



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**  
**POLO 51**

**Leandro Deon Alves Bezerra**

**Videoanálise de Desenhos Animados: uma maneira alternativa para se introduzir a  
cinemática**

Natal  
2024

**Leandro Deon Alves Bezerra**

**Videoanálise de Desenhos Animados:** uma maneira alternativa para se introduzir a  
cinemática

Dissertação apresentada ao Polo 51 do  
Programa de Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física da UFRN como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Pedro da Cunha Ferreira

Natal  
2024

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Bezerra, Leandro Deon Alves.

Videoanálise de desenhos animados: uma maneira alternativa para se introduzir a cinemática / Leandro Deon Alves Bezerra. – 2024.

196 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Natal, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Pedro da Cunha Ferreira

1. Cinemática – Dissertação. 2. Videoanálise – Dissertação. 3. Desenho animado – Dissertação. 4. Estudo da física – Dissertação. I. Ferreira, Pedro da Cunha. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 53:37

**Leandro Deon Alves Bezerra**

**Videoanálise de Desenhos Animados:** uma maneira alternativa para se introduzir a  
cinemática

Dissertação apresentada ao Polo 51 do  
Programa de Mestrado Nacional Profissional  
em Ensino de Física da UFRN como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Física.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano).

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Pedro da Cunha Ferreira - Orientador  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

---

Dr. Ronai Machado Lisboa – Examinador(a) 1  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

---

Dr. Thiago Bruno Rafael de Freitas Oliveira – Examinador(a) 2  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRN

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha mãe Rosimeire Alves (*in memoriam*), pilar da minha formação como ser humano. À minha esposa, Taniny Karla; aos filhos Luiz Deon e Luna Karla; e aos familiares, por todo suporte físico e emocional.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e pelos conhecimentos necessários para a conclusão deste trabalho de forma satisfatória.

À minha mãe, Rosimeire Alves (*in memoriam*), cujo empenho em me educar sempre veio em primeiro lugar; e aos meus irmãos, por todo suporte e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Pedro da Cunha Ferreira, cuja dedicação e paciência serviram como pilares de sustentação para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos José Carlos de França, Vanderson Clayton Carneiro, Weverson dos Santos Felix e Wodson Felipe Bezerra. Poder contar com a boa vontade e o conhecimento dessas pessoas foi essencial para o meu êxito.

À minha esposa, Taniny Karla Soares da Silva, pela sua compreensão com as minhas horas de ausência e pelo apoio nos momentos de estresse e fraqueza.

Aos professores e amigos do Mestrado Profissional em Ensino de Física, polo 51, pelo aprendizado, pelos conhecimentos compartilhados e pelo companheirismo nos momentos de dificuldades. Em especial, ao amigo Petson Firmino, pela hospedagem nos dias de aula; e ao amigo Wenderson Venceslau, pelo compartilhamento do acervo bibliográfico necessário à escrita deste trabalho.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos no ensino de Física.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro que me permitiu arcar com as despesas de transportes e hospedagem.

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

## **EPIGRAFE**

“É um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja.”

Marcos Antonio Moreira (2000, p. 95).

## RESUMO

A compreensão dos conceitos de cinemática e a interpretação de gráficos são desafios frequentes enfrentados por estudantes no estudo da Física. Muitas vezes, a dificuldade em visualizar e analisar movimentos em uma dimensão compromete o aprendizado efetivo desses conceitos. O objetivo deste estudo é apresentar uma proposta didática de utilizar a videoanálise aplicada a desenhos animados como uma ferramenta para auxiliar na descrição e compreensão dos movimentos em uma dimensão. Com isso, esta pesquisa busca propor um modo de facilitar a interpretação de gráficos cinemáticos e promover uma aprendizagem significativa dos estudantes, fundamentada na teoria de David P. Ausubel (2012). A proposta consiste na aplicação de uma sequência didática com conteúdo distribuído em seis aulas de 50 minutos, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública. As três primeiras aulas introduzem o estudo do movimento, começando com a discussão de fotos estroboscópicas e seguindo para a videoanálise de um movimento real. Nas três aulas seguintes, ocorre a análise de duas cenas da animação *Papa-léguas e o Coiote*, momentos em que os estudantes revisitarão aspectos relevantes da atividade experimental e os princípios fundamentais da cinemática. Os resultados indicam que os alunos apresentaram uma evolução de até 60% em questões relacionadas à interpretação gráfica, ao deslocamento e à distância percorrida após a aplicação da sequência didática. A experiência demonstrou que a videoanálise com o software Tracker é uma ferramenta eficaz para o desenvolvimento de atividades de interpretação de gráficos cinemáticos. A proposta não apenas facilitou a compreensão dos conceitos fundamentais da cinemática mas também contribuiu para um aprendizado mais significativo e engajado por parte dos alunos.

**Palavras-chave:** cinemática; videoanálise; desenho animado; estudo da Física.

## ABSTRACT

The understanding of kinematics concepts and the interpretation of graphs are frequent challenges faced by students in the study of Physics. Often, the difficulty in visualizing and analyzing one-dimensional motions compromises the effective learning of these concepts. This study aims to present a didactic proposal that uses video analysis applied to cartoons as a tool to aid in the description and understanding of one-dimensional motions. Thus, this research seeks to propose a method to facilitate the interpretation of kinematic graphs and promote meaningful learning for students, based on David P. Ausubel's theory (2012). The proposal consists of implementing a didactic sequence distributed over six 50-minute lessons in a second-year high school class at a public school. The first three lessons introduce the study of motion, beginning with the discussion of stroboscopic photographs followed to the video analysis of a real motion. In the next three lessons, two scenes from the Road Runner and Wile E. Coyote animation are analyzed, during which students revisit relevant aspects of the experimental activity and the fundamental principles of kinematics. The results indicate that students showed up to a 60% improvement in questions related to graph interpretation, displacement, and distance traveled after the implementation of the didactic sequence. The experience demonstrated that video analysis using the Tracker software is an effective tool for developing activities involving the interpretation of kinematic graphs. The proposal not only facilitated the understanding of fundamental kinematics concepts but also contributed to more meaningful and engaged student learning.

Keywords: kinematics; video analysis; cartoon; Physics study.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização territorial do município de Pedro Avelino/RN. ....	21
Figura 2 – Objetos sobre a superfície da Terra ou próximos a ela são atraídos pela força Peso. Eles estão “imersos” no campo gravitacional da Terra. ....	39
Figura 3 – Possibilidades de localização de uma residência para uma distância de 2 km de um local de referência. (imagem sem escala). ....	40
Figura 4 – Representação geométrica de um vetor arbitrário $V$ , suas componentes e seus respectivos vetores unitários. ....	41
Figura 5 – Localização de uma residência em um plano (x,y) por meio da sua posição e do vetor posição ( $r$ ) (imagem sem escala). ....	42
Figura 6 – Representação geométrica da posição ( $r$ ) e do vetor posição ( $r$ ) em uma dimensão. ....	42
Figura 7 – Representação geométrica para um deslocamento unidimensional $\Delta r$ . ....	43
Figura 8 – A velocidade média $v_m$ de um objeto é igual à inclinação de uma linha que liga os pontos correspondentes em um gráfico de posição (x) versus tempo (t). ....	45
Figura 9 – Gráfico da posição da partícula em função do tempo para um movimento retilíneo. ....	46
Figura 10 – Representação gráfica do movimento uniforme. ....	47
Figura 11 – Diagrama de movimento de uma bola lançada verticalmente para cima. ....	49
Figura 12 – Gráfico para o lançamento vertical de uma bola: em A, gráfico da aceleração em função do tempo; em B, gráfico da velocidade em função do tempo; e em C, gráfico da posição em função do tempo. ....	50
Figura 13 – Respostas de alguns alunos alegando que a velocidade diminui quando o corpo está acelerando. ....	70
Figura 14 – Laboratório da escola com computadores quebrados e notebooks usados na aplicação do produto. ....	77
Figura 15 – Professor andando na sala. ....	78
Figura 16 – Tabela de dados do Tracker. ....	79
Figura 17 – Associações entre pontos presentes nos gráficos, tabelas e movimentos realizados pelo professor. ....	80
Figura 18 – Comparação entre a trajetória do corpo estudado e o gráfico da posição em função do tempo. ....	81

Figura 19 – Primeira cena da animação <i>Papa-léguas e o Coiote</i> aberta no Tracker e inseridas as principais funcionalidades do programa. ....	87
Figura 20 – Marcação do cento de massa para cada quadro. ....	89
Figura 21 – Segunda cena da animação <i>Papa-léguas e o Coiote</i> aberta no Tracker, sendo inseridas as principais funcionalidades do programa. ....	90
Figura 22 – Grupos realizando a videoanálise do movimento que eles trouxeram. ....	91
Figura 23 – Cenas escolhidas pelos alunos para videoanálise. Em A, Scooby-Doo; em B, Papa-Léguas e o Coiote; em C, vídeo de uma tacada de golfe; em D, queda de uma bola de papel; em E, lançamento de um objeto. ....	92
Figura 24 – Socialização da videoanálise realizada pelos alunos durante a aula 5. ....	94
Figura 25 – Opinião dos alunos sobre a disciplina de Física antes da aplicação da proposta e se algo mudou depois da aplicação. ....	95
Figura 26 – Opinião de alguns alunos alegando que as estratégias trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento. ....	96
Figura 27 – Opinião de alguns alunos alegando que as estratégias trabalhadas nas últimas aulas melhoraram a sua interpretação gráfica. ....	97

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Questão 6 – Sondava os conhecimentos dos alunos sobre deslocamento, distância percorrida e associação entre posição e instante de tempo.....	69
Gráfico 2 – Questão 8a – Associação entre espaços e tempos a partir de gráficos. ....	71
Gráfico 3 – Instantes em que a partícula esteve parada. Respostas para a questão discursiva (Q. 8b).....	71
Gráfico 4 – Instantes em que a partícula esteve parada. Respostas para a questão objetiva (Q. 8f). ....	72
Gráfico 5 – Resposta sobre velocidade Q.8g.....	72
Gráfico 6 – Resposta sobre velocidade Q.8i.....	73
Gráfico 7 – Resposta sobre velocidade Q.8j.....	73
Gráfico 8 – Questão 8h – Intervalo em que a partícula apresenta um movimento acelerado. .	74
Gráfico 9 – Q. 5 – Quantas horas diárias você usa seu computador, smartphone ou tablet para entretenimento? .....	82
Gráfico 10 – Q. 6 – Eu gosto de desenhos, filmes ou séries. ....	83
Gráfico 11 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.8). .....	84
Gráfico 12 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.9). .....	84
Gráfico 13 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.10).....	84
Gráfico 14 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.14).....	85
Gráfico 15 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem física em animações (Q.5).....	98
Gráfico 16 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem física em animações (Q.6).....	98
Gráfico 17 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem Física em animações (Q.7). ....	98
Gráfico 18 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem Física em animações (Q.8). ....	99
Gráfico 19 – Respostas para a associação entre espaços e tempos a partir de gráficos. ....	100

Gráfico 20 – Respostas para os instantes em que a partícula esteve parada. Questão discursiva. .....	100
Gráfico 21 – Respostas para os instantes em que a partícula esteve parada. Questão objetiva. .....	101
Gráfico 22 – Respostas para as questões sobre velocidade constante e diferente de zero. ....	101
Gráfico 23 – Respostas para as questões sobre velocidade positiva (Q. 9i).....	102
Gráfico 24 – Respostas para as questões sobre velocidade negativa (Q. 9j).....	102
Gráfico 25 – Respostas para o intervalo em que a partícula apresenta um movimento acelerado (Q. 9h).....	103

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA, JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA..	19
1.2 OBJETIVOS .....	23
1.2.1 Objetivo Geral.....	23
1.2.2 Objetivos Específicos.....	23
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EDUCACIONAL .....</b>	<b>25</b>
2.1 DAVID AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	25
2.2 O SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA .....	30
2.2.1 Videoanálise e o software Tracker .....	32
2.2.2 Videoanálise e o ensino de Física .....	33
2.3 OS DESENHOS ANIMADOS E O ENSINO DE FÍSICA .....	35
2.3.1 Videoanálise nos desenhos animados. ....	37
<b>3 GRANDEZAS FUNDAMENTAIS PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO .....</b>	<b>39</b>
3.1 GRANDEZAS VETORIAIS E ESCALARES.....	39
3.2 POSIÇÃO (R) E VETOR POSIÇÃO (R) .....	41
3.3 DESLOCAMENTO .....	43
3.4 MOVIMENTO E REPOUSO.....	43
3.5 VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE INSTANTÂNEA E VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA .....	44
3.6 MOVIMENTOS UNIFORMES (M.U.).....	47
3.7 ACELERAÇÃO MÉDIA E ACELERAÇÃO INSTANTÂNEA .....	48
3.8 MOVIMENTOS UNIFORMEMENTE VARIADOS (M.U.V.).....	49
<b>4 PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>52</b>
4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	53
4.2 DESCRIÇÃO DAS AULAS .....	54
4.2.1 1ª Aula – Avaliação diagnóstica – Concepções iniciais sobre cinemática.....	55
4.2.2 1ª Aula – O que é estudo do movimento? – Comparação entre análise com fotos estroboscópicas e com softwares de videoanálise.....	55
4.2.3 1ª Aula – Atividade prática – Estudo do movimento usando um conjunto de imagens estroboscópicas .....	56
4.2.4 2ª Aula – Apresentação do Tracker – Minitutorial I.....	56

4.2.5 2ª Aula – Atividade prática – Videoanálise (tutorial I) do movimento de uma pessoa andando .....	57
4.2.6 2ª Aula – Apresentação do Tracker – Minitutorial II.....	57
4.2.7 3ª Aula – Atividade prática – Videoanálise (tutorial II) do movimento de uma pessoa andando e estudo dos gráficos e tabelas.....	58
4.2.8 3ª Aula – Discussão – Comparação entre o estudo do movimento com imagens estroboscópicas e a videoanálise feita no Tracker .....	59
4.2.9 3ª Aula – Avaliação diagnóstica – Identificação de possíveis abordagens físicas ao assistir a desenhos, filmes ou séries .....	60
4.2.10 4ª Aula – Apresentação da Animação - Warner Bros Cartoon (Papa-Léguas e coiote).....	61
4.2.11 4ª Aula – Discussões – O software livre Tracker e os desenhos animados .....	61
4.2.12 4ª Aula – Discussões – Exigências para a análise de vídeo em desenhos animados.....	62
4.2.13 4ª Aula – Discussões – Cenas de desenhos que podem ser analisadas no Tracker.....	63
4.2.14 4ª Aula – Atividade prática – Quantificação e estudo da velocidade em desenho animado (Papa-Léguas).....	64
4.2.15 5ª Aula – Atividade prática - Análise de vídeo de uma animação, filme, série ou de algum movimento realizado e gravado pelos alunos.....	65
4.2.16 6ª Aula – Avaliação - Socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado .....	66
4.2.17 6ª Aula – Avaliação pós-proposta .....	66

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES ..... 67**

5.1 1ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA .....	68
5.2 1ª AULA – O QUE É ESTUDO DO MOVIMENTO? – COMPARAÇÃO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E SOFTWARES DE VIDEOANÁLISE.....	75
5.3 1ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO USANDO UM CONJUNTO DE IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS .....	75
5.4 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL I.....	76
5.5 2ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL I) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO.....	77
5.6 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL II.....	78

5.7 3ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL II) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO E ESTUDO DOS GRÁFICOS E TABELAS .....	79
5.8 3ª AULA – DISCUSSÃO – COMPARAÇÃO ENTRE O ESTUDO DO MOVIMENTO COM IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS E A VIDEOANÁLISE FEITA NO TRACKER	81
5.9 3ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES .....	82
5.10 4ª AULA – APRESENTAÇÃO DA ANIMAÇÃO – WARNER BROS CARTOON (PAPA-LÉGUAS E COIOTE).....	85
5.11 4ª AULA – DISCUSSÕES – O SOFTWARE LIVRE TRACKER E OS DESENHOS ANIMADOS.....	86
5.12 4ª AULA – DISCUSSÕES – EXIGÊNCIAS PARA A ANÁLISE DE VÍDEO EM DESENHOS ANIMADOS .....	86
5.13 4ª AULA – DISCUSSÕES – CENAS DE DESENHOS QUE PODEM SER ANALISADAS NO TRACKER.....	86
5.14 4ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – QUANTIFICAÇÃO E ESTUDO DA VELOCIDADE EM DESENHO ANIMADO (PAPA-LÉGUAS).....	87
5.15 5ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ANÁLISE DE VÍDEO DE UMA ANIMAÇÃO, FILME, SÉRIE OU DE ALGUM MOVIMENTO REALIZADO E GRAVADO PELOS ALUNOS .....	91
5.16 6ª AULA – AVALIAÇÃO – SOCIALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DA VIDEOANÁLISE FEITA PELOS ALUNOS EM UMA CENA DE FILME, SÉRIE OU DESENHO ANIMADO.....	93
5.17 6ª AULA – AVALIAÇÃO PÓS-PROPOSTA.....	94
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>104</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA .....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE B – ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE .....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE C – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICA.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE D – TRACKER – MINITUTORIAL I.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE E – TRACKER – MINITUTORIAL 2 .....</b>	<b>125</b>

<b>APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES.....</b>	<b>129</b>
<b>APÊNDICE G – ROTEIRO PARA VIDEOANÁLISE NO DESENHO PAPA-LÉGUAS E COIOTE .....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE H – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE .....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICE I – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>140</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É notório que os conhecimentos científicos transformam a vida de quem os adquire, modificando seu pensamento, seu modo de agir, a forma como percebe e lida com os recursos naturais. Isso também modifica sua realidade e a dos seus familiares e amigos, intervindo de forma produtiva e consciente na percepção e utilização desses recursos. Estudantes bem instruídos cientificamente se preocupam com o desmatamento, com o aumento da emissão de dióxido de carbono, com a caça predatória e a preservação de espécies em extinção, pois se tornam conhecedores dos riscos que tais descontroles podem trazer para a existência da sua espécie e a permanência do planeta Terra em condições habitáveis.

Frequentemente, vemos jovens estudantes como destaques em programas e telejornais ao aplicar os conhecimentos científicos aprendidos nos componentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com o desenvolvimento de um produto que melhora não só a sua vida como também a de sua comunidade. Como exemplo, podemos citar o morador de Sidrolândia, no Mato Grosso do Sul, o jovem Rogério Gonçalves, que não aceitou a realidade em que vivia. Em seu município, formado por 130 casas, não havia luz. Com apenas 13 anos, o menino, de maneira autodidata e intuitiva, descobriu como utilizar a energia solar para levar luz à casa da mãe e melhorar a qualidade de vida da família. Ele aprendeu e desenvolveu seus projetos elétricos com apenas dois livros de Física, sucata e muita criatividade! (GSHOW, 2019). Assim, vemos o poder transformador da educação científica na vida dos jovens, seja como elemento facilitador, orientando e ajudando a transformar seus sonhos em realidade, em projetos a ser realizados no decorrer de toda a sua vida; seja como elemento de transformação social e cultural na vida de cada um deles.

Tendo em vista o bem-estar comum dos nossos alunos como cidadãos, percebemos a importância e a necessidade dos conhecimentos científicos ensinados nas aulas de Física e Química, que são aprendidos de forma introdutória no Ensino Fundamental e aprofundados ao longo do Ensino Médio. Tais conhecimentos devem ser pensados e ensinados para despertar o interesse dos alunos. Segundo Moreira (2000), devemos desenvolver novas abordagens para o ensino de Física, visto ser um erro ensinar essa disciplina sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja.

Nessa perspectiva, propomos a abordagem dos educandos com conceitos físicos presentes em desenhos animados, filmes e séries. Essa abordagem, no contexto atual, é bastante interessante, pois tais recursos são acessíveis e comuns em seu convívio social. Como sugerido

por Moreira (2021), o ensino de Física deve ser iniciado por situações relacionadas ao entorno do aluno, do contrário, corremos o risco de “perdê-lo”.

Parecem asserções óbvias, mas, usualmente, não são levadas em consideração no ensino de Física. É comum começar o ensino da Física com situações que não fazem sentido para os alunos e, muitas vezes, em níveis de abstração e complexidade acima de suas capacidades cognitivas. É nesse começo que o ensino da Física “perde” os alunos que, por sua vez, começam a não gostar da Física (Moreira, 2021, p. 2).

Corroborando o que aponta o autor, este estudo visa aproveitar o domínio dos estudantes sobre as mídias e, em conjunto com novas ferramentas tecnológicas, como o Software Livre Tracker (Brown; Christian; Hanson, [2020]), abordar os conhecimentos sobre a cinemática escalar de uma forma nunca vista ou imaginada por eles. Com isso, busca-se despertar o interesse dos alunos, mostrando que “aprender Física não é decorar fórmulas para resolver problemas ou definições e leis para dar respostas corretas nas provas. É muito mais do que isso” (Moreira, 2021).

O estudo foi desenvolvido a partir de uma sequência didática, desenvolvida para ser aplicada em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental ou do 1º ano do Ensino Médio. No entanto, decidimos aplicar em uma turma de 2ª ano do Ensino Médio, uma vez que os alunos já tinham visto os conteúdos prévios necessários para o trabalho com a cinemática. A aplicação dessa proposta visa despertar o interesse dos alunos para os conceitos iniciais da cinemática, melhorando o ensino da ciência e, conseqüentemente, o ensino de Física. Com o desenvolvimento dessa proposta, pretendemos amenizar as dificuldades no ensino no que diz respeito à aprendizagem de conceitos físicos e, com isso, melhorar os índices de evasão e reprovação decorrentes desse componente curricular.

## 1.1 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA, JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A natureza sempre despertou a curiosidade e o fascínio dos seres humanos, seja naqueles que dedicam parte do seu tempo às observações mais detalhadas dos fenômenos, seja daqueles que se deparam com situações eventuais, como: os clarões e as descargas elétricas produzidas no céu pelos raios, o barulho provocado pelos trovões, o escoamento de lava em erupções vulcânicas, o brilho produzido no céu noturno nas regiões polares (aurora), a orientação de algumas aves em períodos de migração. Todas essas situações e a grande maioria dos fenômenos naturais podem ser compreendidos ou justificados com conhecimentos construídos, inicialmente, nas aulas de Ciências Naturais, no Ensino Fundamental e

posteriormente, no Ensino Médio, com as aulas de Física. Com isso, vemos que o ensino de Ciências Naturais:

É o colaborador para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo. Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda, para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais (Brasil, 1997, p. 15).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) (Brasil, 1997) apresentam como meta para o Ensino de Ciência a compreensão do mundo e suas transformações a fim de reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e se ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos.

Espera-se que os alunos passem a usar os novos conhecimentos científicos ensinados nas aulas de Física para fazerem uma interpretação dos fenômenos naturais observados. Esses novos conhecimentos, quando internalizados pelos alunos em sua estrutura cognitiva, agem sobre seus conhecimentos prévios, aperfeiçoando-os ou fazendo sua substituição por outros cientificamente aceitos. Segundo Moreira (1999), novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas quando conceitos relevantes e inclusivos estão adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva dos indivíduos e funcionam, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novos conhecimentos. Quando essa nova informação se ancora em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende, surge o aprendizado que David P. Ausubel chama de aprendizagem significativa:

Na aprendizagem significativa, o mesmo processo de aquisição de informações resulta numa alteração quer das informações recentemente adquiridas, quer do aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva, à qual estão ligadas as novas informações. Na maioria dos casos, as novas informações estão ligadas a um conceito ou proposição específicos e relevantes (Ausubel, 2012, p. 3).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também enfatiza a importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos na formação de indivíduos críticos capazes de intervir positivamente modificando sua realidade. Tais conhecimentos constituem uma base, que permite ao estudante investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos,

aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Como aponta o documento,

Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão (Brasil, 2018, p. 553).

No que diz respeito a este estudo, ele foi realizado com base em aplicação de uma proposta didática na Escola Estadual Professora Josefa Sampaio Marinho (JSM), localizada na cidade de Pedro Avelino, região central do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). O estudo foi realizado partindo da compreensão que, mesmo com os incentivos e o reconhecimento de sua importância pela legislação vigente, vemos que o ensino de Física na educação básica vem perdendo espaço e sendo deixado em segundo plano pela maioria dos estudantes, sejam eles do Ensino Fundamental (anos finais), sejam do Ensino Médio.

Figura 1 – Localização territorial do município de Pedro Avelino/RN.



Fonte: FamilySearch.

