?

A) Sim, ele verá uma trajetória retilínea.
B) Sim, ele verá uma trajetória parabólica.
C) Não, ele verá uma trajetória circular.
D) Não, ele verá uma trajetória elíptica.
E) Não, ele verá uma trajetória curvilínea.

6 – Uma pessoa fora do ônibus, parada em relação a um poste enxerga a mesma trajetória que você?

A) Sim, ela verá uma trajetória retilínea.
B) Sim, ela verá uma trajetória parabólica.
C) Não, ela verá uma trajetória circular.
D) Não, ela verá uma trajetória elíptica.
E) Não, ela verá uma trajetória curvilínea.

7 – Uma pessoa dentro de outro ônibus que realiza o movimento no sentido contrário ao do seu, mas está com mesma velocidade, tendo condições de visualizar perfeitamente a pedra ser arremessada por você. Enxerga que tipo de trajetória?

A) Retilínea.
B) Parabólica.
C) Circular.
D) Elíptica.
E) Curvilínea.

Apêndice B – Atividade de fixação.

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA	DATA ___/___/___
COMPONENTE CURRICULAR:_____	**PROFESSOR (A):** _____	Aula 02
ALUNO (A): _____		
INSTRUÇÕES **Responda a atividade de fixação sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).** **Entregue esse questionário ao final do tempo determinado pelo professor.**		

Atividade de Fixação

1 – O que é um sistema de coordenadas?

2 – Quantas e quais são as principais informações necessárias para entendermos um sistema de coordenadas?

3 – Quais os sistemas de coordenadas mais utilizados pela física?

4 – Quais as diferenças e semelhanças existente entre os sistemas de coordenadas?

5 – O que é posição?

6 – Qual a forma de representarmos uma posição?

7 – O que é referencial?

8 – O que é um referencial inercial? Dê um exemplo.

9 – O que é um referencial não inercial? Dê um exemplo.

10 – O referencial para Astrogildo e Ermenegildo é o mesmo tendo em vista que observam uma situação como descrito a seguir? A pessoa A vem caminhando de forma natural, mantendo sempre o ritmo de passadas, de uma maneira que podemos caracterizar que sua velocidade não muda com o passar do tempo, trazendo em sua mão uma pedrinha com a qual realiza um arremesso para cima de maneira que ela cai novamente em sua mão. Astrogildo vem da mesma forma que A caminhando ao seu lado esquerdo e observa o movimento realizado pela pedra, enquanto Ermenegildo encontrava-se sentado em uma cadeira na frente de uma casa observando Astrogildo e A passarem. Explique sua resposta.

Apêndice C – Avaliação.

LOGO DA ESCOLA	NOME DA ESCOLA	DATA ___/___/___
COMPONENTE CURRICULAR:_____	**PROFESSOR (A):** _____	Aula 06
ALUNO (A): _____		
INSTRUÇÕES **Responda a avaliação sem consulta de materiais físicos (livros ou cadernos) e nem de recursos digitais (celulares ou computadores).** **Entregue esse questionário ao final do tempo determinado pelo professor.**		

Avaliação

1 – O que foi apresentado no primeiro vídeo em que o referencial é fixo na terra?

2 – O que foi apresentado no segundo vídeo em que o referencial é o próprio veículo?

3 – O que muda entre os dois pontos de vista?

4 – Por que o projétil parece se mover de forma diferente dependendo de quem observa?

5 – O projétil está realmente se movendo mais rápido em um referencial do que em outro?

6 – O movimento seria o mesmo se fosse realizado no espaço?

7 – É possível descrever o movimento de um objeto sem considerar o referencial?

8 – Como o movimento do projétil se altera quando observado de um veículo em sentido contrário?

9 – Como isso afeta a velocidade e a trajetória aparente do projétil?

10 – O que é velocidade relativa e como ela se aplica aos casos que analisamos?

Apêndice D – QR code e link para acesso aos vídeos 01, 02 e 03.

https://www.instagram.com/mestrefisico22?igsh=MXU2eGZiZXo0YndqMA==