A escola JSM, como é conhecida na cidade, atualmente atende aos cidadãos pedro-avelinenses em três modalidades: Ensino Fundamental – Anos Finais, Ensino Médio Potiguar Noturno e Curso Profissionalizante Técnico de Segurança do Trabalho em Tempo Integral. Para o ano de 2024, a escola apresenta um total de 486 alunos matriculados.

Em uma análise preliminar, percebeu-se que o interesse desses alunos pelo ensino de Física vem se comportando de forma contrária à série que eles estão cursando, isto é, no oitavo e nono ano do Ensino Fundamental ainda vemos certo desejo em aprender e compreender seus

conceitos científicos que vão diminuindo à medida que esses alunos chegam ao Ensino Médio. Esse baixo interesse pôde ser observado durante as aulas, a partir das dificuldades de aprendizagem e do baixo rendimento, e em seus resultados anuais, com evasões e reprovações.

Não sabemos ao certo as causas desse desinteresse, por isso, questiona-se: será que ele parte apenas dos alunos que estão dedicando a maior parte do seu tempo ao uso descontrolado das novas tecnologias? Ou são os professores que não estão sabendo lidar com esses novos métodos de propor um ensino de ciências que desperte nos alunos o espírito crítico, investigador, o interesse em adquirir novos conhecimentos que os preparem para os desafios da sociedade e do mundo do trabalho, tornando-os protagonistas do seu próprio aprendizado? Será a ausência da família no acompanhamento do desempenho escolar da criança? Será a falta de diálogo dos pais que impacta na educação dos filhos e causa a dificuldade em transmitir valores importantes para a convivência em sociedade?

Na condição de docentes, precisamos desenvolver meios e estratégias que possam despertar no aluno o espírito crítico e investigador, bem como o seu interesse em aprender novos conhecimentos científicos que favoreçam o seu aprendizado. No ensino da Física, para que de fato possa haver uma apropriação, leis e princípios gerais precisam ser desenvolvidos passo a passo, a partir dos elementos próximos, práticos e vivenciais (Brasil, 1997, p. 24).

Dessa forma, levando em consideração o conceito de subsunçores/ideia-âncora e pensando em promover um aprendizado significativo para os alunos, surgiu a proposta de desenvolvimento de uma sequência didática a ser aplicada na turma do 1º ano do Ensino Médio, na escola JSM, na tentativa de despertar o interesse dos alunos para os conceitos científicos. Com o desenvolvimento dessa proposta, pretendemos identificar formas de amenizar as dificuldades no ensino-aprendizagem dos conceitos iniciais de Física e, conseqüentemente, diminuir o índice de evasão e reprovação.

Essa proposta tem sua aplicação voltada para alunos que estão iniciando seus estudos e aprofundando seus conceitos científicos na disciplina de Física. Nesse processo, os docentes podem cativar os alunos, desenvolvendo subsunçores que serão aperfeiçoados nos anos subsequentes, observando e conduzindo o aprendizado do aluno, dando a ele a assistência necessária para que esse não perca seu interesse e gosto pelos conceitos físicos.

Nesse sentido, faz-se necessária uma atenção diferenciada no desenvolvimento e na aplicação de propostas para turmas que estão iniciando seu estudo, de modo a compreender conceitos físicos para que a contextualização dos conhecimentos dessa área supere a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas (Brasil, 2018). Parafraseando Moreira (2000), podemos dizer que não adianta argumentar que os índices de reprovação com

a abordagem dos primeiros conceitos de Física são consequência de falta de base dos alunos. É preciso enfrentar essa situação, recuperando esses alunos.

A proposta consiste em mostrar aos alunos que os conceitos físicos são importantes e estão presentes em qualquer situação do seu dia a dia, bastando, para isso, um olhar mais atento para percebê-la. Nesse sentido, tentaremos direcionar seus olhares aos conceitos e às teorias físicas sobre o movimento cinemático presente em filmes e desenhos animados favoritos desses alunos. Espera-se que, ao vincular os conceitos físicos com algo de que eles gostam, os alunos passem a se relacionar com os subsunçores, internalizados durante as aulas de Física, de modo a aperfeiçoar e a desenvolver uma aprendizagem significativa para eles.

## 1.2 OBJETIVOS

A seguir, apresentaremos os objetivos deste estudo.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Aumentar a compreensão e o interesse dos estudantes da Escola Estadual Professora Josefa Sampaio Marinho nos conceitos fundamentais da cinemática, utilizando a videoanálise de movimentos representados em cenas de desenhos animados.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a aplicação de sequência didática para o desenvolvimento do ensino da Física
- Propor o uso de novas tecnologias (como o software Tracker) como forma de melhorar o ensino da Física, no que diz respeito à compreensão de gráficos relacionados ao movimento.
- Investigar como o ensino a partir de desenhos animados pode favorecer a compreensão de conceitos da Física e a instalação de um ambiente de aprendizado leve e engajante.
- Apresentar um produto educacional com base na aplicação dessa proposta didática a fim de estimular docentes a realizar com seus alunos uma aprendizagem significativa.

No que diz respeito à estrutura deste estudo, esta dissertação está dividida em seis seções. Além desta introdução, na segunda seção, abordaremos a Fundamentação Teórica Educacional, com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2012), refletindo sobre o processo de aquisição de novas informações pelos alunos. Também discutiremos o potencial dos desenhos animados como ferramenta pedagógica para facilitar o ensino dos conceitos físicos. Na terceira seção, trabalharemos os conceitos fundamentais da Física essenciais para o estudo do movimento. Na quarta seção, será apresentado o Produto Educacional, no qual é possível verificar a descrição das aulas necessárias para sua aplicação, a distribuição dos objetos de conhecimentos por aula e o tempo médio estimado para a execução de cada atividade proposta. Na quinta seção, detalharemos os resultados obtidos nos questionários e realizaremos uma discussão com base nas respostas fornecidas pelos estudantes. Na sexta seção, faremos as considerações finais sobre o estudo ora apresentado.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EDUCACIONAL

Entender como se dá o processo de aquisição de novos conceitos físicos pelos alunos é o primeiro passo para se propor novas estratégias e meios que proporcionem nesses educandos um aprendizado significativo. Segundo Moreira (1999), podemos distinguir três tipos de aprendizagem, a saber: *Cognitiva* – aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, sendo esse processo conhecido como estrutura cognitiva; *Afetiva* – resultado dos sinais internos do indivíduo, podendo ser identificada com experiências, tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade; *Psicomotora* – envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática. Visando à formulação e o armazenamento organizado de conceitos físicos na mente do estudante, criando, dessa maneira, sua estrutura cognitiva, encontramos na teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel (2012) a fundamentação necessária para tais finalidades.

### 2.1 DAVID AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria de Ausubel (2012) é fundamentada na aprendizagem cognitiva. Nessa teoria, um novo conceito é assimilado (ancorado) em uma estrutura preexistente, definida por Ausubel como subsunçor. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (subsunçor), cabe ao professor identificar isso e ensinar considerando esse fator. Nessa teoria, as informações são armazenadas de maneira sistemática e hierárquica e os conceitos mais específicos estão relacionados com elementos gerais:

A Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo seletivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva. Estas ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes (Ausubel, 2012, p. 8).

Segundo Moreira (2021), subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. O subsunçor pode

ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica, adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes:

Conhecimentos prévios que servem como “âncoradouro” cognitivo para dar significado a novos conhecimentos, em um processo interativo, são chamados conceitos subsunçores, mas não são necessariamente conceitos. Por isso, é melhor chamá-los apenas de subsunçores. O termo âncoradouro é metafórico, ou seja, subsunçores funcionam como se fossem âncoradouros, mas o processo é interativo e nessa interação o subsunçor pode se modificar, adquirir novos significados, ficar mais rico, mais diferenciado, mais estável e ainda mais capaz de ancorar (dar significados) a novos conhecimentos (Moreira, 2021, p. 4).

A Aprendizagem Significativa, segundo Masini e Moreira (1982), é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, que já foram aprendidos e incorporados pelos alunos. Esse processo envolve a interação da nova informação com os conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Contrastando com essa aprendizagem, os autores apresentam o conceito de aprendizagem mecânica como sendo aquele em que são acrescentadas novas informações com pouco ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. O conhecimento assim estabelecido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos:

A aprendizagem mecânica é aquela em que há, na estrutura cognitiva, um armazenamento de conhecimentos de forma literal, arbitrária, sem significados, que não requer compreensão e resulta em aplicação mecânica a situações conhecidas. Contrariamente, na aprendizagem significativa há uma incorporação de conhecimentos à estrutura cognitiva de forma substantiva, não arbitrária, com significado, com compreensão, com capacidades de explicação, descrição e transferência desses conhecimentos, inclusive a situações novas (Moreira, 2021, p. 3).

Assim, podemos inferir que a aprendizagem significativa é responsável por produzir nos alunos o que Martins (2006) chama de *Conhecimento Científico*, que é quando eles sabem e aceitam os resultados científicos baseados na justificativa, compreensão e aceitação do que foi estudado, quando o conhecimento científico passa a ser aplicado e fazer sentido na vida do aluno. Já na aprendizagem mecânica, eles adquirem *Crença Científica*, que se dá quando os alunos conhecem apenas os resultados científicos com sua aceitação baseada na autoridade do professor ou do cientista. Para Martins, a fé científica é simplesmente um tipo moderno de superstição, sendo mais fácil adquiri-la do que o conhecimento científico.

A esse respeito, a escola precisa pensar o ensino de Física com informações e conceitos que apresentem alguma relação com os conceitos presentes na estrutura cognitiva (conhecimento prévio) dos estudantes, produzindo neles o desenvolvimento de conhecimento científico. Nesse sentido, Ausubel (*apud* Masini; Moreira, 1982) recomenda o uso de *Organizadores Prévios* a fim de que sirvam de âncora (pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem) para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente, manipulando a estrutura cognitiva do aluno de modo a facilitar a aprendizagem significativa.

Como exemplo, podemos citar um aluno que já sabe o conceito de fluxo de calor, aprendido nas aulas de termodinâmica no segundo ano do Ensino Médio. Na sequência, resolver problemas que relacionam a quantidade de calor que flui através de uma superfície vai apenas fortalecer o seu conhecimento prévio, dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez mais clareza. Além disso, ao chegar ao terceiro ano e lhe for apresentado o conceito de fluxo elétrico, ele dará significado a esse novo conceito à medida que vai acionando o subsunçor fluxo de calor. Desse modo, esse conceito fica mais elaborado, passando a ganhar novos significados, pois o conceito de fluxo aplicar-se-á não só ao campo da termodinâmica, mas também ao da eletricidade e da hidrodinâmica. Progressivamente, o subsunçor fluxo vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. Nesse caso, o aprendiz pode chegar a novos subsunçores, como: o fluxo de um fluido que atravessa dada área de seção transversal por unidade de tempo, o fluxo elétrico sobre uma superfície gaussiana (superfície matemática fechada que relaciona o fluxo elétrico nessa superfície com a carga total encerrada por ela).

Podemos observar também essa interação de conhecimentos prévios (subsunçor) com novos conceitos aprendidos na cinemática. O conceito de movimento iniciado como sendo a variação da posição (para determinado referencial) no tempo pode adquirir novos significados, ficar mais rico, mais estável à medida que introduzimos o conceito de movimento uniforme (distâncias iguais percorridas em intervalos de tempo iguais). Esse conceito de movimento pode ficar ainda mais significativo quando o aluno é levado a perceber que essa variação na posição pode acontecer de forma variada para intervalos de tempo iguais (movimento uniformemente variado). Ao assimilar esse conceito, o aluno amplia sua compreensão do movimento, percebendo que a variação da posição pode ocorrer de maneiras diferentes, dependendo das características do movimento. À medida que os alunos constroem uma rede de conceitos

interligados e ressignificam seus conhecimentos iniciais, eles desenvolvem uma compreensão mais profunda e duradoura dos fenômenos relacionados ao movimento.

Na proposta aplicada a este estudo, usamos como organizadores prévios uma sequência didática e uma proposta experimental projetadas especificamente para atuar como “pontes cognitivas” entre o que os alunos já sabem sobre posição, deslocamento e velocidade e aquilo que eles precisam saber para que o aprendizado seja significativo. Iniciamos estimulando a interação entre os subsunçores sobre posição presentes na estrutura cognitiva dos alunos e as teorias, cientificamente aceitas, para tais conceitos. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados, sendo mais capazes de ancorar novas informações (Moreira, 1999). Isso permite que conceitos mais significativos e completos interajam com o novo material e atuem como ancoradouro para os novos conceitos de deslocamento e velocidade que serão apresentados posteriormente. Dessa forma, “é através do fortalecimento de aspectos relevantes da estrutura cognitiva que se pode facilitar a nova aprendizagem e retenção” (Ausubel, 2012, p. 10).

Conforme explica Moreira (1999), quando lecionamos visando à construção de uma aprendizagem significativa, devemos utilizar materiais *potencialmente significativos*, isto é, materiais que disponibilizem para o aprendiz, em sua estrutura cognitiva, os subsunçores adequados para a sua compreensão. Dessa forma, a videoanálise de movimentos presentes em desenhos animados, filmes e séries tende a apresentar resultados promissores para se trabalhar os conceitos iniciais de cinemática, por ser um campo bastante amplo, interativo e pertencente à realidade dos alunos. Conseqüentemente, a videoanálise desses movimentos se relacionará à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) considerando o que o aprendiz já sabe sobre cinemática, ou seja, resgatando algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento.

Retomando os exemplos anteriores para os subsunçores desenvolvidos ou aperfeiçoados durante as aulas de cinemática, podemos citar ainda outras situações que podem fortalecer o desenvolvimento dessas partes. Durante uma viagem de carro, ao olhar para o velocímetro e perceber que ele não se altera em determinado trecho, o aluno pode inferir que o movimento desenvolvido nesse percurso se assemelha a um movimento uniforme. Olhando novamente para o velocímetro em um momento de ultrapassagem, o aluno pode constatar a variação dele, concluindo que, nesse momento, o carro está em um movimento acelerado. Além de concretizar a teoria vista em aula, tais situações contribuem para o desenvolvimento da estrutura cognitiva do aprendiz, tornando esses conceitos mais elaborados, mais inclusivos e

mais capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas à posição, ao deslocamento e à velocidade ou às informações relacionadas.

Quando lecionamos com o objetivo de promover o aprendizado significativo dos conceitos abordados, Ausubel enfatiza a importância de considerar os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. Segundo Moreira (2010), esses processos atuam simultaneamente e são fundamentais para a formação de uma estrutura cognitiva organizada hierarquicamente, especialmente durante a aprendizagem em determinado campo de conhecimento:

O sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente, os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes. Ou seja, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos, simultâneos, da dinâmica da estrutura cognitiva. Através desses processos o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente, à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando (Moreira, 2010, p. 18).

Conforme apresentado por Ausubel (apud Moreira e Masini, 1982), a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa podem ser definidas da seguinte maneira:

Diferenciação progressiva é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Reconciliação integrativa é o princípio pelo qual a programação do material instrucional deve ser feita para explorar a relação entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparente (Moreira e Masini 1982, p.22).

Logo, a diferenciação progressiva é um princípio pedagógico que orienta o ensino para que comece com conceitos gerais e vá se aprofundando em detalhes específicos, permitindo uma organização hierárquica mais rica e detalhada do conhecimento. Por outro lado, a reconciliação integrativa é o processo que promove a conexão entre ideias e conceitos, resolvendo inconsistências e integrando significados, o que resulta em uma compreensão mais coesa e abrangente dos conteúdos aprendidos.

Esses movimentos teóricos-metodológicos são fundamentais para a construção do conhecimento em diversas áreas, incluindo a cinemática. Eles auxiliam os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda e interconectada dos conceitos fundamentais desse ramo da Física.

No contexto da cinemática, a diferenciação progressiva pode ser percebida em diversas situações, por exemplo, quando os alunos aprendem o movimento como sendo uma mudança de posição em relação a um referencial, nesse momento eles podem começar a diferenciar entre

tipos de movimento (como retilíneo e curvilíneo). Essa diferenciação é fundamental para entender fenômenos mais complexos, como o movimento acelerado ou retardado; como diferentes referenciais afetam a percepção de movimento e repouso, levando a uma compreensão mais profunda das relações entre os objetos em movimento; ao discutir a trajetória de um corpo em movimento, os alunos podem ser levados a analisar como diferentes trajetórias podem ser interpretadas sob diferentes referenciais; e na introdução do conceito de deslocamento como a distância entre as posições inicial e final ao longo do tempo, isso permite que os alunos façam conexões com outros conceitos, como velocidade e aceleração, promovendo uma rede de conhecimentos interligados.

A reconciliação integradora complementa a diferenciação progressiva ao permitir que os alunos conectem novos conhecimentos com aqueles já existentes, promovendo uma visão coesa do aprendizado. No contexto da cinemática ela permite que os alunos identifiquem e resolvam inconsistências entre os conceitos que estão aprendendo. Por exemplo, ao estudar o deslocamento e a distância percorrida, os alunos podem perceber que, embora ambos se relacionem ao movimento, eles têm significados diferentes; ao estudar diferentes tipos de movimento (como retilíneo uniforme e uniformemente acelerado), os alunos podem comparar as características desses movimentos e entender como eles se encaixam dentro do quadro geral da cinemática; a velocidade pode ser vista como um conceito mais específico que deriva do deslocamento e do intervalo de tempo.

Assim, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos interdependentes, mas interligados que enriquecem o ensino da cinemática. Enquanto a diferenciação permite o aprofundamento e a especificação dos conceitos fundamentais, a reconciliação assegura que esses conceitos sejam interligados em uma estrutura cognitiva coesa. Juntos, esses movimentos teóricos-metodológicos promovem um aprendizado significativo, essencial para o entendimento dos fenômenos físicos estudados na cinemática.

## 2.2 O SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Utilizar o software Tracker como ferramenta pedagógica ajuda a compensar a falta de laboratórios de ciências para a realização de atividades experimentais de forma acessível. O software Tracker é um recurso gratuito que pode ser baixado no site <https://physlets.org/tracker/> e é compatível com os sistemas operacionais Windows, Mac OS e Linux. Este software possibilita a análise de fenômenos físicos por meio da videoanálise, com foco especial em movimentos que os alunos observam em seu cotidiano. Simulações

computacionais, quando utilizadas em conjunto com livros didáticos e experimentos práticos, podem criar experiências de aprendizado significativas que aprimoram a compreensão cognitiva dos alunos, conforme sugerido por Souza (2018).

Carvalho (2023) compartilha dessa visão e destaca as simulações computacionais como uma estratégia eficaz para tornar as aulas mais dinâmicas, sem comprometer a qualidade do ensino:

Simulado no computador dar dinamicidade e rapidez ao processo de ensino-aprendizagem sem perda de qualidade, propiciando uma abordagem diferenciada dos conteúdos ministrados e melhorando a visualização dos fenômenos físicos que não poderiam ser observados em figuras estáticas dos livros didáticos ou no quadro convencional (Carvalho, 2023, p. 44).

Ao aplicar os conhecimentos da disciplina de Física de maneira ativa e investigativa, os alunos podem explorar conceitos teóricos abstratos em contextos práticos. O uso do Tracker não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também incentiva a curiosidade e o envolvimento dos estudantes nas atividades científicas. Entre os recursos disponíveis no Tracker, destacam-se:

Rastreamento quadro a quadro de objetos em movimento, com a possibilidade da sobreposição de gráficos de posição, velocidade e aceleração, filtros de efeitos especiais, múltiplos sistemas de referência, pontos de calibração e perfis de linha para análise de padrões de espectro e interferência, dentre outros recursos (Bordin, 2020, pg. 5).

Entre suas funcionalidades, destacam-se ainda a divisão do vídeo quadro a quadro, a rotação da posição do vídeo, a indicação de grandezas vetoriais, exportar o vídeo analisado em vários formatos como .trk, .mov e .gif. O software também permite a visualização de trajetórias e coordenadas, proporcionando aos alunos uma análise detalhada dos fenômenos físicos estudados. Essas ferramentas são fundamentais para enriquecer a experiência de aprendizado e facilitar a compreensão dos conceitos de Física.

O grupo Tracker-Brasil ([trackerbrasil.ct.utfpr.edu.br](http://trackerbrasil.ct.utfpr.edu.br)) é responsável por desenvolver pesquisas e publicar trabalhos que evidenciam as potencialidades do uso do software Tracker como ferramenta didática no ensino de Física (Bordin, 2020). Este grupo se dedica a explorar e disseminar metodologias que integram a videoanálise no processo educativo, destacando como essa tecnologia pode enriquecer a aprendizagem dos alunos. Através de suas iniciativas, o Tracker-Brasil contribui significativamente para a formação de professores e para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras, que tornam o ensino da Física mais dinâmico e acessível.

Em nossa proposta, buscamos retomar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos iniciais de cinemática e integrá-los com as diversas ferramentas e funcionalidades do

software Tracker, visando um aprendizado significativo. Começamos relacionando os conceitos de corpo extenso e ponto material (ou partícula). Explicamos que o corpo a ser investigado em seu movimento é um corpo extenso, e para facilitar a análise, escolhemos um ponto específico, transformando-o em uma partícula. Esse ponto será acompanhado quadro a quadro ao longo do vídeo. Para cada quadro marcado, mostramos aos alunos que esta posição do corpo está associada a um instante específico de tempo. Isso permite uma compreensão mais clara do movimento. Apresentamos o conceito de variação, representado pela letra grega delta maiúsculo ( $\Delta$ ), onde  $\Delta = \text{final} - \text{inicial}$ . Explicamos que a variação entre duas posições é conhecida como deslocamento e que o tempo transcorrido entre essas posições é denominado intervalo de tempo.

Podemos conectar as posições do corpo marcadas em cada quadro para determinar a trajetória do movimento analisado. Em seguida, comparamos essa trajetória com o gráfico da posição em função do tempo ( $s \times t$ ), gerado automaticamente pelo software Tracker. Essa comparação permite que os alunos compreendam que esse gráfico não representa a trajetória real do movimento.

Para ilustrar o conceito de velocidade, revisitamos os subsunçores de variação da posição e do intervalo de tempo, realizando a divisão da variação da posição pelo intervalo de tempo. Ao introduzirmos um sistema de coordenadas, podemos explorar com os alunos os conceitos de velocidade positiva e negativa, enfatizando que a velocidade negativa é uma questão de referencial. O conceito de aceleração é introduzido ao revisar o subsunçor velocidade. Explicamos que a aceleração é calculada pela divisão da variação da velocidade pela variação do intervalo de tempo, permitindo aos alunos entenderem como as mudanças na velocidade ocorrem ao longo do tempo.

### **2.2.1 Videoanálise e o software Tracker**

Com os avanços tecnológicos, os laboratórios de Física estão se modernizando e se tornando cada vez mais portáteis e acessíveis aos alunos. Por exemplo, o estudo do movimento anteriormente feito pela análise de um conjunto de imagens estroboscópicas está sendo gradativamente substituído pela videoanálise.

Até há pouco, um dos meios utilizados para a coleta de dados de corpos em movimento baseava-se na foto estroboscópica. Por esse método, utilizava-se uma câmera fotográfica e uma luz estroboscópica para extrair as posições ocupadas por um objeto, através de uma fotografia de exposição múltipla. No entanto, com o avanço da tecnologia de vídeo e da informática, digitalizar e analisar imagens tem se tornado

muito popular na última década, o que tem permitido a substituição ou a melhora da antiga técnica da câmera estroboscópica. Esses novos meios apresentam uma série de vantagens como a possibilidade de se obter durante o processo de análise uma rápida visualização dos resultados (Barbeta; Yamamoto, 2002, p. 159).

Como explicam os autores, esses novos meios apresentam uma série de vantagens, como a possibilidade de se obter, durante o processo de análise, uma rápida visualização dos resultados, além de dar significado aos dados coletados, de modo que eles deixam de ser apenas um amontoado de números.

Neste estudo, para trabalhar com a videoanálise, adotamos o software livre Tracker, uma vez que pode ser facilmente executado por possuir uma interface amigável, ajudando os alunos na manipulação dos dados e na criação dos gráficos. Para Amorim (2015), o uso do Tracker no ensino de Física é promissor por sua versatilidade, pelo interesse que desperta nos estudantes e por promover uma aula mais dinâmica, além de ser gratuito. Oliveira *et al.* (2011) também incentivam o uso de tecnologias educacionais livres

O programa Tracker permite realizar análise de vídeos quadro a quadro, com o que é possível o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmeras digitais ou webcams e computadores comuns. Entendemos que, através do uso desta tecnologia, professores e estudantes de Física têm condições objetivas de desenvolver experimentos significativos e atividades de laboratório de baixo custo, mas alta qualidade acadêmica. Sendo um software livre, o Tracker pode ser obtido e repassado livremente e também está aberto a modificações realizadas pelo usuário (Oliveira *et al.*, 2011, p. 3).

Ademais, os autores apresentam o software Tracker como uma alternativa, tendo em vista o custo elevado de equipamentos de laboratório e das tecnologias proprietárias (hardware e software).

### **2.2.2 Videoanálise e o ensino de Física**

Apesar dos avanços e dos investimentos financeiros significativos na educação brasileira, destinados a aprimorar tanto o ensino quanto o aprendizado dos alunos, ainda observamos uma carência crítica de materiais e laboratórios adequados para práticas experimentais. Um exemplo claro dessa situação é a escola JSM, onde implementamos nosso produto educacional. Os poucos recursos disponíveis para essas atividades são antigos, enferrujados e descalibrados, além de carecerem de sensores que possibilitem a coleta de dados confiáveis.

Nunes e Silva (2020) apresentam a videoanálise, utilizando o software Tracker como ferramenta, como uma alternativa eficaz para aproximar os alunos das práticas experimentais e

do processo científico. Essa abordagem permite que os estudantes realizem análises detalhadas de fenômenos físicos, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos:

Videolanálise é uma técnica que permite o registro de fenômenos que envolvam movimento por meio de filmagens que podem ser captadas por simples câmeras de celulares, e que podem ser utilizadas como atividades experimentais nas aulas de física, permitindo aos alunos o acompanhamento de grandezas físicas, manipulação dos dados, construção de gráficos e o papel de agentes ativos na construção do conhecimento. (Nunes e Silva, 2020 Pg. 46)

A videolanálise desempenha um papel fundamental no ensino de Física, proporcionando uma série de vantagens que podem transformar a experiência de aprendizado dos alunos. Ao permitir que os estudantes capturem e analisem fenômenos físicos por meio de vídeos, essa abordagem os torna participantes ativos no processo educacional, o que pode aumentar significativamente seu interesse pelo componente.

Além disso, a videolanálise facilita a visualização da aplicação prática da Física em situações do cotidiano, ajudando os alunos a conectarem conceitos teóricos abstratos com experiências reais. Essa conexão é essencial para uma compreensão mais profunda e significativa dos princípios físicos.

Outro aspecto importante é a acessibilidade da videolanálise. Ela pode ser realizada com equipamentos simples, como câmeras de celulares, e o software Tracker é compatível com computadores de baixa configuração. Essa característica torna a videolanálise uma ferramenta viável para diversas instituições de ensino, independentemente de suas limitações orçamentárias ou tecnológicas.

Silva e Lima (2024) concordam com essa ideia e destacam que a Videolanálise, por meio do software Tracker, pode ser aplicada nas salas de aula sem a necessidade de um laboratório de Física ou Ciências. Isso se deve ao fato de que os instrumentos e objetos necessários para as experiências são comumente encontrados no próprio ambiente escolar. Eles ressaltam ainda que o uso do Tracker oferece uma série de benefícios para o aprendizado dos estudantes:

Aprendizagem ativa (permite que os alunos interajam de maneira mais dinâmica com o conteúdo, promovendo uma aplicação prática do conhecimento em atividades concretas); Conexão entre teoria e prática (vídeos utilizados pelos estudantes ilustram conceitos teóricos de forma visual, assim facilitando a compreensão, fazendo a aplicação desses conceitos em contextos reais); Estimulação da curiosidade (os experimentos despertam o interesse dos alunos, incentivando-os a buscar mais conhecimento sobre os temas abordados); Trabalho em equipe; Interpretação de gráficos e Desenvolvimento de habilidades técnicas (Silva e Lima, 2024, p. 4)

A videolanálise com o Tracker, quando aplicada ao ensino de cinemática, ajuda a amenizar as dificuldades encontradas na análise de gráficos relacionados a movimentos. Isso

permite que os alunos identifiquem os dados de forma simples e eficiente, o que facilita a elaboração de estudos sobre os movimentos e as leis que os regem (Gomes, 2017):

Todas as quantidades cinemáticas características desse movimento, posição, velocidade e aceleração em função do tempo, são facilmente medidas através do Tracker. Com isso, pode-se analisar na prática o movimento estudado em teoria, calculando e medindo as diversas grandezas a ele relacionadas, sendo possível confrontar os valores esperados teoricamente e os obtidos no experimento (Parreira, 2018, p. 986).

Além disso, a análise de situações cotidianas torna o aprendizado mais relevante e acessível, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos cinemáticos. Assim, a videoanálise se destaca como um recurso valioso para enriquecer o ensino de Física e promover um aprendizado mais engajado e prático.

### 2.3 OS DESENHOS ANIMADOS E O ENSINO DE FÍSICA

No atual contexto social, podemos dizer que a realidade dos nossos alunos é permeada em meio à grande variedade de aparelhos tecnológicos (smartphone, tablet, computador, televisão) que são usados para a obtenção de informações e, na maioria das vezes, para lhes proporcionar entretenimento e diversão como assistir a desenhos, filmes e séries. Nessa perspectiva, o Produto Educacional desenvolvido pretende atuar justamente nesse momento de descontração/entretenimento, direcionando o olhar e a percepção dos estudantes para os movimentos realizados nessas animações, despertando neles questionamentos do tipo: como ocorreu tal movimento? Esse movimento é possível, segundo as leis físicas? Seria possível quantificá-lo? Em caso positivo, quais etapas são necessárias e qual ferramenta tecnológica utilizar?

Os desenhos animados têm se mostrado como uma alternativa para se introduzir e apresentar muitos dos conceitos físicos. Bezerra e Lima (2021) destacam que seu uso vem se intensificando, pois suas cenas animadas auxiliam na visualização de conceitos abstratos da Física e permitem uma boa articulação entre a Física ensinada formalmente em sala de aula e os fenômenos físicos vivenciados em nosso cotidiano. Para os autores,

Os desenhos animados apresentam um bom cenário para abordar e explorar diversos conceitos e fenômenos físicos, já que os mesmos, em muitos dos casos, utilizam nuances das leis da Física para se referir ou extrapolar a realidade. Um exemplo é o desenho animado Papa-léguas, que para propiciar um ambiente cômico desafia as leis da Física quando exhibe seus personagens parando no ar antes de uma queda brusca. Buscamos então propor uma sequência de ensino utilizando a análise de cenas expostas nos desenhos animados nas quais aparecem inconsistências, ou não, de

conceitos físicos como ferramenta didática, tendo em vista que os desenhos animados são populares, interessantes e divertidos (Bezerra; Lima, 2021, p. 3).

Pereira (2015) considera a utilização de desenhos animados para o ensino de Física como uma forma de motivar os estudos desse componente curricular, pois, além de fazer uso de linguagem verbal e não verbal na modalidade mais próxima da utilizada pelo discente, considera o contexto sociocultural, o que desperta nele o interesse, requisito necessário para ocorrer uma aprendizagem significativa.

Conhecedores dessa nova realidade, um grupo de pesquisadores e alunos do Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), criaram o projeto AnimaFísica (Alunos e pesquisadores [...], 2019). Essa é uma iniciativa que utiliza animações para divulgar conceitos de Física de partículas e outros temas científicos. Ele envolve a produção de desenhos animados e curta-metragem que visam a tornar a Física mais acessível e interessante para o público em geral, especialmente para jovens estudantes de 12 e 16 anos que cursam o Ensino Médio ou estejam concluindo o Fundamental. Os vídeos produzidos pelo projeto abordam conceitos, nomenclaturas e informações técnicas da Física, acompanhados de perto por físicos do projeto. O AnimaFísica<sup>1</sup> tem sido reconhecido e selecionado para participar de festivais brasileiros (Agência Fapesp, 2020), demonstrando seu impacto na divulgação científica.

O uso de recursos audiovisuais vem se intensificando no ensino de Física como forma de justificar e aproximar os alunos da sua realidade, apesar disso, o número de trabalhos envolvendo o ensino de Física e os desenhos animados ainda é reduzido. Porém, os autores que encontramos nos despertaram ainda mais interesse pelo potencial pedagógico dos desenhos animados (Bezerra; Lima, 2021).

Como exemplo, podemos citar Severino e Berlitz (2007), que utilizaram trechos de episódios do desenho animado *Static Shock* (Super Choque) como recurso para aulas de eletrostática em quatro turmas no terceiro ano do Ensino Médio em uma escola estadual em Canoas/RS. O estudo foi baseado na teoria de desenvolvimento histórico-cultural de Vygotsky, sendo o desenho um estímulo artificial para realizar a interação do aluno com o conceito físico. Os autores mostraram que essa relação foi facilitadora da aprendizagem do aluno.

Já Pereira (2015) explora o tema inércia, referente à Primeira Lei de Newton, no 9º ano do Ensino Fundamental no Colégio Cor Jesu, localizado em Brasília/DF. Para tanto, à luz

---

<sup>1</sup> Para mais informações, é possível acessar o site oficial do projeto [animafisica.com.br](http://animafisica.com.br) ou o seu canal no YouTube <https://www.youtube.com/c/animafisica>.

das teorias de Vygotsky e Ausubel, são empregados episódios do desenho animado *Futurama*, um seriado futurístico. Na mesma categoria, é possível ainda citar os seriados *Os Simpsons* e *The Big Bang Theory*, que também podem ser utilizados.

Valadares (2018), por sua vez, visando a uma aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados, usou os desenhos de *Papa-léguas* e *Pica-pau* para introduzir os tópicos iniciais da 1ª série do Ensino Médio, relacionados às Leis de Newton. Para a segunda série, foram usadas cenas do desenho *Super Choque* e dois episódios da série *Arrow* (Arqueiro) para se introduzir os objetos de conhecimento relacionados a ondas sonoras. Na 3ª série, foi usado o desenho *Super Choque* para se trabalhar todos os tópicos relacionados à eletrostática. A elaboração das aulas audiovisuais teve como base a escolha de trechos de episódios de desenhos animados e filmes, cada um relacionado aos conteúdos propostos em cada série. O trabalho foi desenvolvido na escola Campus Brasil, em Araguaína/TO, com um tempo de 50 minutos para cada aula.

### **2.3.1 Videoanálise nos desenhos animados.**

Vemos que, mesmo em número reduzido, ainda encontramos bons trabalhos acadêmicos relacionando desenhos animados, filmes ou série com os conceitos físicos. No entanto, quando partimos para a videoanálise de movimentos presentes em alguma dessas produções cinematográficas, esses trabalhos caem drasticamente, com destaque apenas para o trabalho de Silva Neto (2016). Ele fez algo parecido: utilizou o software Tracker para analisar o movimento de sessões do jogo *Angry Birds*, gravadas em vídeo. Explica o autor:

Em nosso projeto, conduzido no Colégio Estadual Conde Pereira Carneiro, em Angra dos Reis/RJ, os alunos cumpriram atividades de recuperação escolar em aulas vagas do próprio turno de presença, onde, capturando uma sessão de jogo de *Angry Birds* em vídeo, posteriormente analisavam os movimentos nele contidos no software Tracker. Com isso, trabalharam-se todos os conceitos fundamentais da cinemática, como posição, deslocamento, velocidade e aceleração, além de tópicos da cinemática, como movimento uniforme, acelerado e de projéteis (Silva Neto, 2016, p. 7).

A videoanálise de experimentos utilizando o software Tracker segue algumas exigências que facilitam sua análise, como: a colocação de um objeto de tamanho conhecido e a filmagem do movimento em uma única câmera. Acreditamos que esse número reduzido de trabalhos sobre videoanálise, em cenas cinematográficas, pode estar relacionado com a dificuldade de encontrar cenas que apresentem movimentos em condições de ser analisados, com as seguintes diretrizes:

- para que a coleta de dados não seja comprometida, o movimento deve ser, no máximo, bidimensional;
- todo movimento deve acontecer em apenas uma câmera, se possível, que esteja a  $90^\circ$  do movimento;
- é preciso uma grandeza de tamanho conhecido a fim de servir de parâmetro para calibrar os eixos do programa, caso necessite quantificar valores como velocidade e aceleração.

Apesar da aparente dificuldade, essa videoanálise é possível de ser feita e apresenta resultados qualitativos satisfatórios para os conceitos iniciais de cinemática. Como constatamos nos trabalhos de Silva Neto (2016), 63% dos entrevistados conseguiram relacionar velocidade e aceleração a conceitos de cinemática e 87% perceberam que vetor é uma grandeza associada à intensidade, à direção e ao sentido. Quanto ao estudo dos gráficos, os alunos conseguiram relacionar esse conceito e interpretá-lo tanto em Física como no componente de Matemática.

Após identificar cenas de desenhos animados, filmes ou séries que apresentem movimentos adequados para análise, o professor pode realizar a videoanálise. O software livre Tracker tem sido a principal ferramenta tecnológica adotada para essa análise, pois permite recortar a animação de modo a focar no movimento em questão, além de organizar os dados em tabelas e gráficos. Essa abordagem facilita uma compreensão mais clara dos padrões de movimento observados. Na próxima seção, detalharemos as grandezas utilizadas para o estudo do movimento.

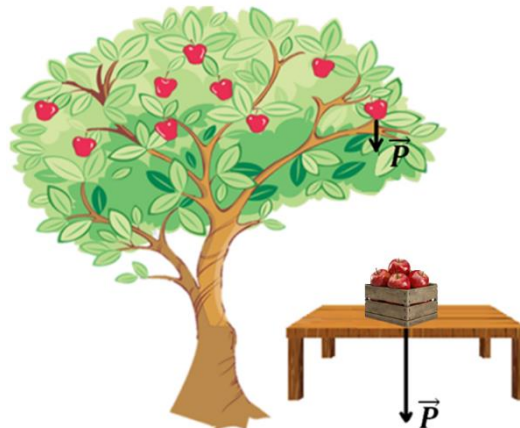
### 3 GRANDEZAS FUNDAMENTAIS PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO

Constantemente, fazemos uso das grandezas Físicas para descrever, justificar ou ilustrar acontecimentos cotidianos. Por exemplo, a temperatura do corpo de alguém que se encontra com suspeita de febre, a capacidade de armazenamento de um reservatório, a localização de uma residência em uma cidade, a posição de um carro danificado em uma rodovia, a velocidade média desenvolvida entre duas cidades, entre outras. A grande maioria das pessoas trata essas grandezas como sendo iguais, não percebendo que, para ficarem bem definidas, algumas delas necessitam de informações adicionais que vão além do seu valor numérico e da sua unidade de medida. Nesta seção, apresentaremos as grandezas utilizadas para o estudo do movimento.

#### 3.1 GRANDEZAS VETORIAIS E ESCALARES

Quando uma grandeza Física é descrita por um único número, ela é denominada *grandeza escalar*. Diferentemente, uma *grandeza vetorial* é descrita por um **módulo**, que indica a “quantidade” ou o “tamanho” do vetor, e ainda uma **direção** e um **sentido** no espaço. As grandezas vetoriais, como força e velocidade, passam a ser identificadas com uma seta sobre suas abreviações ( $\vec{F}$  para força e  $\vec{V}$  para velocidade). Na Figura 2, tais grandezas são acompanhadas de setas que informam a direção e o sentido de sua atuação. O tamanho das setas é proporcional ao seu respectivo valor (Young; Freedman, 2016).

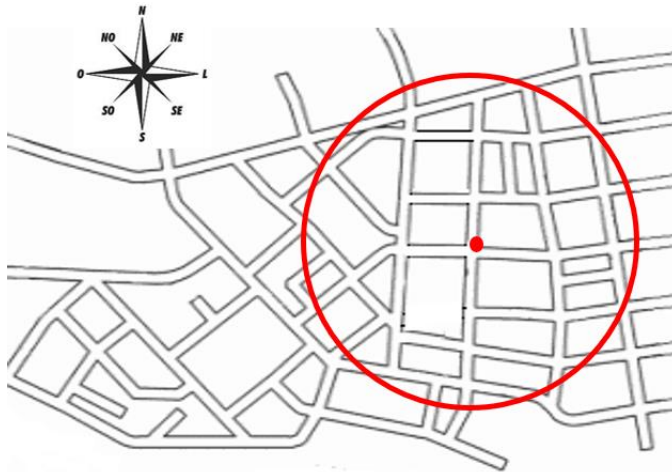
Figura 2 – Objetos sobre a superfície da Terra ou próximos a ela são atraídos pela força Peso, representado na figura pela letra P. Eles estão “imersos” no campo gravitacional da Terra.



Fonte: adaptada da internet.

Para especificar a temperatura corporal, necessitamos apenas do valor numérico e da unidade de medida (exemplo 38 °C). Com isso, é possível saber se o indivíduo/paciente se encontra ou não com febre. Já para identificar a posição de uma residência em uma cidade, usa-se outro imóvel como referência (ponto vermelho na Figura 3), já para apontar a distância (valor numérico e unidade de medida, por exemplo, 2 km) em que essa residência se encontra, tal informação não será suficiente, pois teremos muitas possibilidades. Qualquer posição em um raio de 2 km estaria de acordo com o valor fornecido, mas poderia não ser a posição desejada. Para encontrar essa posição, precisaríamos de informações adicionais, como 2 km **na direção nordeste**.

Figura 3 – Possibilidades de localização de uma residência para uma distância de 2 km de um local de referência. (imagem sem escala).



Fonte: adaptada da internet.

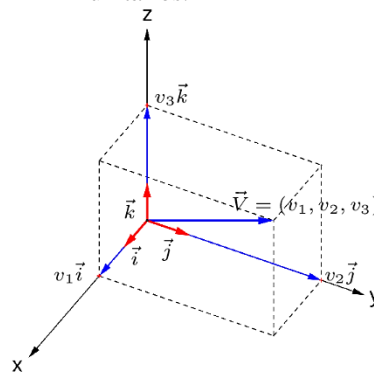
Os cálculos envolvendo uma grandeza escalar são feitos pelas operações aritméticas normais. Tal como as quantidades escalares, as quantidades vetoriais podem ser somadas, subtraídas e multiplicadas. No entanto, a manipulação algébrica de vetores requer que se leve em conta sua orientação (Tipler; Mosca, 2014).

Em um sistema de coordenadas cartesianas  $x, y, z$ , por exemplo, podemos representar esses vetores por meio dos vetores unitários (versores  $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ ) paralelos aos respectivos eixos. Um vetor arbitrário  $\vec{V}$  pode ser expandido em termos desses vetores-base:

$$\vec{V} = V_x \hat{i} + V_y \hat{j} + V_z \hat{k}.$$

Os números  $V_x, V_y$  e  $V_z$  são chamados componentes escalares de  $\vec{V}$ . Se essa componente tiver a mesma orientação do seu eixo, a projeção será um número positivo, conforme Figura 4, a seguir. Se tiver sentido contrário, esse valor será negativo.

Figura 4 – Representação geométrica de um vetor arbitrário  $\vec{V}$ , suas componentes e seus respectivos vetores unitários.

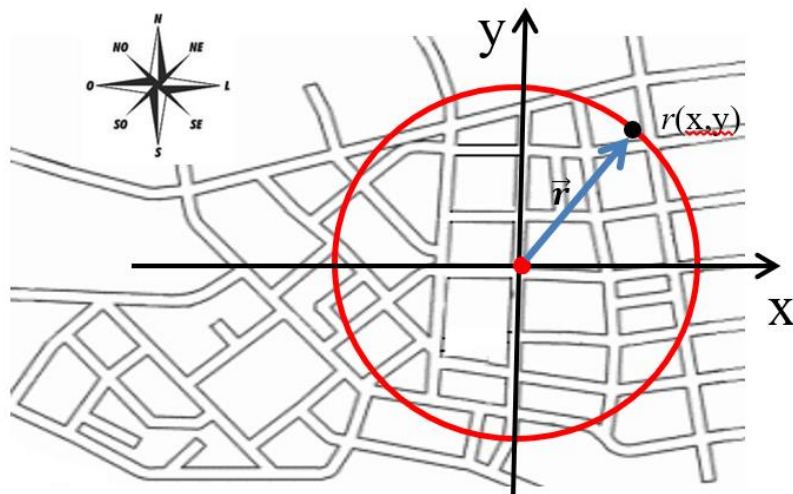


Fonte: adaptada de Santos (2018). Disponível em: <https://regijs.github.io/gaal/sum33.html>.

### 3.2 POSIÇÃO ( $r$ ) E VETOR POSIÇÃO ( $\vec{r}$ )

Distâncias e ângulos são utilizados para fixar a posição de um ponto no espaço, em relação a determinado referencial (Nussenzveig, 2013). Traçando um plano cartesiano com coordenadas (x,y) e origem na residência tida como referência, podemos localizar a posição da residência procurada por meio de um ponto  $r$  com coordenadas  $x$  (abscissa) e  $y$  (ordenada)  $r(x,y)$ , conforme Figura 5. Segundo Nussenzveig, um sistema desse tipo é empregado corretamente para localizar uma rua na planta de uma cidade, ou uma cidade num atlas geográfico. De acordo com Knight (2009), podemos dizer que outra maneira de localizar a casa procurada é desenhando uma seta que vá da origem até o ponto que representa a casa. Podemos, então, especificar um comprimento e uma orientação à seta. Uma seta desenhada a partir da origem de um sistema de coordenadas até a posição de um objeto é chamada de **vetor posição** do mesmo, e designamos o símbolo  $\vec{r}$  para ele (Figura 5).

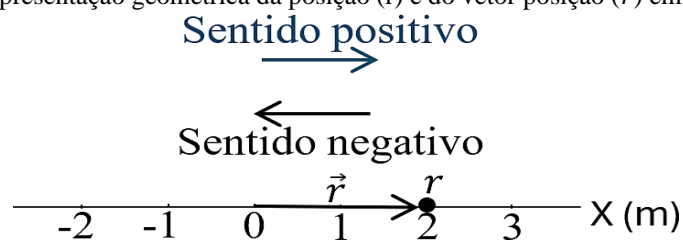
Figura 5 – Localização de uma residência em um plano (x,y) por meio da sua posição e do vetor posição ( $\vec{r}$ ) (imagem sem escala).



Fonte: autoria própria.

No estudo do movimento de um corpo sobre uma reta orientada (movimento unidimensional), são observadas as posições ocupadas por ele ao se deslocar. Para determinar o vetor posição em determinado instante, medimos a distância sobre a trajetória (eixo x), do ponto onde ele está até o ponto considerado como origem O, conforme Figura 6. De forma genérica, podemos representar esse vetor como sendo  $\vec{r} = x\hat{i}$ , onde o símbolo  $\hat{i}$  indica o vetor unitário que tem a direção do eixo de x e sentido positivo.

Figura 6 – Representação geométrica da posição (r) e do vetor posição ( $\vec{r}$ ) em uma dimensão.



Fonte: autoria própria.

Neste estudo, focaremos apenas nas grandezas vetoriais que operam em uma dimensão, analisando suas propriedades e aplicações específicas. Com isso, o caráter vetorial das grandezas que se sucedem será representado pelo sinal obtido: à direita para grandezas com sinal positivo e à esquerda para grandezas com valor negativo, conforme apresentado na Figura 6.

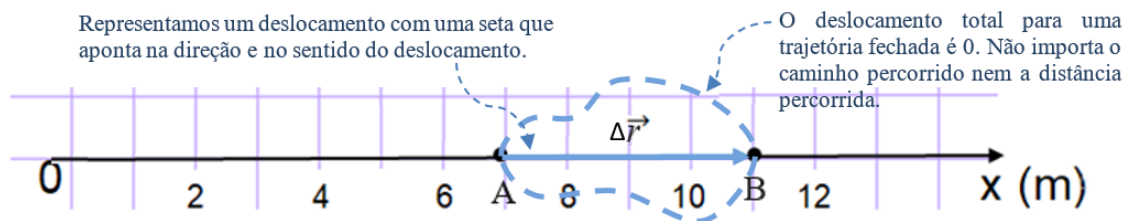
### 3.3 DESLOCAMENTO

Localizar e descrever posições é muito importante e fazemos isso de várias maneiras em nosso dia a dia. Tão frequente como localizar é a necessidade de descrever nossos deslocamentos, isto é, nossa mudança de posição. O deslocamento é uma variação da posição, é a mudança que se estabelece entre a posição inicial e a posição final (Gref, 2002). Quando esse vetor se posiciona ao longo do eixo Ox, como mostra o deslocamento  $\Delta\vec{r}$  entre o ponto A e B na Figura 7, a componente x do deslocamento é simplesmente a variação nos valores de x:

$$\Delta r = \Delta x = x_f - x_i, \quad (1)$$

onde  $x_f$  é a posição final e  $x_i$  é a posição inicial.

Figura 7 – Representação geométrica para um deslocamento unidimensional  $\Delta\vec{r}$ .



Fonte: autoria própria.

Fazendo uso dos valores que constam da Figura 7, onde a posição inicial é 7 m e sua posição final é 11 m, temos que a magnitude do vetor deslocamento decorre da subtração dos valores algébricos dessas posições:

$$\Delta x = x_f - x_i = 11 - 7 = 4 \text{ m} .$$

Perceba que um deslocamento no sentido positivo (para a direita, na Figura 7) sempre resulta em um deslocamento positivo; e um deslocamento no sentido oposto (para a esquerda, na Figura 7) sempre resulta em um deslocamento negativo. Note que o deslocamento é sempre uma reta direcionada da posição inicial até a final, não dependendo da trajetória. Já o deslocamento total para uma trajetória fechada é zero.

### 3.4 MOVIMENTO E REPOUSO

Segundo Knight (2009), o movimento pode ser definido como a variação  $(x_f - x_i)$  da posição de um objeto no transcorrer do tempo. Assim, para determinar se um corpo está ou não

em movimento, é necessário especificar sua posição com relação a outro corpo que esteja em sua proximidade, o *referencial*. Se a posição do corpo estudado variar no tempo, é possível afirmar o movimento desse corpo com relação ao referencial, caso contrário, dizemos que ele está em *repouso*.

Faremos uso da orientação presente na cinemática, isto é, estudaremos o movimento sem nos preocuparmos com os agentes externos que podem produzir ou modificar o deslocamento. Na Física, podemos classificar esse movimento em três tipos, quais sejam: *translacional* – o movimento em que um corpo se desloca de um ponto a outro sem mudar sua orientação; *rotacional* – o movimento em que um corpo gira em torno de um eixo; e o *vibracional* – movimento oscilatório em torno de uma posição de equilíbrio. No presente trabalho, vamos nos limitar ao movimento translacional em uma dimensão.

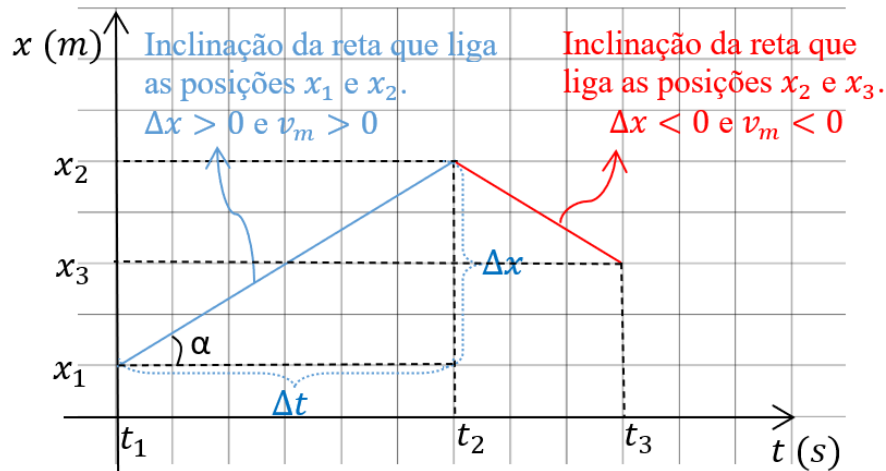
### 3.5 VELOCIDADE MÉDIA, VELOCIDADE INSTANTÂNEA E VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA

Podemos analisar a variação da posição de um corpo em determinado intervalo de tempo pela *velocidade média* ( $\vec{v}_m$ ). Ela é definida pela razão entre o deslocamento  $\Delta\vec{r}$  e o intervalo de tempo  $\Delta t$  durante o qual esse deslocamento ocorre. Para um deslocamento unidimensional no eixo de x, teremos:

$$v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}. \quad (2)$$

A velocidade média da partícula pode ser *positiva* se o deslocamento da partícula for positivo; *negativa*, se o deslocamento da partícula for negativo; ou *nula*, se o deslocamento da partícula for nulo. Em um gráfico da posição x da partícula em função do tempo t, encontramos a velocidade média no intervalo de tempo  $\Delta t$  calculando a inclinação da reta que liga os pontos correspondentes à posição da partícula nos instantes inicial  $t_i$  e final  $t_f$  (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Vejamos a Figura 8, a seguir.

Figura 8 – O módulo da velocidade média  $v_m$  de um objeto é numericamente igual à inclinação de uma linha que liga os pontos correspondentes em um gráfico de posição ( $x$ ) versus tempo ( $t$ ).



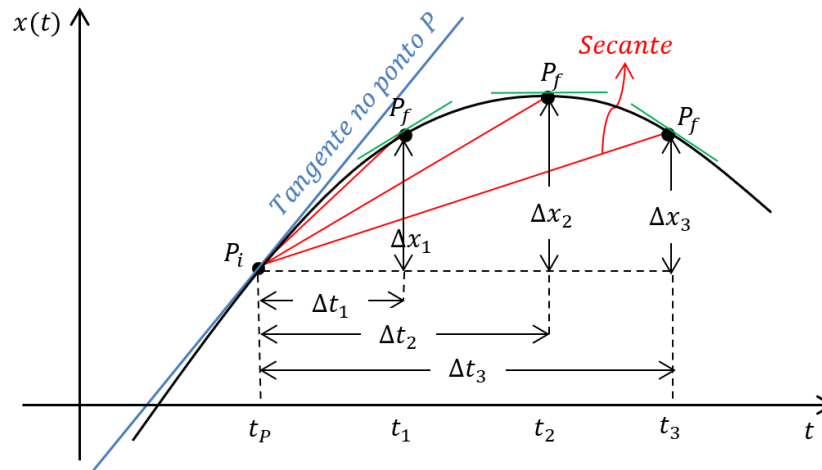
Fonte: autoria própria.

Como podemos visualizar na Figura 8, um valor positivo do módulo da velocidade média  $v_m$  (e a inclinação) significa que a reta está inclinada para cima, da esquerda para a direita; um valor negativo do módulo da velocidade média  $v_m$  (e a inclinação) significa que a reta está inclinada para baixo, da esquerda para a direita. Nesse caso, é possível deduzir que quanto maior for a velocidade do objeto, maior será a inclinação da reta no gráfico e consequentemente maior o ângulo  $\alpha$ . Podemos aplicar essa mesma dedução para o caso inverso, em que a velocidade é menor.

A velocidade média pode nos informar a direção e a rapidez com que uma partícula realiza um movimento entre duas posições em certo intervalo de tempo. No entanto, essa velocidade não pode nos informar nem o módulo, nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo (Young; Freedman, 2016). Para isso, é necessário conhecer a velocidade em um ponto específico da trajetória, isto é, a *velocidade instantânea*.

A velocidade instantânea em dado instante de tempo é obtida aproximando continuamente a posição final da posição inicial, isto é, calculando a velocidade média nos deslocamentos e nos intervalos de tempo cada vez menores. Conforme Figura 9, tanto  $\Delta x$  quanto  $\Delta t$  tornam-se muito pequenos, mas a razão entre eles não se torna necessariamente pequena.

Figura 9 – Gráfico da posição da partícula em função do tempo para um movimento retilíneo.



Fonte: adaptações de Tipler e Mosca (2014).

Observe que à medida que consideramos intervalos de tempo sucessivamente menores, os pontos iniciais e finais do deslocamento são pontos quase adjacentes, de maneira que a secante à curva definida pela trajetória se confunde com a tangente (à curva) que toca o ponto onde se mede a velocidade (Gref, 2002). Além disso, calcular a velocidade em intervalos cada vez menores, em uma linguagem matemática mais rigorosa, é calcular o limite de  $\Delta x / \Delta t$  com  $\Delta t$  tendendo a zero. Esse limite é conhecido como a derivada de  $x$  em relação a  $t$ :

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt}.$$

Em gráfico da posição da partícula em função do tempo no movimento retilíneo, a velocidade instantânea em qualquer ponto é numericamente igual à inclinação da tangente da curva nesse ponto. Quando a tangente é inclinada para cima e para a direita, como no instante 1 da Figura 9, sua inclinação e sua velocidade são positivas e o movimento ocorre no sentido positivo do eixo  $Ox$ . Quando a tangente é inclinada para baixo e para a direita, como no instante 3 da Figura 9, sua inclinação e sua velocidade são negativas e o movimento ocorre no sentido negativo do eixo  $Ox$ . Quando a tangente é horizontal, como no instante 2 na Figura 9, a inclinação é igual a zero e a velocidade é nula (Young; Freedman, 2016).

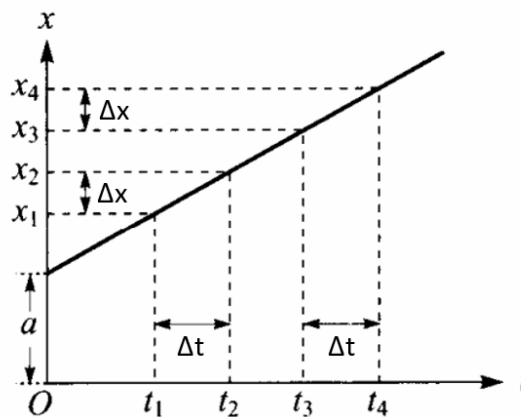
Em outra perspectiva, a *velocidade escalar instantânea* de uma partícula é definida como a intensidade (módulo) de sua velocidade instantânea. Como acontece com a velocidade escalar média, a velocidade escalar instantânea não tem direção associada a ela. Por exemplo, se uma partícula tem velocidade instantânea de +25 m/s ao longo de uma linha, e outra partícula tem velocidade instantânea de -25 m/s ao longo da mesma linha, ambas têm rapidez de 25 m/s

(Tipler; Mosca, 2014).

### 3.6 MOVIMENTOS UNIFORMES (M.U.)

O movimento uniforme é considerado o movimento mais simples de ser analisado por apresentar como característica fundamental o valor constante da velocidade escalar instantânea do corpo no decorrer do tempo. Com isso, deslocamentos iguais  $\Delta x = x_4 - x_3 = x_2 - x_1$  são percorridos em intervalos de tempo iguais  $\Delta t = t_4 - t_3 = t_2 - t_1$ , como pode ser constatado na Figura 10.

Figura 10 – Representação gráfica do movimento uniforme.



Fonte: adaptações de Nussenzveig (2013).

Nesse movimento, quando o corpo se desloca da posição  $x_1$ , no instante de tempo  $t_1$ , para a posição  $x_2$ , no instante de tempo  $t_2$ , o módulo da velocidade média  $v_m$ , também conhecida como “*rapidez*” de um corpo, é definida pela equação 2 e é constante durante todo o percurso. Desse modo, tem-se o seguinte:

Se manipularmos algebricamente a equação 2 levando em consideração que no movimento uniforme sua velocidade instantânea é exatamente igual ao módulo velocidade média

$$v_{\text{instantânea}} = v_{\text{média}} = v = \text{constante} ,$$

chegamos à função horária das posições ou a função horária que nos fornece a posição  $x$  de um corpo em função do tempo  $t$ , como a seguir:

$$x(t) = x_0 + vt , \tag{3}$$

onde  $x_0$  é a posição inicial do corpo,  $x(t)$  a posição no instante  $t$  e  $v$  a velocidade na direção do eixo de  $x$ .

### 3.7 ACELERAÇÃO MÉDIA E ACELERAÇÃO INSTANTÂNEA

A *Aceleração Média* ( $\vec{a}_{med}$ ) descreve como a velocidade de um objeto muda em determinado intervalo de tempo. Ela pode ser definida como a razão entre a variação de velocidade  $\Delta\vec{v}$  de uma partícula e o intervalo de tempo  $\Delta t$  durante o qual a variação ocorre:

$$a_{med} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f(t) - v_i(t)}{t_f - t_i}. \quad (4)$$

Tomando sempre  $t_f > t_i$ , vemos que a aceleração média é positiva quando  $v$  cresce de  $t_i$  para  $t_f$ , e negativa quando decresce. Para um sistema no qual a unidade de comprimento é o metro e a unidade de tempo é o segundo, a unidade de aceleração é o  $m/s^2$  (Nussenzveig, 2013).

É importante notar que a aceleração média não fornece informações sobre variações instantâneas na aceleração durante o intervalo de tempo considerado. Para analisar variações instantâneas na aceleração, é necessário considerar o conceito de *aceleração instantânea*.

Para calcular a aceleração instantânea, utilizaremos um raciocínio parecido com aquele usado para definir a velocidade instantânea. Calcularemos o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero  $\Delta t \rightarrow 0$ :

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v(t)}{\Delta t} = \frac{dv(t)}{dt}.$$

A taxa com a qual a velocidade está variando nesse instante nos fornece a aceleração instantânea. Graficamente, a *velocidade instantânea* em um instante  $t$  é numericamente igual a inclinação do gráfico da posição *versus* tempo naquele instante. Por analogia: a *aceleração instantânea* em um instante de tempo específico  $t$  é a inclinação da reta tangente ao gráfico da velocidade *versus* tempo naquele instante  $t$  considerado (Knight, 2009).

A aceleração instantânea também pode ser calculada pela posição do corpo em relação ao tempo nesse instante. Para isso, basta calcular a derivada segunda dessa posição.

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dr(t)}{dt} \right) = \frac{d^2 r(t)}{dt^2}.$$

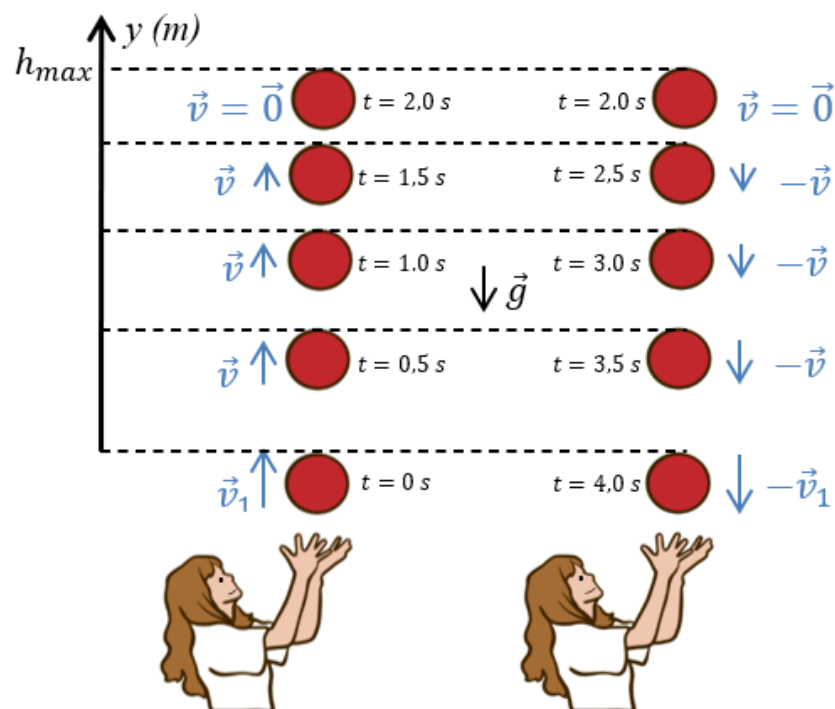
### 3.8 MOVIMENTOS UNIFORMEMENTE VARIADOS (M.U.V.)

Apesar da simplicidade e facilidade na análise do movimento retilíneo uniforme, poucas situações cotidianas podem ser descritas por esse movimento, tendo em vista a dificuldade em manter sua velocidade constante em intervalos de tempo. Com isso, vemos a necessidade de introduzir os estudos sobre os movimentos acelerados. Faremos isso iniciando pelo movimento acelerado mais simples – o movimento retilíneo com aceleração constante –, no qual a velocidade aumenta ou diminui gradualmente no tempo.

Esse movimento é mais bem representado cotidianamente, por exemplo, por objeto ao ser arremessado verticalmente para o alto com uma velocidade inicial. Ao longo da subida, ele sofre uma redução gradual da sua velocidade no tempo até zerar em sua altura máxima. A partir desse ponto, o objeto começa a cair de volta para o chão, sofrendo um aumento gradual no módulo da sua velocidade no tempo. Esse mesmo aumento também é observado quando um corpo escorrega ao longo de um plano inclinado sem atrito.

Movimentos com aceleração constante, como o apresentado na Figura 11 (desprezando a resistência do ar), são chamados *movimentos uniformemente acelerados*. De acordo com Knight (2009), um objeto está em movimento uniformemente acelerado se e somente se sua aceleração for constante.

Figura 11 – Diagrama de movimento de uma bola lançada verticalmente para cima.



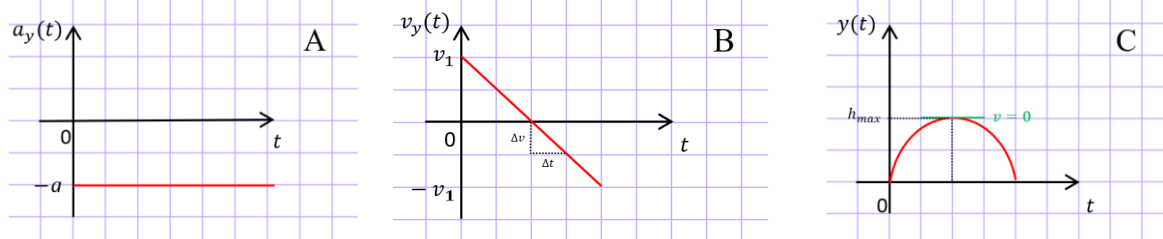
Quando a aceleração é constante, a aceleração média e a aceleração instantânea são iguais (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Admitindo o tempo inicial  $t_i$  e  $v_i$  como sendo a velocidade nesse instante e  $v_f$  como sendo a velocidade no instante posterior  $t_f$ , podemos manipular a equação anterior e encontrar a equação da velocidade em função do tempo:

$$v_f(t) = v_i + a(t_2 - t_1) . \quad (5)$$

É possível perceber que, para um intervalo de tempo  $\Delta t = 0$ , a velocidade inicial será igual à velocidade final, como deveria ser.

Para o movimento apresentado na Figura 12, no qual a aceleração é representada pela aceleração da gravidade  $\vec{g}$ , o gráfico da aceleração em função do tempo pode ser representado como uma reta paralela ao eixo do tempo. A aceleração  $\vec{g}$  possui sentido contrário ao do eixo  $y$  escolhido, logo, apresenta um valor negativo (Figura 12A).

Figura 12 – Gráfico para o lançamento vertical de uma bola: em A, gráfico da aceleração em função do tempo; em B, gráfico da velocidade em função do tempo; e em C, gráfico da posição em função do tempo.



Fonte: autoria própria.

Da equação 5, é possível perceber que o gráfico da velocidade em função do tempo cresce linearmente com o tempo. Podemos confirmar a afirmação anterior derivando essa equação com relação ao tempo:

$$\frac{dv_f(t)}{dt} = \frac{d(v_i + at)}{dt} = a .$$

Como era de se esperar, o resultado da derivada é igual a  $a$ , o que implica que a velocidade varia linearmente no tempo. Para o lançamento vertical apresentado na Figura 12, o gráfico da velocidade em função do tempo diminui/varia linearmente com o tempo, isto é, a inclinação da reta é constante durante todo o intervalo de tempo. Nesse caso, temos uma aceleração negativa, o que nos fornece uma inclinação negativa conforme Figura 12B.

Sabendo que a velocidade é a derivada temporal da posição, para encontrar a equação do espaço em função do tempo para um movimento com aceleração constante, basta calcular a integral da equação 5.

$$x(t) = \int v_f(t)dt = \int (v_i + a \cdot t)dt = v_i t + \frac{at^2}{2} + C.$$

Se  $x(0) = x_i$ , temos

$$x_i = 0 + 0 + C,$$

Então,  $C = x_i$ . Substituindo de volta na equação, finalmente temos a equação da posição final da partícula no tempo  $t$ , em termos da posição inicial, da velocidade inicial e da aceleração constante:

$$x_f(t) = x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2. \quad (6)$$

É possível perceber que, para um instante de tempo  $t = 0$ , a posição inicial é igual à posição final  $x_i = x_f$ , como deveria ser. Outra forma de verificar a equação encontrada é derivando essa equação com relação ao tempo. Nesse resultado, encontraremos a função da velocidade em função do tempo, como era de se esperar.

$$\frac{dx(t)}{dt} = \frac{d(x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2)}{dt} = v_i + at = v(t).$$

Dessa forma, encontramos a função de movimento mais importante, para um caso particular, em que a aceleração é constante, visto que todas as outras equações podem ser deduzidas a partir desta. Como demonstrado, a velocidade  $v(t)$  é a taxa de variação da posição no tempo e a aceleração  $a(t)$  é a derivada segunda.

A equação 6 é uma função quadrática e o gráfico que a descreve é uma parábola. Com concavidade para cima, se a aceleração for positiva  $a > 0$ ; ou concavidade para baixo, se a aceleração for negativa  $a < 0$ . A inclinação dessa parábola nos fornece a velocidade  $v(t)$  que aumenta linearmente com o tempo. Para a Figura 12, temos uma parábola com concavidade voltada para baixo, já que a aceleração é negativa ( $-g$ ). Na Figura 12C, é possível perceber que a bola apresenta um movimento retardado até atingir a altura máxima (vértice da parábola), quando a inclinação (velocidade) é zero. Nesse ponto, acontece uma inversão no sentido do movimento e a bola passa a executar um movimento acelerado.

Nesta seção, detalhamos cada grandeza a ser utilizada neste estudo. Na próxima seção, será mostrado o produto educacional.

#### 4 PRODUTO EDUCACIONAL

Os avanços tecnológicos estão revolucionando o ensino da Física, tornando os laboratórios mais acessíveis e as metodologias mais eficazes. A introdução de ferramentas como o Tracker marca um avanço significativo na modernização do ensino, permitindo que os alunos explorem conceitos físicos de forma prática e visual. Com essa ferramenta, os estudantes podem rastrear objetos em movimento, gerar gráficos relacionados à posição, à velocidade e à aceleração, além de realizar as calibrações necessárias para análises precisas.

A transição da análise de imagens estroboscópicas para a videoanálise representa uma evolução notável na forma como o movimento é estudado. Essa nova abordagem oferece uma visualização mais clara e detalhada dos fenômenos físicos, proporcionando uma experiência de aprendizado mais rica, prática e eficiente.

A realidade contemporânea dos alunos é imersa em uma ampla gama de dispositivos tecnológicos, como smartphones, tablets, computadores e televisores. Esses aparelhos desempenham um papel fundamental na vida dos estudantes, não apenas como fontes de informação, mas também como meios de entretenimento, permitindo o acesso a desenhos, filmes e séries. Essa situação apresenta uma oportunidade única para a educação, uma vez que os momentos de descontração e lazer podem ser utilizados como pontos de partida para o aprendizado de conceitos físicos.

A proposta do produto educacional apresentada neste estudo parte justamente do entendimento de ser necessário aproveitar essa conexão com o entretenimento para estimular o interesse dos alunos pela Física. Ao direcionar a atenção dos estudantes para os movimentos representados nas animações, o projeto busca despertar questionamentos críticos e reflexivos. Perguntas como “Esse movimento é possível segundo as leis da Física?” e “Como podemos quantificá-lo?” são fundamentais para promover um aprendizado ativo e engajado.

Ao realizar a videoanálise de uma cena de animação, os alunos podem utilizar o software Tracker para examinar movimentos unidimensionais. Essa abordagem tem o potencial de tornar a Física mais acessível e relevante, estimulando o interesse dos estudantes e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos que regem os princípios fundamentais da cinemática.

#### 4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta deste estudo é trabalhar uma sequência didática que visa demonstrar aos alunos a importância dos conceitos físicos que estão presentes em diversas situações do dia a dia, bastando, para isso, um olhar mais atento para percebê-los. Nesse sentido, buscaremos direcionar a atenção dos alunos para conceitos e teorias da cinemática que aparecem em filmes e desenhos animados favoritos dos estudantes. Ao vincular esses conceitos físicos a interesses pessoais, esperamos que eles relacionem mais os elementos cotidianos com os conteúdos abordados nas aulas de Física, aperfeiçoando seu entendimento e desenvolvendo uma aprendizagem significativa.

Iniciaremos com a análise do movimento representado por duas fotos estroboscópicas – uma com um movimento uniforme e a outra com um movimento uniformemente variado. Dessas observações, os alunos devem analisar e compreender o tipo de movimento, a relação entre tempo e posição, em seguida, construir os gráficos da posição e identificar os gráficos da velocidade em função do tempo. Em seguida, faremos uma videoanálise (utilizando o software Tracker) de uma atividade experimental e uma comparação dos resultados nela encontrados com aqueles das imagens estroboscópicas analisadas pelos alunos. Finalizaremos com a análise de cenas de desenhos animados, na qual identificaremos os conceitos trabalhados experimentalmente. A avaliação da aprendizagem é feita de forma contínua, durante todo o processo; ao término, o aluno fará a análise de uma cena de desenho ou de um vídeo gravado por ele.

Essa sequência didática foi programada para ser desenvolvida em 6 aulas de 50 minutos cada. Em um sistema de ensino com 2 aulas de Física semanais, o total seria de 3 semanas. No entanto, em nosso caso, optamos por realizar o projeto em 2 semanas, com 3 aulas por semana, pois o professor lecionava disciplinas eletivas, e esses horários também foram utilizados para a aplicação do projeto.

O Quadro 1, a seguir, apresenta um resumo da proposta a ser desenvolvida e o intervalo de tempo para cada aula. Apesar do tempo apresentado para cada aula, o professor pode fazer as adequações à sua realidade, como também escolher em qual aula aplicar determinado objeto de conhecimento.

Quadro 1 – Resumo da proposta e o intervalo de tempo para cada aula.

<b>Proposta de Sequência didática para se trabalhar conceitos iniciais de cinemática em desenhos animados</b>
<p><b>1ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação diagnóstica – concepções iniciais sobre cinemática (15 min)</li> <li>• O que é estudo do movimento? – Comparação entre análise com fotos estroboscópicas e com softwares de videoanálise (15 min)</li> <li>• Atividade prática – estudo do movimento usando um conjunto de imagens estroboscópicas (20 min)</li> </ul>
<p><b>2ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do Tracker – minitutorial I (10 min)</li> <li>• Atividade prática – videoanálise (tutorial I) do movimento de uma pessoa andando (25 min)</li> <li>• Apresentação do Tracker – minitutorial II (15 min)</li> </ul>
<p><b>3ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade prática – videoanálise (tutorial II) do movimento de uma pessoa andando e estudo dos gráficos e tabelas (30 min)</li> <li>• Discussão – comparação entre o estudo do movimento com imagens estroboscópicas e a videoanálise feita no Tracker (5 min)</li> <li>• Avaliação diagnóstica – identificação de possíveis abordagens físicas ao assistir a desenhos, filmes ou séries (15 min)</li> </ul>
<p><b>4ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da animação – a Warner Bros. Cartoon (Papa-Léguas e Coiote) (15 min)</li> <li>• Discussões – o software livre Tracker e os desenhos animados (5 min)</li> <li>• Discussões – exigências para a análise de vídeo em desenhos animados (5 min)</li> <li>• Discussões – cenas de desenhos que podem ser analisadas no Tracker (5 min)</li> <li>• Atividade prática – quantificação e estudo da velocidade em desenho animado (Papa-Léguas) (20 min)</li> </ul>
<p><b>5ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade prática – análise de vídeo de uma animação, filme, série ou de algum movimento realizado e gravado pelos alunos (50 min)</li> </ul>
<p><b>6ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação – socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado (35 min)</li> <li>• Avaliação pós-teste (15 min)</li> </ul>

Fonte: autoria própria.

## 4.2 DESCRIÇÃO DAS AULAS

A seguir, procederemos à descrição de cada aula em que realizamos a sequência didática.

#### 4.2.1 1ª Aula – Avaliação diagnóstica – Concepções iniciais sobre cinemática

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** aplicação de uma avaliação diagnóstica (Apêndice A) para tentar identificar a presença de algum conceito físico sobre cinemática na estrutura cognitiva dos alunos.

**Procedimento:** o produto será aplicado em uma turma que já tenha visto os conceitos iniciais de cinemática. Assim, espera-se a identificação de algum subsunçor na estrutura cognitiva dos alunos. O professor deve entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** o professor pode auxiliar os alunos na interpretação da questão para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não pode interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder à avaliação e entregar o questionário para ser analisado.

#### 4.2.2 1ª Aula – O que é estudo do movimento? – Comparação entre análise com fotos estroboscópicas e com softwares de videoanálise

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** explicar que as atividades práticas no estudo da cinemática exigem a medida de posição e instante de tempo. Entre os meios que possibilitam a obtenção dessas informações, apresentar dois: o método estroboscópio e a videoanálise (a fundamentação teórica para o estudo do movimento: fotos estroboscópicas e videoanálise está disponível no Apêndice B).

**Procedimento:** disponibilizar para cada aluno o texto introdutório que apresenta o conceito, as funcionalidades e os principais equipamentos fundamentais para a aplicação bem-sucedida da técnica de imagem estroboscópica e da videoanálise. Isso permite a análise detalhada do movimento de objetos em diferentes momentos. O professor deve fazer uma leitura compartilhada, apresentando exemplos e propondo uma discussão sobre os temas trabalhados.

**Sugestões:** parte do texto trabalhado pode ser transformado em uma apresentação de slides com imagens e ilustrações dos temas abordados.

**Avaliação:** o professor pode fazer uma avaliação contínua, ficando atento à participação, ao interesse, aos questionamentos e às respostas dadas.

#### **4.2.3 1ª Aula – Atividade prática – Estudo do movimento usando um conjunto de imagens estroboscópicas**

**Tempo:** 20 minutos.

**Descrição:** disponibilizar para os alunos duas imagens estroboscópicas (as fotos usadas se encontram no Apêndice C). De posse dessas imagens, os alunos deverão fazer o estudo do movimento presente em cada uma delas: identificar o tipo de movimento realizado, quantificando valores como posição e velocidade, criar os gráficos da posição e identificar dentre as opções qual o gráfico da velocidade em função do tempo que melhor representa o movimento.

**Procedimento:** dividir a turma em pequenos grupos de 3 ou 4 componentes e disponibilizar para cada grupo duas fotos estroboscópicas (uma foto de um movimento uniforme e outra de um movimento uniformemente variado) e os questionamentos associados a cada imagem. Os alunos devem fazer o estudo dessas imagens, responder aos questionamentos e devolver os questionários ao professor.

**Sugestões:** instruir os alunos sobre a obtenção de dados a partir da leitura da fotografia estroboscópica antes do início da atividade, ou seja, pode-se considerar que a fotografia tem seu próprio relógio, em que cada posição do corpo está associada ao instante de tempo determinado pela frequência de filmagem mostrada na própria figura.

**Avaliação:** fazer uma avaliação contínua, ficando atento à participação e à interação entre os grupos.

#### **4.2.4 2ª Aula – Apresentação do Tracker – Minitutorial I**

**Tempo:** 10 minutos.

**Descrição:** este minitutorial (Apêndice D) é o primeiro contato dos alunos com o software Tracker. Visa à compreensão de algumas funcionalidades iniciais: instalar e executar o programa no computador, abrir o vídeo, escolher o quadro inicial e final (focando no

movimento) e marcar a posição quadro a quadro – ponto de massa do objeto a ser investigado. Nesse tutorial, usaremos uma versão para o sistema operacional Windows.

**Procedimento:** disponibilizar uma cópia do tutorial para cada aluno, que pode ser consultado nos momentos de dúvidas ou esquecimento de alguma funcionalidade. A leitura do tutorial deve ser feita de forma coletiva com o professor exemplificando e tirando as dúvidas dos alunos.

**Sugestões:** usar um projetor para abrir o programa Tracker e mostrar as funcionalidades no programa à medida que vai lendo no tutorial.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.2.5 2ª Aula – Atividade prática – Videoanálise (tutorial I) do movimento de uma pessoa andando

**Tempo:** 25 minutos.

**Descrição:** filmar o movimento de uma pessoa andando na sala. Importar esse vídeo no Tracker e realizar os passos aprendidos no tutorial I.

**Procedimento:** inicialmente, propor à turma a realização de uma atividade prática. Estudar o movimento de uma pessoa andando em linha reta na sala. Solicitar a participação de dois alunos: um realizará uma caminhada de um lado ao outro da sala e o segundo deve se posicionar a 90° de onde o movimento será realizado e, usando seu smartphone, filmar esse movimento (com a câmera fixa). A distância conhecida que será usada pelo Tracker para calibrar os eixos cartesianos é a altura do aluno. Finalizada a atividade, a filmagem deve ser importada para o Tracker e realizado os passos aprendidos no minitutorial I.

**Sugestões:** usar um vídeo previamente gravado (diferente do usado pelos alunos) e realizar os passos aprendidos no tutorial I, projetando, como exemplo, para toda a turma.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.2.6 2ª Aula – Apresentação do Tracker – Minitutorial II

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** nesse minitutorial (Apêndice E), apresenta mais funcionalidades do software Tracker. No tutorial II, será explicado como calibrar os eixos – bastão de calibração; inserir o sistema de coordenadas; mudar os tipos dos gráficos; usar as funcionalidades do ícone “control tracker display” (formato de olho) – marcar a quantidade de pontos, numerar os pontos,

conectar os pontos com uma linha, exibir ou esconder os pontos, vetores velocidade e aceleração.

**Procedimento:** disponibilizar uma cópia do tutorial para cada aluno, que pode ser consultado nos momentos de dúvidas ou esquecimento de alguma funcionalidade. A leitura do tutorial deve ser feita de forma coletiva com o professor exemplificando e tirando as dúvidas dos alunos.

**Sugestões:** usar um projetor para abrir o programa Tracker e mostrar as funcionalidades no programa à medida que vai lendo no tutorial.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.2.7 3ª Aula – Atividade prática – Videoanálise (tutorial II) do movimento de uma pessoa andando e estudo dos gráficos e tabelas

**Tempo:** 30 minutos.

**Descrição:** usar o vídeo filmado na atividade anterior para aplicar os passos aprendidos no minitutorial II e fazer o estudo do movimento.

**Procedimento:** o aluno deve usar o vídeo gravado anteriormente e complementar as informações aprendidas no tutorial I com as informações aprendidas no tutorial II. Depois de todos os dados ser inseridos no Tracker, o aluno, em conjunto com o professor, deve fazer o estudo do movimento filmado, de modo a identificar o tipo de movimento e analisar seus gráficos e dados apresentados.

Preenchidos todos os passos de inserção de informações no Tracker, parte-se para a análise dos dados. Inicialmente, na *Tabela de Colunas Visíveis*, o professor marca apenas o eixo x para serem exibidos somente os dados do tempo e da coordenada x, em seguida, analisam-se esses dados. Depois, marca a componente x da velocidade ( $v_x$ ) e analisam-se esses valores, chegando a uma conclusão sobre o movimento realizado pelo aluno (verificar quais trechos do movimento se assemelham a um MU ou a um MUV).

Analisados os dados, o professor pode partir para a análise gráfica. O Tracker já disponibiliza a visualização de dois gráficos. O professor pode fazer uma associação entre os trechos presentes no gráfico com seus respectivos pontos presentes na tabela e no movimento realizado pelo aluno. Deve-se alterar as variáveis em cada eixo cartesiano de modo a ficar com um gráfico da posição em função do tempo ( $s \times t$ ) e o outro da velocidade x em função do tempo ( $v_x \times t$ ), analisando esses e verificando se eles confirmam as conclusões tiradas a partir dos dados da tabela. Com um duplo clique no gráfico, é possível fazer uma análise mais detalhada,

como o ajuste de curva. Na caixa de diálogo que aparece (com o gráfico ampliado), deve-se clicar em analisar e, em seguida, em ajuste de curva e escolher o ajuste que melhor se acomoda ao gráfico em estudo. Observar as equações de ajuste fornecidas pelo Tracker e, em conjunto com os alunos, analisar seus parâmetros, concluindo se a equação fornecida para cada gráfico atende de forma satisfatória ao movimento analisado.

Na barra de tarefa, clicar no ícone *control Tracker display* (formato de olho) e marcar a ferramenta que possibilita a ligação de todos os pontos por uma linha. Essa ferramenta permite aos alunos a visualização da trajetória do movimento realizado em sala. Comparar o gráfico da posição em função do tempo com a trajetória descrita no vídeo. Muitos estudantes interpretam o gráfico  $s \times t$  como se fosse a trajetórias de objetos em movimento. Essa comparação pode ajudar os alunos na interpretação e no entendimento dessa dúvida conceitual.

**Sugestões:** usar o mesmo vídeo da atividade anterior e realizar os passos aprendidos no tutorial II projetando para toda a turma. No momento de analisar os gráficos, o professor pode usar questões motivadoras, como as apresentadas a seguir para implementar as discussões:

- Em qual(is) instante(s) o estudante está na origem?
- Qual a posição do estudante no instante  $t$  (o professor escolhe)?
- Qual a posição mais afastada da origem? Em qual instante isso ocorreu?
- Qual a distância total percorrida?
- Qual o deslocamento entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ ?
- Em qual intervalo sua velocidade é positiva?
- Em qual intervalo sua velocidade é negativa?
- O estudante fica parado em algum instante?
- Em qual instante o estudante possui velocidade máxima?
- Existe algum intervalo em que a velocidade é aproximadamente constante?
- Existe algum intervalo em que há aceleração?

**Avaliação:** contínua.

#### 4.2.8 3ª Aula – Discussão – Comparação entre o estudo do movimento com imagens estroboscópicas e a videoanálise feita no Tracker

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** comparar facilidades e dificuldades encontradas para fazer a análise do movimento entre a videoanálise e as fotos estroboscópicas.

**Procedimento:** finalizada a videoanálise do movimento do aluno andando na sala, o professor retoma algumas das informações presentes na atividade com as fotos estroboscópicas e propõe uma discussão comparando as duas técnicas utilizadas para estudar o movimento.

**Sugestões:** esse momento pode ser iniciado e conduzido pelo professor usando algumas das questões motivadoras a seguir:

- Entre os métodos estudados para analisar o movimento, de qual você mais gostou?

- Foi difícil produzir/identificar os gráficos usando as imagens estroboscópicas? E com o Tracker?

- Qual análise apresenta informações mais confiáveis: a videoanálise ou a análise feita com as fotos estroboscópicas?

- Qual o método oferece uma melhor visualização da trajetória do movimento?

- Qual método é melhor para identificar padrões e variações ao longo do tempo?

- Qual método facilita a análise do movimento em termos de extração de dados e interpretação dos resultados?

**Avaliação:** o aluno deve apresentar sua opinião respondendo às questões apresentadas pelo professor, colaborando para um momento mútuo de aprendizagem.

#### 4.2.9 3ª Aula – Avaliação diagnóstica – Identificação de possíveis abordagens físicas ao assistir a desenhos, filmes ou séries

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** aplicação de uma avaliação diagnóstica (Apêndice F) para saber se algum aluno já faz algum tipo de indagação/abordagem física, relacionada ao movimento, na hora de assistir a suas produções cinematográficas.

**Procedimento:** entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** auxiliar os alunos na interpretação da questão para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder e entregar o questionário para ser analisado.

#### 4.2.10 4ª Aula – Apresentação da Animação - Warner Bros Cartoon (Papa-Léguas e coioote)

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** reproduzir para os alunos a animação que apresente o movimento a ser estudado. Utilizaremos a animação *O Coioote*<sup>2</sup> e *o Papa Léguas*<sup>3</sup>, criada por Chuck Jones para os estúdios da Warner Bros, com estreia em 17 de setembro de 1949.

**Procedimento:** o professor deve apenas reproduzir a animação sem dar mais detalhes e apenas observar reação e comentários dos alunos, fazendo anotações quando necessário para auxiliar e/ou comparar com as respostas dadas aos questionamentos presentes na Avaliação Diagnóstica.

**Sugestões:** pode ser usada qualquer animação, desde que ela apresente um movimento em condições possíveis de ser analisado.

**Avaliação:** sem avaliação.

#### 4.2.11 4ª Aula – Discussões – O software livre Tracker e os desenhos animados

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** ao término da animação, o professor iniciará uma discussão dirigida sobre os movimentos que acontecem na animação e a possibilidade de analisá-los.

**Procedimento:** iniciar a discussão fazendo alguns questionamentos que possam instigar e estimular os alunos a participar do debate. Após ouvir todas as opiniões, o professor propõe a realização do cálculo para quantificar um movimento (velocidade) da animação.

**Sugestões:** algumas questões que podem auxiliar nessa discussão:

- Houve algum movimento na animação?
- Qual tipo de velocidade você acha que o personagem adquiriu: com velocidade constante ou com velocidade variável?
- Você percebeu, em algum momento da animação, se os dois personagens apresentam a mesma velocidade? Como você chegou a essa conclusão?
- Essa velocidade seria possível segundo as leis físicas do movimento?

<sup>2</sup> Disponível em: <https://youtu.be/dKA-dna1IwE?si=pbXR3-OnAYzGs1KE>. Acesso em: 19 nov. 2023.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://youtu.be/N7v6Rid613c?si=8J0vJ2YkH1-wpwa4>. Acesso em: 19 nov. 2023.

- Seria possível quantificar essa velocidade e compará-la com as escalas reais? Em caso positivo, qual ferramenta tecnológica utilizar e quais etapas são necessárias?

**Avaliação:** O professor pode ficar atento ao interesse e à participação dos alunos.

#### 4.2.12 4ª Aula – Discussões – Exigências para a análise de vídeo em desenhos animados

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** apresentar etapas, critérios e ferramentas tecnológicas necessárias para a análise de vídeo em desenhos animados.

**Procedimento:** mostrar para os alunos que a videoanálise de experimentos segue alguns critérios que facilitam sua análise, como: a colocação de um objeto de tamanho conhecido e a filmagem do movimento em uma única câmera. Para isso, relembrar alguns passos feitos no estudo do movimento realizado pelo aluno em sala de aula. Já em desenhos animados, o aluno deve ficar atento, pois não temos esse controle e devemos tentar encontrar movimentos com as seguintes características na cena:

- para que a coleta de dados não seja comprometida, o movimento deve ser no máximo bidimensional;
- todo movimento deve acontecer em apenas uma câmera, se possível, que esteja a 90° do movimento;
- é preciso uma grandeza de tamanho conhecido para servir de parâmetro para calibrar os eixos do programa.

**Tecnologia utilizada:**

- Software Tracker.
- Software para a manipulação dos dados (BrOffice Calc, Google Planilhas ou Microsoft Excel) opcional.
- Software ou aplicativo para cortar os vídeos (caso o vídeo tenha muitos quadros) opcional.

**Etapas:**

- escolher a animação (episódio, filme ou capítulo) com o movimento a ser investigado;
- cortar essa animação (focando no movimento de interesse) de modo a reduzir os números de quadros (esse corte pode ser feito no Tracker, mas pode demorar a carregar se o vídeo tiver muitos quadros);

- instalar ou ter instalado o software livre Tracker;
- importar/abrir o vídeo já cortado (ou para cortar) da animação no Tracker;
- escolher a melhor posição para os eixos;
- calibrar os eixos utilizando uma distância conhecida na animação;
- escolher o ponto do objeto/personagem a ser acompanhado e identificá-lo em cada quadro;
- analisar os gráficos modificando as variáveis dos eixos conforme a necessidade.

**Sugestões:** sem sugestões.

**Avaliação:** sem avaliação.

#### 4.2.13 4ª Aula – Discussões – Cenas de desenhos que podem ser analisadas no Tracker

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** questionar os alunos sobre a existência de cenas em desenhos animados com movimentos que se encaixem nas exigências anteriores e possam ser analisados.

**Procedimento:** apresentar algumas situações ou alguns questionamentos que estimulem os alunos a lembrar e compartilhar cenas presentes em seus desenhos animados, filmes ou séries com movimentos que possam ser analisados. O professor pode anotar ou sugerir que os alunos anotem, já que essas cenas poderão ser usadas na avaliação final da atividade.

**Sugestões:** caso os alunos apresentem dificuldade em expor alguma cena ou movimento, o professor pode iniciar as discussões com algumas questões motivadoras, como as sugeridas a seguir:

- Qual a velocidade do Papa-Léguas?
- Qual seria a velocidade do Flash?
- Qual o mais rápido: Sonic ou Flash?
- Com qual velocidade Thor atrai seu Mjolnir?
- Como medir a velocidade da bola, após um chute, em uma partida de futebol?
- Qual o procedimento que a polícia criminal usa para deduzir, por meio de um vídeo, a velocidade de um carro?

**Avaliação:** o professor pode ficar atento ao interesse e à participação dos alunos.

#### 4.2.14 4ª Aula – Atividade prática – Quantificação e estudo da velocidade em desenho animado (Papa-Léguas)

**Tempo:** 20 minutos.

**Descrição:** analisar uma cena previamente escolhida. Para isso, o professor deve iniciar o programa Tracker, já instalado, e seguir os passos mostrados nos tutoriais para abrir o desenho animado e realizar as etapas necessárias para sua análise. No Apêndice G, o professor encontra o roteiro com uma possibilidade de videoanálise do desenho *Papa-léguas e Coiote*.

**Procedimento:** concluída a discussão sobre as curiosidades dos alunos em entender certos movimentos presentes nas produções cinematográficas assistidas por eles, retomar o desenho reproduzido em sala e questionar se eles conseguiriam identificar uma cena que se adequasse às condições apresentadas para a análise do movimento (em nosso caso, do papa-léguas). Deve-se adiantar ou pausar o vídeo nas cenas indicadas pelos alunos e apresentar os elementos que possibilitam ou não tal análise. Concluída essa parte, mostrar aos alunos qual cena será analisada e os motivos que levaram a essa escolha.

Iniciar a videoanálise nos desenhos com um movimento apresentado pelo coite no vídeo *Papa-Léguas e Coiote - Rio Raivoso*<sup>4</sup>. O movimento (encontra-se no tempo de 1 min e 56 s) executado pelo coite ao descer de uma montanha em um transporte hipersônico (um tipo de Segway) fornecido pela indústria ACME. Além dos pontos já mencionados, analisaremos também se o movimento apresenta alguma relação lógica, como aumento de velocidade durante a descida da montanha, um movimento aproximadamente uniforme após a descida ou ainda uma redução gradual da velocidade.

A segunda videoanálise será feita em uma cena do vídeo *Papa-Léguas e Coiote – Armadilhas Explosivas*<sup>5</sup>, que apresente as condições necessárias para tentarmos quantificar a velocidade do papa-léguas. A cena se encontra no tempo de 4 min 27 s, momento em que o papa-léguas está sendo perseguido pelo coite em um carro de corrida.

Inicie o software livre Tracker e siga os passos apresentados no mini tutorial: abrir o vídeo > marcar o quadro inicial e o quadro final > criar os eixos de coordenadas e posicioná-las na posição conveniente > calibrar os eixos cartesianos com a inserção do bastão de medição na medida conhecida > criar o centro de massa e marcar os quadros segurando Shift do teclado > analisar os dados e os gráficos obtidos.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://youtu.be/dKA-dna1IwE?si=pbXR3-OnAYzGs1KE>, vídeo de 3 min e 7 s.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://youtu.be/N7v6Rid613c?si=8J0vJ2YkH1-wpwa4>, vídeo de 7 min 31 s.

**Sugestões:** projetar para os alunos todos os passos para a análise dos vídeos, retomando e associando, sempre que possível, os objetos de conhecimentos iniciais da cinemática com as ferramentas do software Tracker.

**Avaliação:** ao término da atividade, solicitar que os alunos pesquisem alguma cena de desenho animado ou filme que possa ser analisada no Tracker e tragam para ser analisada na próxima aula. Caso não encontre a cena na animação, o aluno pode filmar algum movimento realizado por um dos seus colegas e trazer para ser analisado.

#### **4.2.15 5ª Aula – Atividade prática - Análise de vídeo de uma animação, filme, série ou de algum movimento realizado e gravado pelos alunos**

**Tempo:** 50 minutos

**Descrição:** dividir a turma em grupos (com três ou quatro componentes) e solicitar que eles façam a análise do movimento presente em algum vídeo, ou produzido por eles, ou de alguma animação (desenho, filme ou série) que eles apreciem. Para isso, os alunos farão uso do software livre Tracker previamente instalado em um computador ou notebook pelo professor em conjunto com eles.

**Procedimento:** iniciar a aula dividindo a turma em pequenos grupos (3 ou 4 componentes) e disponibilizar para cada grupo um computador ou notebook com o Tracker já instalado (instalação realizada no minitutorial I). Solicitar que eles escolham (entre as cenas que eles trouxeram) um movimento, apliquem os conhecimentos aprendidos nas aulas anteriores e façam sua videoanálise.

**Sugestões:** fazer a videoanálise dos movimentos usando o software Tracker. O aluno também pode baixar e instalar o aplicativo *Videoanalizando*<sup>6</sup> no smartphone, que é um aplicativo brasileiro gratuito de videoanálise para dispositivos móveis como celulares e tablets e que utiliza o sistema operacional Android. Manual de instrução e orientações de uso podem ser encontrados no site.

**Observação:** essa aula pode ser realizada no contraturno, ou em casa, caso os alunos possuam computadores para uso em sua residência.

**Avaliação:** o professor pode ficar atento à participação e ao engajamento dos componentes no grupo.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <http://videoanalizando.org>.

#### **4.2.16 6ª Aula – Avaliação - Socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado**

**Tempo:** 35 minutos.

**Descrição:** apresentação e socialização para a turma das principais informações aprendidas/observadas na videoanálise realizada na aula 5.

**Procedimento:** iniciar a aula questionando sobre facilidades e dificuldades encontradas pelos grupos para a videoanálise. Após a discussão coletiva, convidar cada grupo para expor de forma mais detalhada seus resultados, conclusões e até mesmo suas opiniões e dificuldades na execução da atividade. Para isso, o professor deve disponibilizar um computador conectado a um projetor de multimídia para facilitar a exposição.

**Sugestões:** observar as apresentações e, sempre que possível, tentar estabelecer uma ligação entre o que foi aprendido (conceitos físicos), o que está sendo apresentado e conhecimentos prévios dos alunos.

**Avaliação:** socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado.

#### **4.2.17 6ª Aula – Avaliação pós-proposta**

**Tempo:** 15 minutos

**Descrição:** aplicação de uma avaliação pós-proposta (Apêndice H) para verificar se os objetivos foram alcançados e comparar as informações fornecidas antes da proposta com as informações fornecidas depois da aplicação da proposta.

**Procedimento:** finalizar a aplicação do produto com a realização de uma avaliação pós-proposta. Com isso, é possível fazer um comparativo qualificando se houve ou não melhoras no rendimento escolar dos alunos. Ao término da apresentação dos grupos, o professor deve entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam, de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** o professor pode auxiliar os alunos na interpretação das questões para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não pode interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder e entregar o questionário para ser analisado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nossa proposta adota uma abordagem qualitativa como metodologia de pesquisa, concentrando-se no estudo de caso por meio de relatos experimentais. Nesta investigação, utilizamos o método de análise de conteúdo, empregando como instrumentos de coleta de dados um pré-teste e um pós-teste. O pré-teste consistiu em questões relacionadas aos conceitos iniciais de cinemática e à forma como os alunos abordam a física ao assistirem a seus desenhos animados. Em seguida, realizamos um pós-teste, no qual comparamos e analisamos qualitativamente as respostas obtidas em ambos os testes.

O produto apresentado teve como principal objetivo desenvolver uma maneira alternativa para introduzir os conceitos iniciais de cinemática. O objetivo é direcionar a atenção e a percepção dos alunos para os movimentos presentes nas animações, incentivando-os a realizar uma análise crítica desses movimentos e a avaliar se o espaço, o tempo e as velocidades atingidas estão de acordo com as leis físicas que regem o movimento.

A proposta foi pensada para ser aplicada em turmas que já tenham trabalhado, mesmo que de forma introdutória, conceitos como posição, trajetória, velocidade e aceleração. Com isso, a turma escolhida para a aplicação foi o segundo ano Técnico do Ensino Médio Integral, já que, no momento da aplicação, o primeiro ano ainda não tinha estudado os conceitos necessários para uma boa compreensão das atividades.

Para a administração do conteúdo, foram planejadas seis aulas de 50 minutos cada. A sequência didática foi dividida em dois momentos bem definidos: nas aulas de 1 a 3, ocorre uma introdução/recordação sobre o estudo do movimento, iniciando com as fotos estroboscópicas e finalizando com a videoanálise; já nas aulas de 4 a 6, faz-se o estudo do movimento em desenhos animados. O professor Paulo Henrique, responsável pelas aulas de Física na Escola Estadual Professora Josefa Sampaio Marinho, cedeu todas as aulas necessárias para a aplicação da proposta. Foram utilizadas três aulas na sexta-feira (07/06/2024) e três na quarta-feira (12/06/2024).

No primeiro e segundo dia de aplicação, participaram um total de 25 alunos. Iniciamos com a aplicação de uma avaliação diagnóstica para tentar identificar algum conhecimento prévio sobre cinemática presente na estrutura cognitiva dos alunos e, posteriormente, fazer uma comparação com as respostas dadas na avaliação pós-produto, verificando se houve alguma melhora conceitual nessas respostas. Apresentamos duas ferramentas usadas no estudo do movimento (as fotos estroboscópicas e a videoanálise). Fizemos a análise de dois movimentos

presentes na animação *Papa-léguas e o Coiote*, e finalizamos com a avaliação da proposta e a aplicação do questionário pós-produto.

## 5.1 1ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

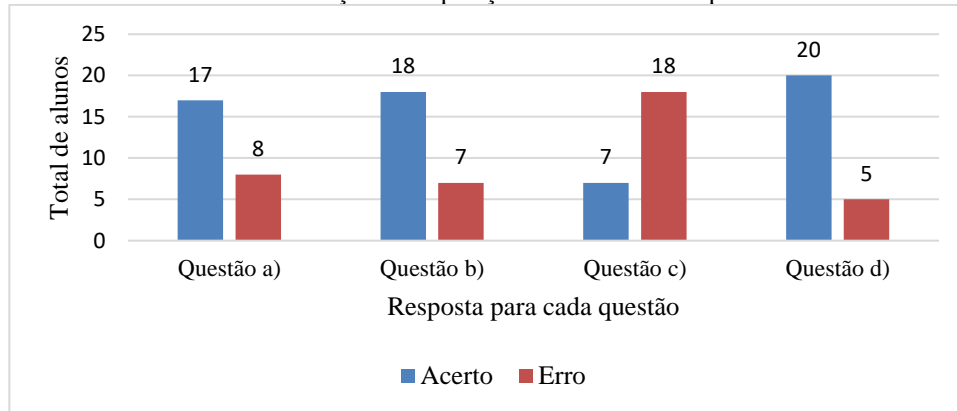
Durante a aplicação da avaliação diagnóstica, os alunos demonstraram estar surpresos e apreensivos, pois muitos alegaram lembrar-se de que viram os conceitos, no entanto, não tinham clareza nas informações passadas nem da sua aplicação. Em decorrência disso, levamos um tempo maior que o previsto para a aplicação da avaliação diagnóstica. Usamos um tempo de 30 minutos para a aplicação dessa avaliação, quando tínhamos estimado um tempo de 15 minutos. O acréscimo do tempo na aplicação da avaliação diagnóstica foi compensado na aplicação das demais atividades e não comprometeu a aplicação do produto. Em decorrência de tais atitudes, podemos fazer um alerta: caso o produto tenha sua aplicação voltada para turmas que apresentem dúvidas conceituais e dificuldades na aplicação e manipulação das equações matemáticas, o professor pode aumentar o intervalo de tempo para a realização dessa atividade ou ainda reduzir o número de questões apresentadas.

Em nossa avaliação diagnóstica constavam duas questões, uma objetiva (questão 5) e outra discursiva (questão 1), que tinham como objetivo sondar se os alunos faziam uma distinção clara entre grandezas vetoriais e grandezas escalares. De um total de vinte e cinco alunos participantes dessa avaliação, tivemos 64% de acertos, 28% de erros e 8% das questões ficaram em branco para a questão objetiva. Para a questão discursiva, que solicitava a diferença entre as duas grandezas, esses valores não foram satisfatórios. Tivemos apenas 12% de acertos, 44% responderam “não sei”, 36% das questões ficaram em branco e 8% das questões foram respondidas de forma errada. Isso mostra que esses alunos, mesmo estando no segundo ano do Ensino Médio, apresentam dúvidas conceituais relacionadas a esse tema.

Buscamos ainda verificar se os alunos conseguiam associar uma posição a um instante de tempo (questões 6a e 6b). As respostas para essas questões foram satisfatórias, visto que aproximadamente 70% dos alunos conseguiram acertar as questões propostas. Quando questionados sobre a distância percorrida (questão 6d), esses valores são ainda melhores, 80% dos alunos responderam corretamente. Com relação ao deslocamento (questão 6c), esses valores caem drasticamente, uma vez que 72% dos entrevistados erraram a questão e alguns alunos ainda falaram que os questionamentos, sobre distância percorrida e deslocamento, eram

idênticos e estavam fazendo a mesma pergunta. Os resultados desse questionário podem ser constatados no Gráfico 1, a seguir.

Gráfico 1 – Questão 6 – Sondava os conhecimentos dos alunos sobre deslocamento, distância percorrida e associação entre posição e instante de tempo.



Fonte: autoria própria.

Com base nos resultados apresentados no Gráfico 1, concluímos que, assim como nas grandezas vetoriais e escalares, os subunçores relacionados ao deslocamento e à distância percorrida (embora tenham registrado um bom número de acertos) precisam ser aprimorados nessa turma. Isso se deve à dúvida conceitual apresentada por alguns alunos ao tentar distinguir entre esses dois conceitos.

Sobre a grandeza velocidade, buscamos identificar se os alunos conseguiam definir velocidade constante (questão 2). Dos entrevistados, 52% dos alunos apresentaram argumentos condizentes com o esperado. Quando questionados sobre as unidades de medidas usadas na velocidade (questão 7c), na distância (questões 7a e 7b) e no tempo (questões 7a e 7d), apenas 60% dos alunos conseguiram apresentar as unidades adequadas para cada grandeza. Os alunos também foram submetidos às questões para o cálculo da velocidade (questões 8k e 8l). Nenhuma dessas questões foi respondida corretamente: tivemos 88% das respostas em branco, 12% erradas e 4% responderam “não sei”. Sobre a grandeza aceleração, tivemos apenas uma questão discursiva (questão 3), perguntamos se a velocidade de um corpo acelerado aumenta ou diminui e por quê. Para essa questão, 60% dos alunos responderam que aumenta, mas não souberam justificar. Tivemos ainda 24% das respostas em branco e 12% dos alunos responderam que o corpo diminui a velocidade. Algumas das respostas a essa questão estão apresentadas na Figura 13, a seguir.

Figura 13 – Respostas de alguns alunos alegando que a velocidade diminui quando o corpo está acelerando.

3. Se um corpo estiver acelerando, sua velocidade aumenta ou diminui? Por quê?  
*Diminui, pois o corpo está cansado.*

**Diminui, pois o corpo está cansado.**

---

3. Se um corpo estiver acelerando, sua velocidade aumenta ou diminui? Por quê?  
*A velocidade diminui porque quanto mais um corpo estiver acelerado diminui a sua velocidade.*

**A velocidade diminui porque quanto mais um corpo estiver acelerado diminui a sua velocidade.**

---

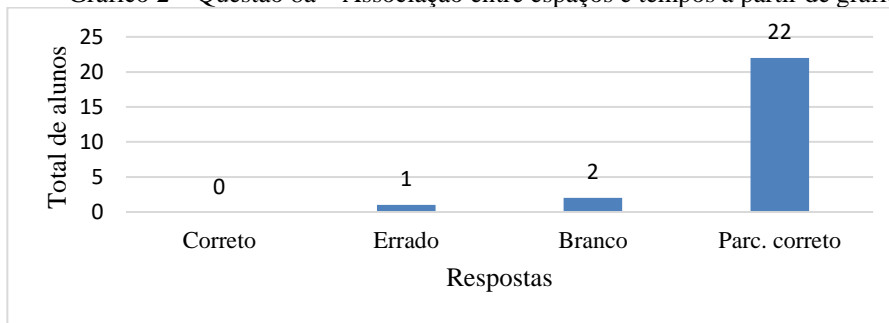
3. Se um corpo estiver acelerando, sua velocidade aumenta ou diminui? Por quê?  
*Diminui, porque quando há um aumento da velocidade o corpo fica mais estável.*

**Diminui, porque quando há um aumento da velocidade o corpo fica mais estável.**

Fonte: autoria própria.

Um dos nossos objetivos é utilizar o software Tracker para melhorar a leitura dos gráficos e tabelas. Por isso, nossa avaliação diagnóstica apresentou várias questões para sondar esses conceitos e saber se os alunos pesquisados conseguem identificar as grandezas físicas presentes nos gráficos e se conseguem responder aos questionamentos com dados retirados desses gráficos. Na questão 8, apresentamos um gráfico da posição (km) em função do tempo (h) e começamos solicitando dos alunos que completassem uma tabela (questão 8a), com dados retirados do gráfico, que relacionava uma posição a um instante de tempo. Dos nove valores solicitados, sendo cinco correspondentes à posição e quatro correspondentes ao tempo, não obtivemos nenhuma tabela com todos os valores preenchidos corretamente. Tivemos vinte e duas tabelas parcialmente corretas (sendo seis tabelas com até 50% de acertos e dezesseis tabelas com mais de 50% de acerto), uma tabela com valores totalmente errados e duas tabelas em branco, conforme Gráfico 2, a seguir.

Gráfico 2 – Questão 8a – Associação entre espaços e tempos a partir de gráficos.

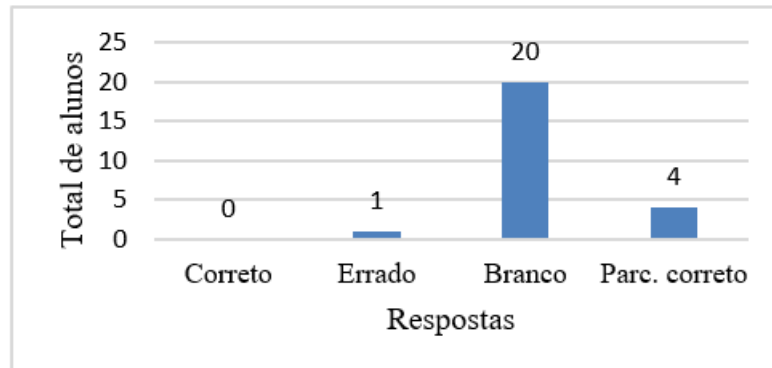


Fonte: autoria própria.

Com base no Gráfico 2, identificamos que 88% da turma consegue fazer algumas associações entre posição e tempo a partir de um gráfico, enquanto 12% dos alunos apresentaram dificuldades nessa relação.

Usamos mais duas questões – uma discursiva (questão 8b, Gráfico 3) e outra objetiva (questão 8f, Gráfico 4) – para solicitar dos alunos o(s) instante(s) em que a partícula realizava uma parada durante o percurso.

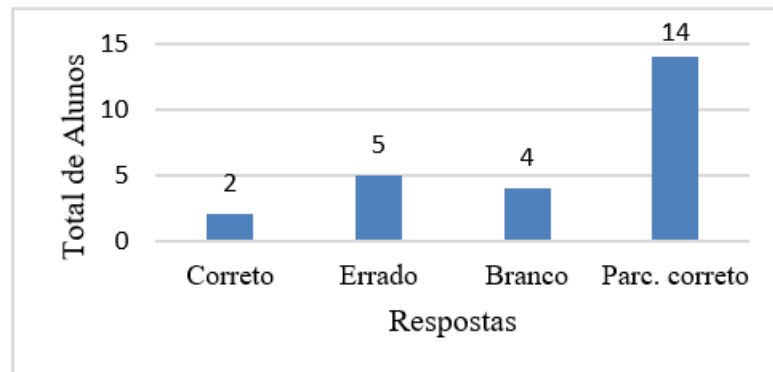
Gráfico 3 – Instantes em que a partícula esteve parada. Respostas para a questão discursiva (Q. 8b).



Fonte: autoria própria.

Para a questão discursiva (Gráfico 3), obtivemos 16% das respostas parcialmente corretas, isto é, esses alunos reconheceram que o corpo para durante o percurso, no entanto, não conseguiram associar todos os instantes de tempo a essas paradas. Tivemos uma resposta errada, em que o aluno afirma que o corpo não para durante o percurso, e 80% das respostas em branco.

Gráfico 4 – Instantes em que a partícula esteve parada. Respostas para a questão objetiva (Q. 8f).



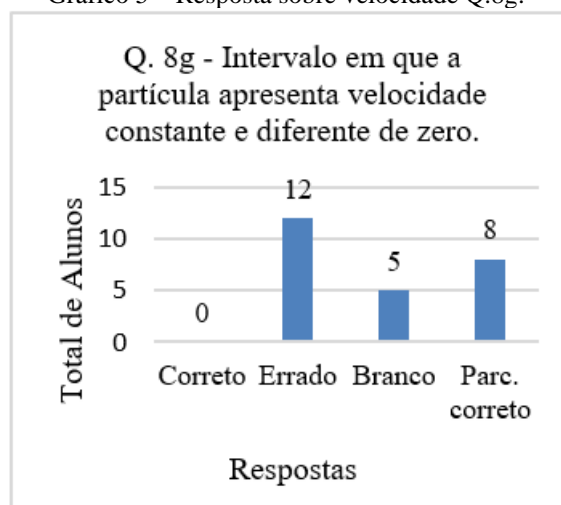
Fonte: autoria própria.

Na questão objetiva (Gráfico 4), em 8% das respostas, os alunos reconheceram todos os intervalos em que o corpo esteve parado. 56% das respostas estavam parcialmente corretas (dos três valores possíveis, 48% dos alunos acertaram apenas um valor e 8% acertaram dois valores), 16% das respostas em branco e 20% das respostas estavam erradas.

Questionamos também sobre o deslocamento (questão 8d) e a distância percorrida (questão 8c) para alguns intervalos de tempo e não obtivemos resultados positivos. Tivemos 88% das respostas em branco e 12% das respostas estavam erradas para ambos os questionamentos.

Sobre a velocidade do movimento descrito no gráfico, iniciamos solicitando que os alunos identificassem o(s) intervalo(s) em que o corpo apresenta velocidade constante e diferente de zero (questão 8g).

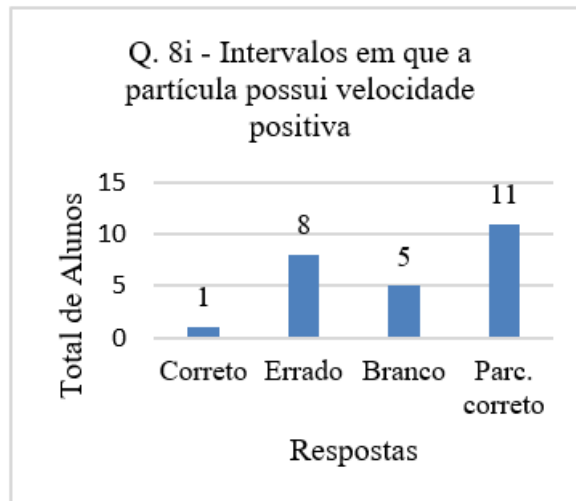
Gráfico 5 – Resposta sobre velocidade Q.8g.



Fonte: autoria própria.

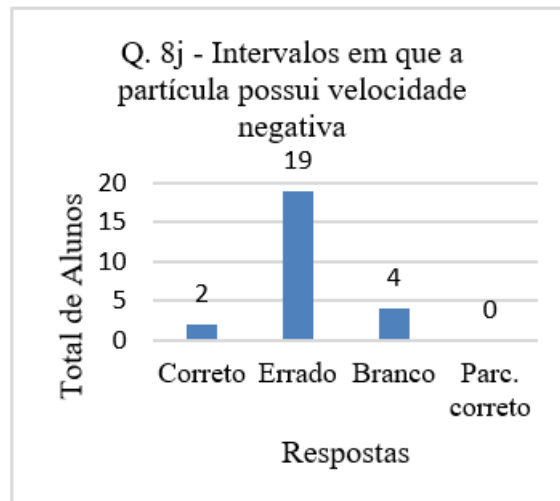
Não obtivemos respostas em que os alunos apresentassem todos os intervalos corretamente, tivemos apenas 32% das respostas parcialmente corretas, 48% erradas e 20% das respostas ficaram em branco. Quando solicitados sobre o sinal da velocidade, se positiva (questão 8i, Gráfico 6) ou negativa (questão 8j, Gráfico 7), apenas 12% dos alunos fizeram isso corretamente.

Gráfico 6 – Resposta sobre velocidade Q.8i.



Fonte: autoria própria.

Gráfico 7 – Resposta sobre velocidade Q.8j.

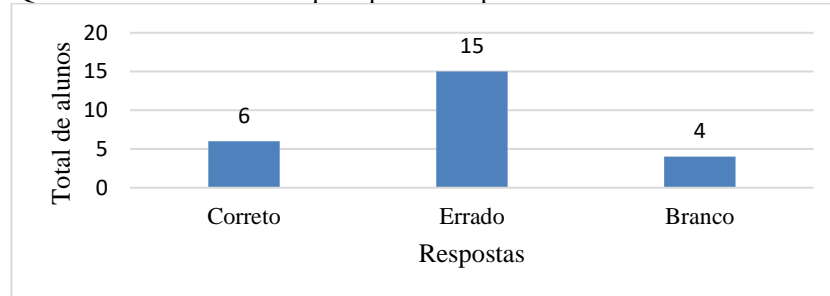


Fonte: autoria própria.

A partir desses valores, é possível perceber a familiaridades dos alunos em trabalhar com valores positivos de velocidade, pois no gráfico possuíamos dois intervalos em que o movimento apresentava velocidade positiva e um com velocidade negativa, vemos que 44% dos alunos conseguiram identificar pelo menos um desses intervalos positivos, enquanto para a velocidade negativa não obtivemos acerto.

Nossa avaliação diagnóstica solicitou também o(s) intervalo(s) em que o corpo apresenta um movimento acelerado (questão 8h, Gráfico 8) e apenas 24% dos alunos apresentaram uma resposta correta para o questionamento.

Gráfico 8 – Questão 8h – Intervalo em que a partícula apresenta um movimento acelerado.



Fonte: autoria própria.

Solicitamos ainda uma comparação entre dois trechos do gráfico (questão 8e), um com movimento uniforme e outro com movimento acelerado, e não obtivemos respostas corretas: tivemos 84% das respostas em branco e 16% erradas. Finalizamos nossa avaliação pedindo que os alunos inventassem uma história que descrevesse o movimento representado no gráfico (questão 8n) e não obtivemos respostas corretas: tivemos 88% das respostas em branco e 12% erradas.

Os resultados da avaliação diagnóstica indicam que a maioria dos alunos já demonstra uma compreensão inicial da relação entre posição e tempo, além de possuir um entendimento satisfatório sobre distância percorrida e deslocamento, conforme os dados apresentados nos itens a, b e d do Gráfico 1. Isso sugere que existem subsunçores que podem servir como base para o aprofundamento dos conceitos de velocidade e aceleração. Além disso, os alunos mostraram um entendimento básico sobre velocidade constante e reconheceram as unidades de medida associadas, indicando que já possuem fundamentos sólidos que podem ser aprimorados.

Em contrapartida, foi possível identificar em alguns alunos lacunas conceituais nos fundamentos da cinemática, especialmente na interpretação gráfica e na identificação das grandezas físicas representadas. Observou-se ainda dificuldade na diferenciação entre grandezas vetoriais e escalares. Embora o conhecimento sobre posição e distância percorrida seja razoável, é necessário aprofundar o entendimento sobre deslocamento e suas diferenças. Os alunos também enfrentam dificuldades relacionadas aos conceitos de velocidade e aceleração, especialmente no que se refere ao cálculo dessas grandezas.

Portanto, é essencial o desenvolvimento de organizadores prévios que esclareçam essas distinções e os conceitos fundamentais. Essa estratégia não apenas facilitará a assimilação

dos objetos de conhecimento mas também contribuirá para uma formação mais sólida dos alunos na área da Física, preparando-os adequadamente para avanços no estudo da cinemática.

## 5.2 1ª AULA – O QUE É ESTUDO DO MOVIMENTO? – COMPARAÇÃO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E SOFTWARES DE VIDEOANÁLISE

Como sugerido por Ausubel e colaboradores, iniciamos nossa proposta fazendo uso do movimento teórico-metodológico de diferenciação progressiva onde começamos com conceitos gerais sobre o estudo do movimento e fomos nos aprofundando em detalhes específicos da videoanálise feita com o software Tracker nas aulas subsequentes, permitindo uma organização hierárquica mais rica e detalhada do conhecimento. Por outro lado, a reconciliação integrativa nos ajudou a promover a conexão entre ideias e conceitos sobre o estudo do movimento (seja ele feito com as fotos estroboscópicas ou por videoanálise), resolvendo inconsistências e integrando significados, o que resultou em uma compreensão mais coesa e abrangente dos conteúdos aprendidos.

Nesta fase da pesquisa, os alunos foram apresentados a dois dos principais métodos usados para se estudar os movimentos de corpos. Para facilitar a compreensão, foi entregue a cada aluno uma cópia impressa de um resumo conceitual (Apêndice C), contendo as informações essenciais sobre esses métodos. Quando questionados se já conheciam algum dos métodos apresentados, todos os alunos responderam que não e externaram curiosidade e admiração sobre as fotos e o método estroboscópico.

Quanto à videoanálise, o fascínio ficou por conta da praticidade do Tracker em permitir uma análise detalhada e precisa do movimento com criação de gráficos e tabelas. Essa é uma ferramenta valiosa no ensino de Física para demonstrar conceitos como movimento uniforme, movimento uniformemente variado, força, trabalho e movimento circular. Foi estimado um tempo de 15 minutos para essa atividade, na prática, conseguimos desenvolvê-la em apenas 10 minutos. Esse tempo extra foi usado para compensar o excesso de tempo usado na avaliação diagnóstica.

## 5.3 1ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO USANDO UM CONJUNTO DE IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS

Esta etapa da sequência teve como objetivo mostrar aos alunos que valores como posição e tempo no estudo de determinado movimento podem ser quantificados por meio de

fotos desse movimento. Evidenciamos também que esse método foi amplamente utilizado em um passado recente e que essas imagens envolvem a captura de fotografias em intervalos regulares de tempo. Os 25 alunos foram divididos em cinco grupos com cinco componentes cada. Cada grupo recebeu duas imagens estroboscópicas (Apêndice D), uma com um movimento uniforme e a outra com um movimento uniformemente variado, e dois questionários (um para cada imagem) que deveriam ser respondidos com informações retiradas dessas imagens. O tempo programado para essa atividade foi 20 minutos, mas conseguimos desenvolvê-la em 15 minutos.

Para o movimento uniforme (imagem estroboscópica 01, Apêndice D), apenas 50% dos grupos reconheceram que o corpo em estudo apresenta uma velocidade constante no decorrer do tempo. Todos os grupos conseguiram associar as posições a seus respectivos instantes de tempo. Aproximadamente 33% dos grupos conseguiram identificar corretamente, entre quatro possíveis, o gráfico da velocidade em função do tempo que melhor descreve o movimento observado. Nenhum grupo conseguiu desenhar corretamente o gráfico da posição em função do tempo.

Para o movimento uniformemente variado (imagem estroboscópica 02, Apêndice D), aproximadamente 90% dos grupos conseguiram perceber que o movimento em estudo apresentava um aumento gradual (com a passagem de tempo) em sua velocidade, mas sem apresentar uma justificativa adequada; 50% dos grupos conseguiram associar as posições a seus respectivos intervalos de tempo; e 50% dos grupos conseguiram identificar corretamente, entre quatro possíveis, o gráfico da velocidade em função do tempo que mais bem descreve o movimento. Novamente, nenhum grupo conseguiu desenhar corretamente o gráfico da posição em função do tempo para esse movimento.

Com esses resultados, é possível perceber que, mesmo com algumas dificuldades, os alunos conseguem diferenciar o movimento uniforme do movimento uniformemente variado a partir da observação das suas posições no tempo, também conseguem associar uma posição a seu respectivo intervalo de tempo. No entanto, quando partimos para a análise e produção de gráficos, vemos que esses valores são bastante insatisfatórios, pois os alunos não conseguem fazer uma leitura adequada dos valores nem esboçar um gráfico a partir dos valores fornecidos. Espera-se que, ao término da aplicação da proposta, esses alunos apresentem uma melhora conceitual nos subsunçores relacionados a produção dos gráficos e na análise dos seus valores.

#### 5.4 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL I

Finalizada a análise do movimento com as fotos estroboscópicas, iniciamos os estudos da videoanálise com a aplicação do minitutorial I. Esse foi o primeiro contato dos alunos com o software livre Tracker. A escola, apesar de possuir um laboratório de informática, estava com todos os computadores quebrados, sem condições de uso. Para contornar a situação, conseguimos cinco notebooks (um para cada grupo), quatro da própria escola e um de uso pessoal do professor Paulo Henrique. A Figura 14, a seguir, apresenta os computadores quebrados no laboratório da escola e os notebooks usados na aplicação do produto.

Figura 14 – Laboratório da escola com computadores quebrados e notebooks usados na aplicação do produto.



Fonte: autoria própria.

Utilizamos uma versão para o sistema operacional Windows e apresentamos as seguintes funcionalidades: instalar e executar o software, abrir o vídeo, escolher o quadro inicial e final (focando no movimento) e marcar posição em cada quadro (ponto de massa). Esse tutorial foi impresso e entregue aos alunos e teve suas funcionalidades exemplificadas e projetadas para toda a turma usando um vídeo de exemplo. O tempo de 10 minutos foi adequado para a aplicação da atividade.

## 5.5 2ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL I) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO

Finalizadas todas as etapas do tutorial I, o professor propôs à turma a realização de uma atividade para praticar as funcionalidades aprendidas. Foi informado que o vídeo usado para essa finalidade não seria o mesmo da demonstração, que, no caso, seria o vídeo de um dos

alunos andando na sala filmado pelo smartphone de um de seus colegas. Solicitamos a participação de dois alunos: um para realizar o movimento e o outro para filmar. Não conseguimos o aluno para realizar o movimento (talvez por vergonha), conseguimos apenas o aluno para realizar a filmagem e o professor responsável pela aplicação da proposta realizou o movimento em sala segurando uma trena na cor amarela (para contrastar com o plano de fundo) para ser identificada e acompanhada em cada quadro, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Professor andando na sala.



Fonte: autoria própria.

A distância de referência usada para calibrar os eixos do Tracker foi a altura do quadro branco da sala, com medida de 1,20 m. A distância percorrida pelo professor foi de 8 m, 4 m no sentido positivo e 4 m no sentido negativo do sistema, passando pela origem das posições nos dois sentidos. Após filmado, o vídeo foi enviado (via WhatsApp) para cada grupo e baixado no computador. Com o vídeo já no computador, os grupos o abriram no Tracker e começaram a praticar os passos aprendidos no tutorial I. A atividade foi realizada sem dificuldade e o tempo programado de 25 minutos foi suficiente para o seu desenvolvimento.

## 5.6 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL II

Finalizadas as funcionalidades apresentadas no tutorial I, os alunos, ainda em grupo, foram convidados a aumentar seus conhecimentos e aprender novas funcionalidades do Tracker. O tutorial II foi entregue a cada aluno e teve sua exemplificação projetada para toda a turma. Nesse tutorial II, os alunos aprenderam a calibrar os eixos (bastão de calibração), a inserir o sistema de coordenadas, a mudar os tipos dos gráficos e a usar algumas das funcionalidades do ícone *control Tracker display* presente na barra de tarefa, que contém ferramentas úteis para uma análise quantitativa do movimento marcado, além de ferramentas de exibição de vetores. Programamos um tempo de 15 minutos para a aplicação da atividade,

mas conseguimos desenvolvê-la em um tempo de 10 minutos. Utilizamos essa sobra de tempo para complementar o excesso de tempo usado na aplicação da avaliação diagnóstica.

### 5.7 3ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL II) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO E ESTUDO DOS GRÁFICOS E TABELAS

Os alunos retomaram o vídeo gravado anteriormente e complementaram as informações aprendidas no tutorial I com as informações aprendidas no tutorial II. Iniciamos colocando o bastão de calibração com suas extremidades coincidindo com as do quadro branco e atribuindo o valor de 1,20 metros. Inserimos o sistema de coordenadas e colocamos sua origem no centro da distância percorrida (4 m) marcada no piso da sala.

Preenchidos todos os passos de inserção de informações no Tracker, partimos para a análise dos dados e gráficos. Iniciamos analisando os dados presentes na tabela de colunas visíveis. Nessa tabela, marcamos apenas o eixo x e a velocidade  $v_x$  para que fossem exibidos apenas os dados do tempo, da coordenada x e da velocidade no eixo de x, Figura 16.

Figura 16 – Tabela de dados do Tracker.

t (s)	x (m)	$v_x$ (m/s)
6,543	1,627	-0,780
6,711	1,490	-0,915
6,878	1,320	-1,048
7,046	1,138	-1,021
7,214	0,978	-1,007
7,382	0,800	-1,112
7,549	0,605	-1,163
7,717	0,410	-1,136
7,885	0,224	-1,174
8,053	1,598E-2	-1,221

Fonte: autoria própria.

Esses valores foram analisados por meio de questões motivadoras, como:

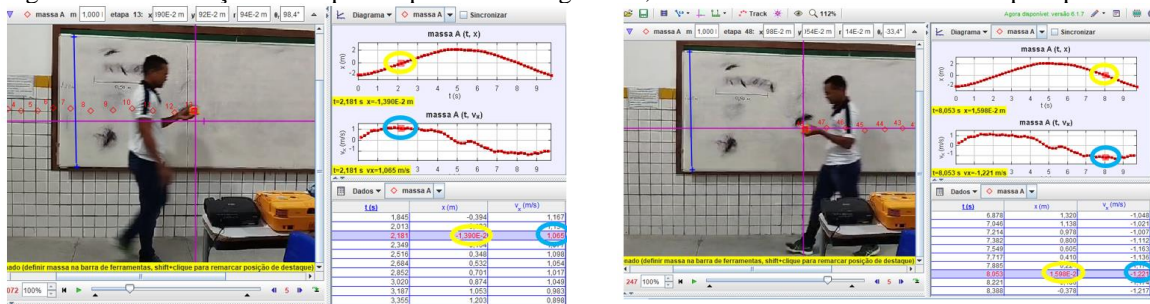
- Em quais instantes o corpo passou pela origem das posições, e quais as velocidades nessas posições?
- Qual a posição mais afastada da origem? Em qual instante isso ocorreu?
- Qual a distância total percorrida?
- Em qual intervalo a velocidade foi positiva? Em qual foi negativa?
- Em qual instante o professor possui velocidade máxima?
- Existe algum intervalo em que a velocidade é aproximadamente constante?

- Existe algum intervalo em que há aceleração?

Não obtivemos muitas respostas para os questionamentos apresentados, acho que por timidez ou falta de confiança. Depois de um tempo de espera, o professor apresentava, na tabela, os valores solicitados e tentava antecipar ou prever alguma dúvida conceitual associada a cada questionamento.

Para a análise gráfica, foi feita uma alteração das variáveis em cada eixo cartesiano de modo a ficar com um gráfico da posição  $x$  em função do tempo ( $s \times t$ ) e o outro da componente  $x$  da velocidade em função do tempo ( $v_x \times t$ ). Iniciamos associando alguns trechos presentes nos gráficos com seus respectivos pontos presentes na tabela e no movimento realizado pelo professor em sala de aula, analisando esses elementos e verificando se eles confirmam as conclusões tiradas a partir dos dados da tabela, conforme Figura 17.

Figura 17 – Associações entre pontos presentes nos gráficos, tabelas e movimentos realizados pelo professor.

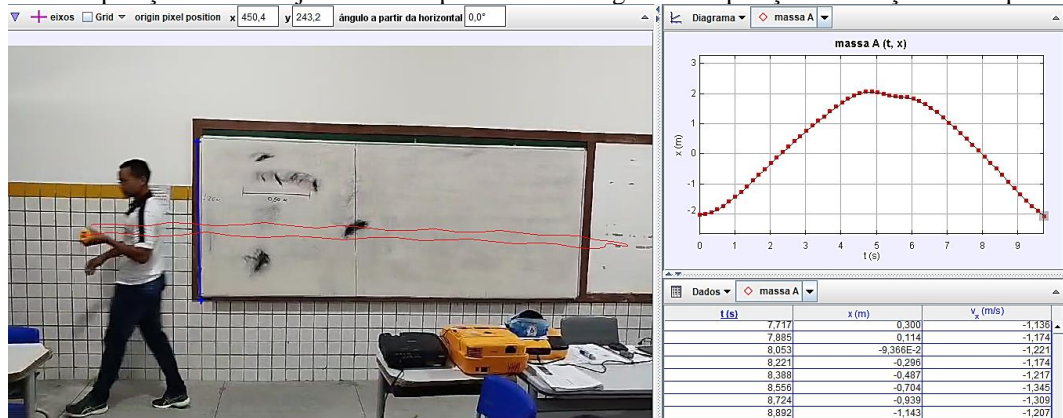


Fonte: autoria própria.

Repetimos os questionamentos anteriores e discutimos sobre as facilidades em encontrar algumas das respostas por meio da análise gráfica. Por exemplo, temos uma tabela com 60 linhas, procurar entre esses valores o instante em que o corpo possui velocidade máxima ou calcular a distância total percorrida poderia ser trabalhoso e apresenta grande chance de erro.

Finalizamos a análise gráfica clicando no ícone *control Tracker display* (formato de olho), marcando a ferramenta que possibilita a ligação de todos os pontos por uma linha. Essa ferramenta permite aos alunos a visualização da trajetória do movimento realizado em sala. Foi solicitado aos alunos que comparassem o gráfico da posição em função do tempo com a trajetória do objeto descrita no vídeo, Figura 18. Essa comparação visa a auxiliar a interpretação e o entendimento de que o gráfico da posição em função do tempo não representa a trajetória de um movimento descrita por um corpo, como erroneamente interpretado por muitos estudantes.

Figura 18 – Comparação entre a trajetória do corpo estudado e o gráfico da posição em função do tempo.



Fonte: autoria própria.

### 5.8 3ª AULA – DISCUSSÃO – COMPARAÇÃO ENTRE O ESTUDO DO MOVIMENTO COM IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS E A VIDEOANÁLISE FEITA NO TRACKER

Nesta etapa, os alunos compararam os dois métodos para estudo do movimento (fotos estroboscópicas e videoanálise), identificando as facilidades e dificuldades em cada método. Conectaram os conceitos obtidos nas fotos estroboscópicas com aqueles analisados no software Tracker e foram estimulados a identificar e discutir inconsistências entre as observações feitas nas duas abordagens. Isso ajudou os alunos a verem as relações entre diferentes formas de representação do movimento.

Começamos questionando qual o método para estudo do movimento de que eles mais gostaram. A resposta foi unânime, todos responderam a videoanálise. Quando questionados sobre o porquê da escolha, tivemos uma variedade de respostas: “porque é mais interativo; porque apresenta uma quantidade maior de informações; porque fornece de forma automática os dados e gráficos...” Aproveitamos essa última resposta e questionamos se foi difícil produzir/identificar os gráficos usando as imagens estroboscópicas e eles confirmaram. Alguns alegaram ainda que deixaram essas questões em branco.

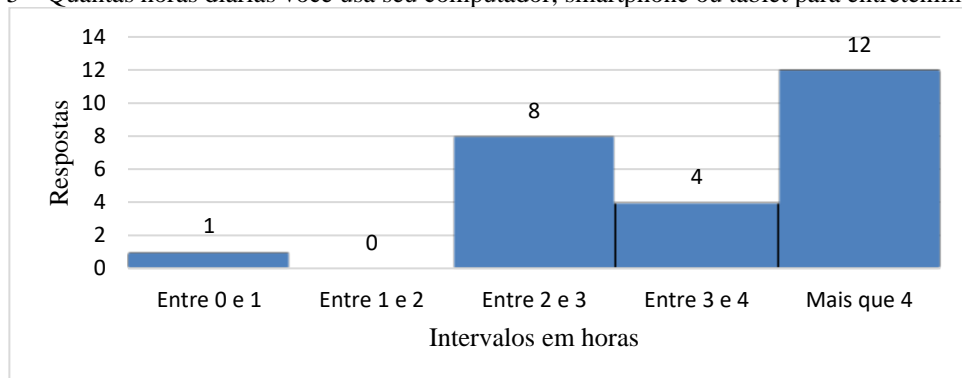
Em seguida, fizemos mais alguns questionamentos sobre o uso dos dois métodos e o Tracker se destacou em todos:

- Qual análise apresenta informações mais confiáveis?
- Qual método apresenta melhor visualização da trajetória?
- Qual método facilita a análise do movimento em termos de extração de dados e interpretação dos resultados?

### 5.9 3ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES

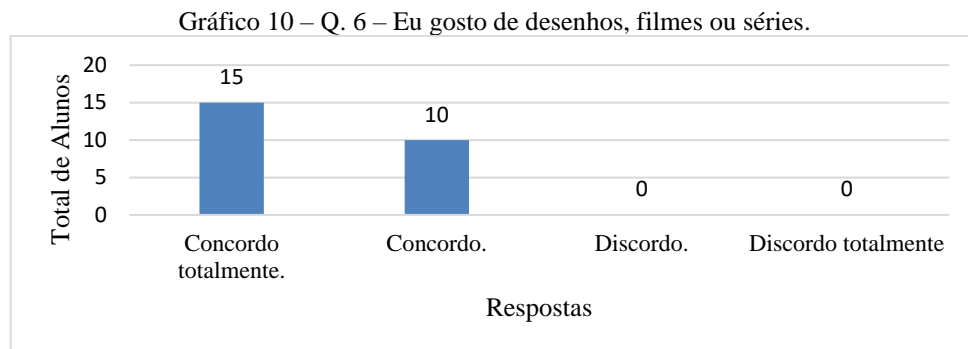
Nesta etapa, iniciamos os estudos da videoanálise nos desenhos animados. Começamos com a aplicação de uma avaliação diagnóstica para tentar identificar se algum aluno já fazia algum questionamento físico quando assistia a desenhos animados, filmes ou séries. O tempo de 15 minutos programados para essa atividade foi suficiente. Nessa avaliação (questão 1), foi possível perceber que 60% da turma era composta por alunos do sexo feminino e com idade média (questão 2) de dezesseis anos. Todos os alunos afirmaram usar celular, smartphone ou tablet (questão 3). Desses alunos, 64% afirmaram fazer uso desses aparelhos para entretenimento (questão 4), como jogar, assistir a desenhos animados, filmes ou série. Além disso, 48% dos respondentes usam seu aparelho em um tempo diário de mais 4 horas (questão 5) conforme Gráfico 9, a seguir.

Gráfico 9 – Q. 5 – Quantas horas diárias você usa seu computador, smartphone ou tablet para entretenimento?



Fonte: autoria própria.

O questionário (questão 6) mostrou que todos os alunos acenaram positivamente, confirmando que assistem a desenhos animados, filmes ou séries, conforme dados exibidos no Gráfico 10. Entre as opções de animação fornecidas por eles, podemos citar séries como *Sweet tooth*, *Brooklyn Nine-Nine* e *Teen Wolf*; desenhos animados como *Jovens Titans*, *Pica-pau*, *Dora aventureira* e *Bob Esponja*; animes como *Naruto*, *One Piece* e *Dragon Ball*; filmes de ação e ficção científica. Essa postura é favorável à implementação da nossa proposta educacional, pois parte do princípio de que a integração entre os conceitos físicos e os temas da realidade dos estudantes facilita a aceitação e a compreensão das teorias apresentadas. Ao explorar conceitos físicos por meio de assuntos relevantes para a vida dos alunos, buscamos promover maior engajamento e uma compreensão mais profunda dos conteúdos.



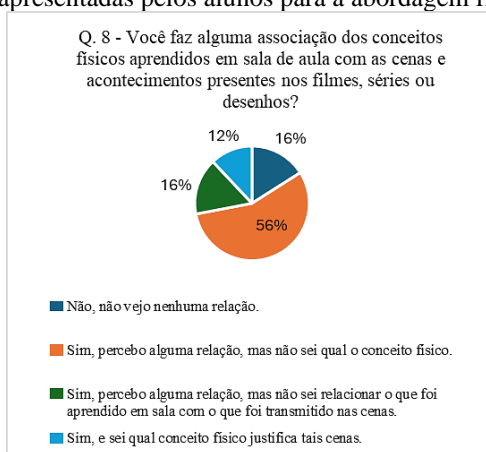
Fonte: autoria própria.

Desse questionário (questão 13), foi possível perceber que 80% dos alunos consideram o componente de Física importante por fazer parte do seu dia a dia. No entanto, quase 50% da turma considera esse componente difícil, porque, segundo eles, consiste apenas em aplicar fórmulas matemáticas. Assim, os dados confirmam que a estratégia adotada pode ser bem recebida pelos alunos com possibilidade de apresentar resultados satisfatórios, pois estamos trabalhando conceitos físicos de uma maneira alternativa, com tópicos do seu convívio diário e fazendo uso de meios tecnológicos comuns a todos eles.

Quando questionados (questão 11) se já perceberam, quando estão assistindo a suas animações, algum conceito ensinado nas aulas de Física, 72% dos alunos responderam que não. Os demais alegaram identificar apenas conceitos como inércia e terceira lei de Newton. Percebemos, então, uma necessidade em despertar a atenção dos alunos para relacionar, mesmo que de forma superficial, os conceitos de cinemática ensinados nas aulas de Física com os acontecimentos em suas animações. Perguntar sobre a impossibilidade de determinado movimento no mundo imaginário pode despertar a curiosidade do aluno para tentar compreender as condições que possibilitam esse movimento na realidade, desenvolvendo seus subsunçores e ampliando seu campo cognitivo de aprendizagem.

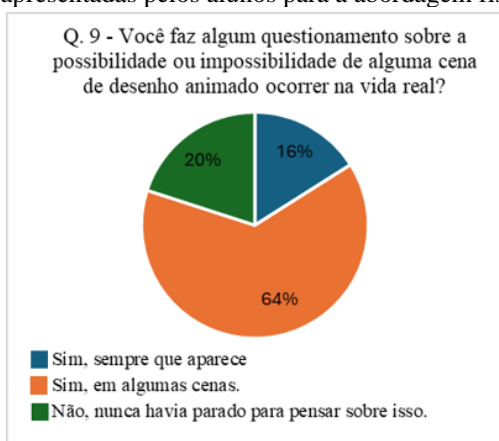
Os Gráficos 11 a 14 indicam as respostas obtidas em relação à abordagem dos conceitos físicos pelos estudantes ao assistirem a suas animações e suas opiniões, demonstrando que essas animações podem ser usadas para exemplificar e simplificar o aprendizado desses conceitos.

Gráfico 11 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.8).



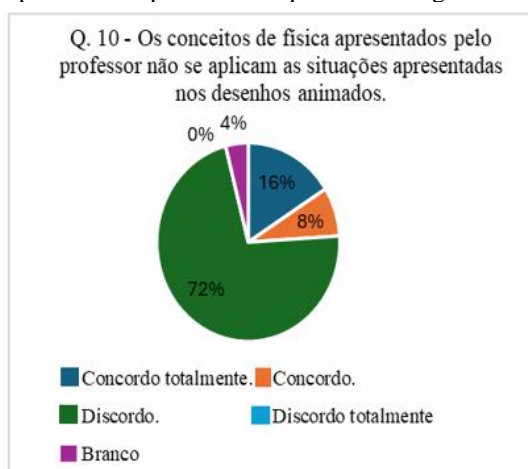
Fonte: autoria própria.

Gráfico 12 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.9).



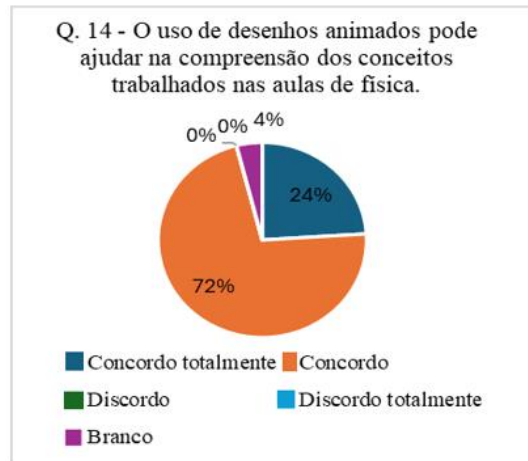
Fonte: autoria própria.

Gráfico 13 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.10).



Fonte: autoria própria.

Gráfico 14 – Respostas apresentadas pelos alunos para a abordagem física em animações (Q.14).



Fonte: autoria própria.

#### 5.10 4ª AULA – APRESENTAÇÃO DA ANIMAÇÃO – WARNER BROS CARTOON (PAPA-LÉGUAS E COIOTE)

Recolhida a avaliação diagnóstica, propomos aos alunos assistirem a um pouco de desenho animado. O desenho escolhido foi o *Papa-léguas*, criado por Chuck Jones para os estúdios da Warner Bros, com estreia em 17 de setembro de 1949. Iniciamos projetando para toda a turma o episódio *Rio Raivoso* com um tempo de exibição de 3min7s. Em seguida, projetamos o episódio *Armadilhas Explosivas*, com tempo de exibição de 7min31s. As animações foram exibidas sem mais detalhes, ficamos atentos apenas às reações e aos comentários dos alunos mediante as cenas apresentadas. Foi possível perceber risadas, acredito que pelo lado cômico do desenho, e comentários do tipo – “vixe, é uma bala; é mais rápido que um foguete; não vai pegar nunca”.

Ao término da animação, questionamos se os alunos já conheciam o desenho. Alguns alegaram que sim. Questionamos também se eles sabiam da existência do papa-léguas e do coioote na realidade e qual a velocidade máxima desenvolvida por eles. Esclarecemos que ambas as espécies existem, o papa-léguas (*Geococcyx californianus*) tem seu habitat na América do Norte e Central, enquanto o coioote (*Canis latrans*) vai do Panamá ao Canadá. Vemos que o desenho não mentiu sobre a existência dos dois animais no mesmo ambiente. No entanto, a velocidade da ave é um pouco exagerada nas telas, já que na realidade ela é algo em torno de 42 km/h.

### 5.11 4ª AULA – DISCUSSÕES – O SOFTWARE LIVRE TRACKER E OS DESENHOS ANIMADOS

Nesta etapa, os alunos foram questionados sobre a possibilidade de analisar no Tracker algum dos movimentos apresentados na animação. A discussão foi conduzida mediante os seguintes questionamentos: qual o tipo de velocidade você acha que o personagem adquiriu, com velocidade constante ou com velocidade variável? Essa velocidade seria possível conforme as leis físicas para o movimento? Seria possível quantificar essa velocidade e compará-la com as escalas reais? Qual ferramenta tecnológica utilizar e quais etapas são necessárias? Ouvimos todas as opiniões e propomos aos alunos a realização da videoanálise para tentar quantificar valores como velocidade e aceleração.

### 5.12 4ª AULA – DISCUSSÕES – EXIGÊNCIAS PARA A ANÁLISE DE VÍDEO EM DESENHOS ANIMADOS

Continuando com as discussões, evidenciamos que a videoanálise de experimentos reais segue algumas exigências que facilitam sua análise, como a colocação de um objeto de tamanho conhecido e a filmagem do movimento em uma única câmera fixa. Para isso, relembramos alguns passos feitos no estudo do movimento realizado em sala pelo professor. Já em desenhos animados, o aluno deve ficar atento, pois não temos esse controle e devemos tentar encontrar movimentos com as seguintes características na cena:

- para que a coleta de dados não seja comprometida, o movimento deve ser, no máximo, bidimensional;
- todo movimento deve acontecer em apenas uma câmera, se possível, que esteja a 90° do movimento;
- precisamos de uma grandeza de tamanho supostamente conhecido para servir de parâmetro para calibrar os eixos do programa.

Identificada a cena, podemos usar o software Tracker e realizar os passos aprendidos no tutorial I e II para analisar seu movimento.

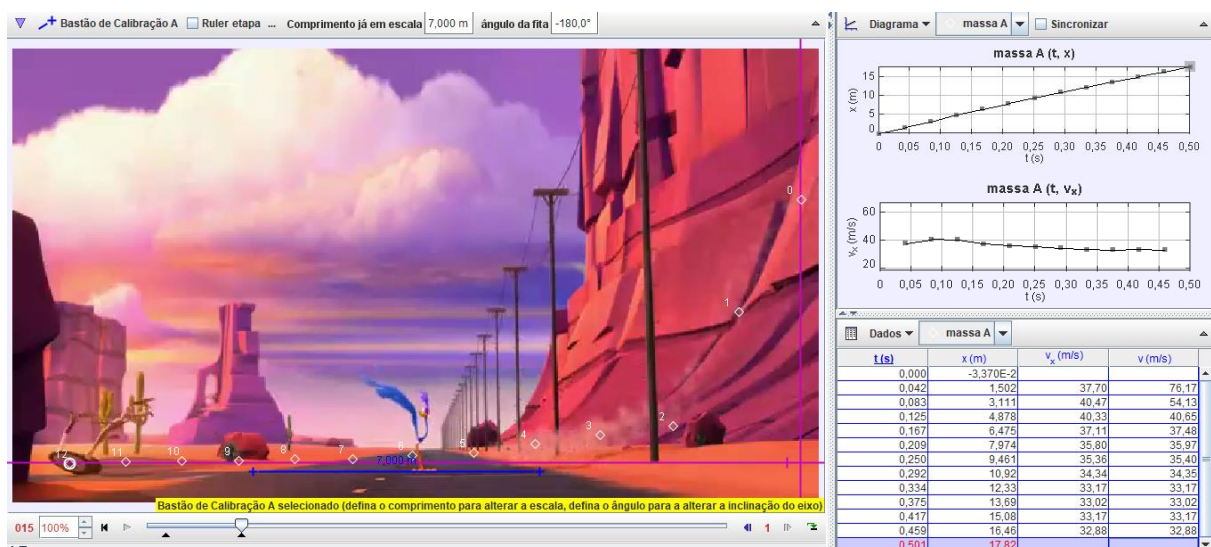
### 5.13 4ª AULA – DISCUSSÕES – CENAS DE DESENHOS QUE PODEM SER ANALISADAS NO TRACKER

Como forma de promover uma reconciliação integradora entre as funcionalidades do Tracker abordadas nos tutoriais I e II e os desenhos animados, perguntamos aos alunos se eles lembravam de alguma cena presente em seus desenhos que se ajustasse às condições apresentadas e possibilitasse sua videoanálise. Obtivemos alguns desenhos que apresentaram possíveis cenas: *Pica-pau*, *Tom e Jerry*, *Papa-léguas e o Coiote*, *Jovens Titãs*.

#### 5.14 4ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – QUANTIFICAÇÃO E ESTUDO DA VELOCIDADE EM DESENHO ANIMADO (PAPA-LÉGUAS)

Iniciamos esta etapa perguntando se os alunos lembravam de alguma cena presente na animação que pudesse ser analisada no Tracker. Após ouvir todas as respostas, projetamos e apresentamos para a turma a primeira cena (presente no episódio *Rio Raivoso* no tempo de 1min56s) que foi analisada e explicamos os motivos que levaram a essa escolha. Antes de iniciarmos a videoanálise das cenas do desenho animado, retomamos as principais funcionalidades do Tracker vistas nos tutoriais I e II como forma de facilitar a visualização e compreensão das etapas: abrir o vídeo > marcar o quadro inicial e o quadro final > criar os eixos de coordenadas e posicioná-las na posição conveniente > calibrar os eixos cartesianos com a inserção do bastão de medição na medida conhecida > criar o centro de massa e marcar os quadros segurando Shift do teclado, encontrando algo, como apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Primeira cena da animação *Papa-léguas e o Coiote* aberta no Tracker e inseridas as principais funcionalidades do programa.



Fonte: autoria própria.

À medida que íamos inserindo as funcionalidades no Tracker, íamos retomando os conceitos iniciais da cinemática. Mostramos que o coiole é um corpo extenso para a distância em análise. Para estudar seu movimento, precisávamos escolher um ponto material do personagem para representar seu centro de massa. Identificamos esse ponto durante todos os quadros e, para cada quadro marcado, mostramos que esse ponto é a posição do coiole e está associada a um instante de tempo correspondente. Finalizada a marcação de todos os quadros, clicamos na funcionalidade *Paths* presente no ícone em *formato de olho* e ligamos todas as posições, mostrando aos alunos a trajetória do corpo para o movimento realizado.

O valor utilizado como referência para a calibração do bastão de medição foi a largura da pista de asfalto. Considerando que a via possui “mão dupla”, foi adotado o valor de 7 metros. No momento em que inserimos os eixos de coordenadas, aproveitamos para mostrar aos estudantes que a velocidade negativa, vista por eles em alguns exercícios, está relacionada a uma questão de orientação, isto é, se o movimento foi realizado no mesmo sentido do eixo (velocidade positiva) ou no sentido oposto (velocidade negativa). Para isso, posicionamos o eixo cartesiano e mudamos o ângulo a partir da horizontal, variando entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$ .

Inseridas todas as ferramentas, fizemos a análise dos dados. Para isso, usamos os dados contidos na tabela de dados fornecida pelo Tracker, Figura 19. A tabela de dados foi manipulada de modo a apresentar apenas os valores de interesse, tempo (s), coordenada x (m), módulo da velocidade (m/s) e velocidade na componente x (m/s). Analisando essa tabela em conjunto com os alunos, percebemos que, no quadro 1, o coiole apresenta o módulo da velocidade de 76,17 m/s que vai diminuindo gradativamente à medida que ele se desloca para o quadro final (quadro 12), atingindo uma velocidade próxima a 33 m/s. Discutimos com a turma os possíveis motivos que poderiam levar a essa redução de velocidade. Como, na cena seguinte, o personagem para em uma linha férrea, concluímos que, no momento da descida, ele estava pressionando o sistema de freio do transporte.

Ainda observando a tabela de dados, questionamos se seria possível identificar intervalos em que o módulo da velocidade poderia apresentar uma aceleração/desaceleração. Também buscamos investigar: no caso de ser feito o arredondamento de alguns valores, haveria a possibilidade de identificar algum intervalo em que esse valor seria considerado uniforme? Concluímos que, do quadro 1 ao quadro 5, o corpo em estudo apresenta um movimento variado; e do quadro 8 ao quadro 12, esse movimento pode ser considerado uniforme.

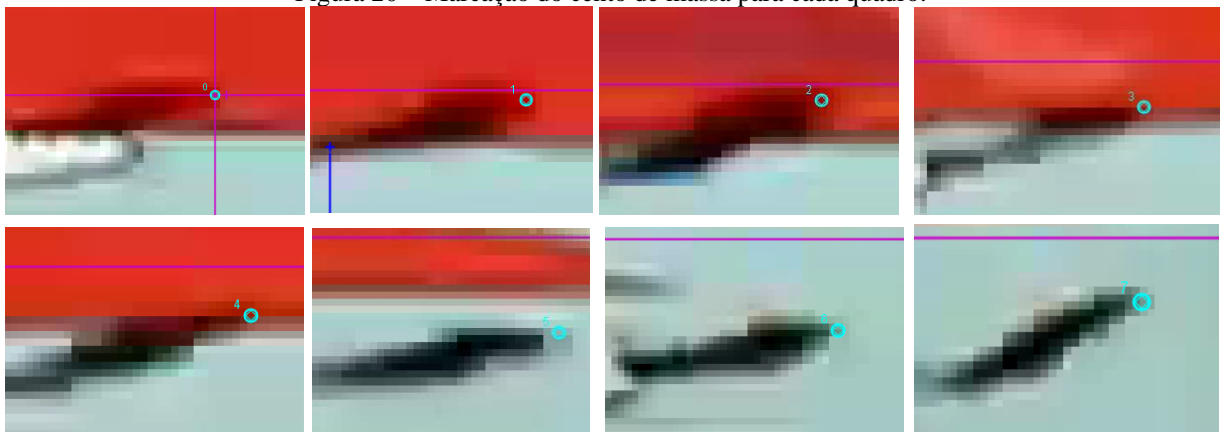
No estudo dos gráficos, direcionamos nossa atenção para a velocidade na componente x e repetimos os questionamentos feitos na análise da tabela de dados a fim de despertar o interesse e chamar a atenção dos alunos para a importância da leitura e interpretação gráfica.

Os alunos perceberam que os gráficos facilitaram a associação entre posição e tempo, e que esses valores podem ser representados por meio de uma relação linear. Perceberam também a facilidade em identificar o intervalo com movimento variado e com o movimento uniforme. Finalizamos comparando a trajetória do corpo, descrita na cena com o gráfico da posição em função do tempo, para que os alunos percebessem que esse gráfico não representa a trajetória do movimento estudado.

Após analisar a primeira cena, apresentamos para a turma a segunda cena (recorte do episódio *Armadilhas Explosivas*, no tempo de 4min27s) e os motivos que os levaram a essa escolha. À medida que íamos usando as ferramentas no Tracker, íamos retomando os conceitos iniciais de cinemática, como feito no vídeo anterior.

Nesse vídeo, a marcação do centro de massa exigiu mais atenção, visto que não temos uma imagem bem definida do papa-léguas, temos apenas o deslocamento de uma sombra (como pode ser constatado na Figura 20). O quadro foi marcado sempre nos primeiros pixels que supostamente seriam a cabeça do personagem animado. O bastão de calibração foi posicionado na pista que, por não apresentar sinalização central de divisão, foi considerada como pertencente a um trecho de mão única com largura de 3,5 metros.

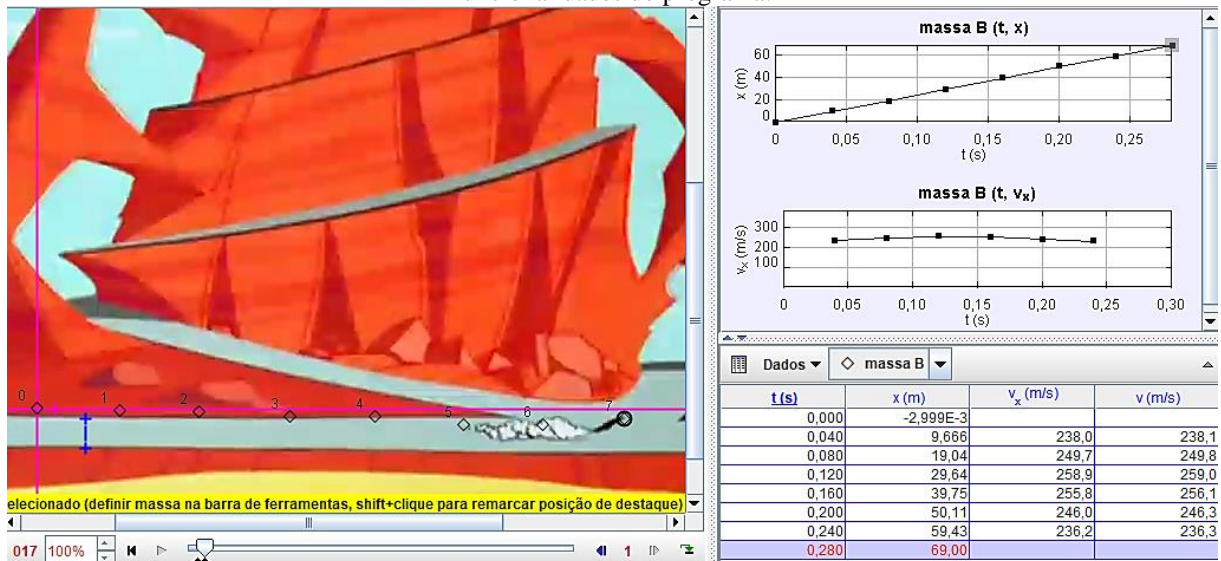
Figura 20 – Marcação do centro de massa para cada quadro.



Fonte: autoria própria.

Depois de aplicadas no Tracker todas as funcionalidades pertinentes, encontramos algo como mostrado na Figura 21.

Figura 21 – Segunda cena da animação *Papa-léguas e o Coiote* aberta no Tracker, sendo inseridas as principais funcionalidades do programa.



Fonte: autoria própria.

Analisando os dados mostrados na tabela presente na Figura 21, foi possível perceber que, para a distância selecionada, o papa-léguas inicia seu movimento com uma velocidade (na componente x) mínima de 238,0 m/s (quadro 1) e vai aumentando sua velocidade até atingir uma velocidade máxima de 258,9 m/s (quadro 3) na região central do percurso analisado. Essa velocidade vai diminuindo à medida que o personagem se desloca para uma região de curva, atingindo uma velocidade de 236,2 m/s. Assim, deduzimos que o papa-léguas desenvolveu uma velocidade máxima, em uma região de reta, e reduziu sua velocidade para fazer uma curva com segurança. Esse movimento possibilitou uma discussão com os alunos, visto que tal atitude (reduzir a velocidade ao fazer uma curva) é racional e comum na realidade. O gráfico da velocidade na componente x em função do tempo ( $v_x$  x t), na Figura 21, evidencia a discussão anterior, em que é possível perceber o aumento e a redução da velocidade.

Continuando com a análise dos dados, pode-se concluir que a velocidade do papa-léguas é de aproximadamente 259,0 m/s? Não temos essa confirmação, visto que esse valor pode mudar à medida que mudamos o valor de referência (bastão de calibração) e que, em outros episódios, esse personagem desenvolve velocidades comparáveis à de mísseis e foguetes. No entanto, na cena em estudo, para a distância de referência e o percurso selecionado, podemos afirmar que essa é, sim, a velocidade máxima desenvolvida pelo papa-léguas.

Dessa forma, podemos concluir que é possível fazer videoanálise em desenhos animados. Além de trazer comicidade para a aula, o desenho pode ser usado como incentivo e objeto de conhecimento para se trabalhar os conceitos iniciais de cinemática – como movimento, repouso, posição, trajetória, velocidade, aceleração, movimento acelerado e

movimento retardado. Não sei se, no momento da criação dos personagens, é feita alguma exigência técnica para que alguns de seus movimentos não fujam totalmente da realidade ou se foi coincidência. Mas o movimento acima, analisado no desenho papa-léguas, apresentou características comuns aos movimentos desenvolvidos em situações reais.

Pensando no aprendizado e na melhoria do ensino de Física para os alunos, as produtoras e os estúdios de criação de desenhos animados, filmes e séries poderiam investir um pouco mais de atenção e tempo para desenvolver, em suas produções, cenas com um maior rigor científico e que apresente as características apresentadas acima, possibilitando uma videoanálise confiável e de qualidade para ser trabalhada nas aulas de Física.

#### 5.15 5ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ANÁLISE DE VÍDEO DE UMA ANIMAÇÃO, FILME, SÉRIE OU DE ALGUM MOVIMENTO REALIZADO E GRAVADO PELOS ALUNOS

Nesta etapa da sequência didática, o professor foi apenas um facilitador que ajudou os estudantes a organizarem e construírem suas próprias experiências, Figura 22. Os alunos atuaram diretamente na construção do seu processo de aprendizagem, aplicaram os conhecimentos adquiridos durante as aulas e nos tutoriais I e II, e fizeram a videoanálise de uma cena de desenho animado ou de movimento realizado e filmado por eles. Foram mantidos os grupos das atividades anteriores.

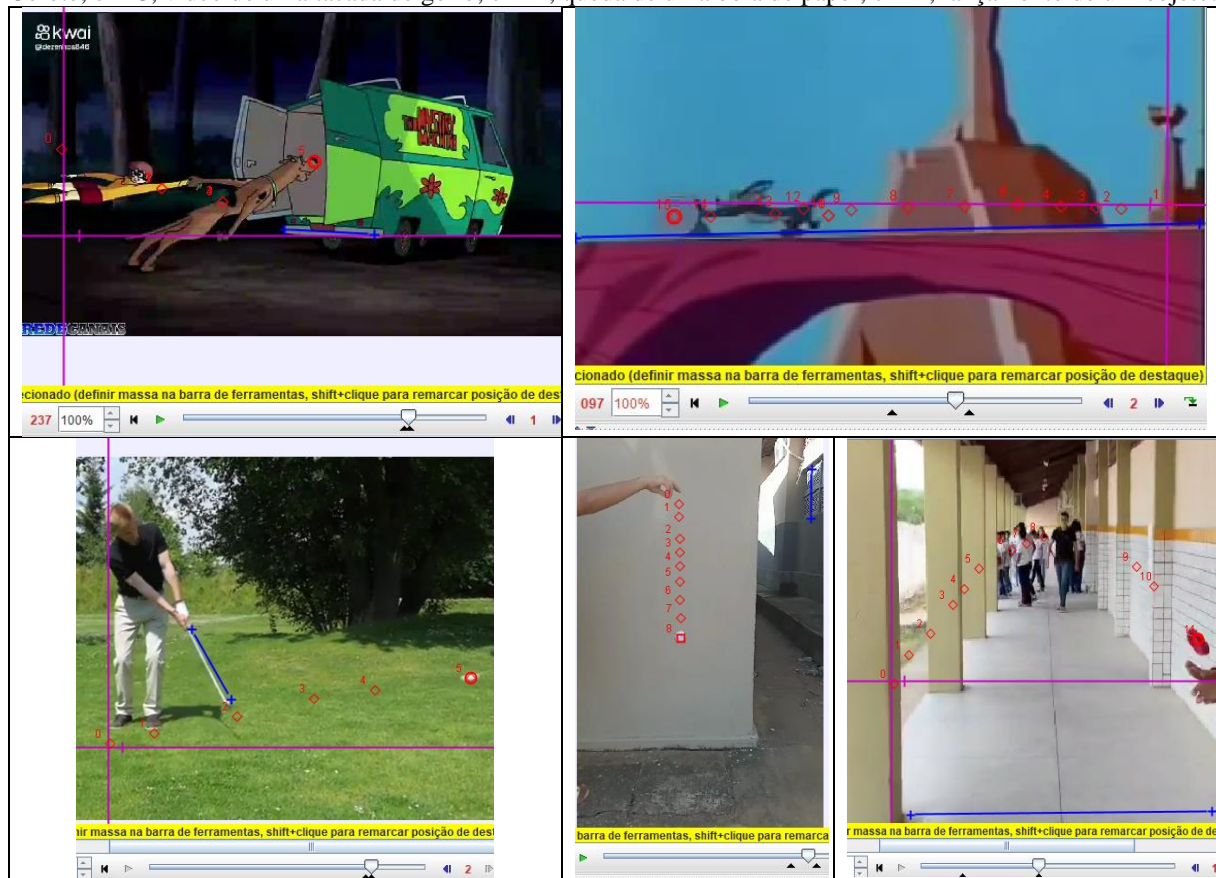
Figura 22 – Grupos realizando a videoanálise do movimento que eles trouxeram.



Fonte: autoria própria.

Solicitamos aos alunos que tentassem pesquisar e trazer uma cena de desenho animado para ser analisada. Caso isso não fosse possível, tendo em vista as condições necessárias, eles poderiam filmar algum movimento ou arremesso realizado por um deles. Nas cenas escolhidas para a videoanálise, os alunos analisaram: uma cena do desenho *Scooby-Doo*; uma do desenho *Papa-Léguas e o Coiote*; um vídeo do *YouTube* que apresenta uma tacada de golfe; e dois movimentos realizados pelos alunos: a queda de uma bola de papel e um lançamento oblíquo de um objeto (Figura 23). A videoanálise ficou distribuída da seguinte forma: um grupo analisou as cenas dos desenhos *Scooby-Doo* e *Papa-Léguas*; outro o vídeo do *YouTube*; dois grupos analisaram a queda da bola de papel; e o outro analisou o lançamento oblíquo de um objeto.

Figura 23 – Cenas escolhidas pelos alunos para videoanálise. Em A, *Scooby-Doo*; em B, *Papa-Léguas e o Coiote*; em C, vídeo de uma tacada de golfe; em D, queda de uma bola de papel; em E, lançamento de um objeto.



Fonte: autoria própria.

Esta etapa da proposta foi desenvolvida sem muitas dificuldades, os grupos conseguiram baixar os vídeos nos notebooks usando o WhatsApp Web, executaram o software Tracker, abriram os vídeos no software e realizaram os passos aprendidos nos tutoriais I e II. O

professor foi pouco solicitado, passou nos grupos apenas para conferir o andamento da atividade e auxiliar na melhor escolha para o posicionamento do sistema cartesiano e conferir se a distância de referência foi marcada adequadamente.

Podemos perceber que, dos cinco grupos, apenas dois se comprometeram com a proposta e trouxeram cenas de animação para serem analisadas (*Scooby-Doo*, *Papa-Léguas e o Coiote*, o vídeo do *YouTube*). Os demais grupos gravaram os vídeos na própria escola. Apesar de esses grupos terem analisado movimentos reais, acreditamos que eles entenderam a proposta, são capazes de identificar, em uma animação, uma cena que possa ser analisada e aplicar as funcionalidades no Tracker que lhes permitam fazer uma análise do movimento realizado.

Desenvolver uma atividade de forma eficaz requer planejamento cuidadoso e atenção a vários aspectos. Assim, o professor pode se antecipar e estar preparado para lidar com imprevistos, como estudantes que não trouxeram as cenas dos desenhos animados no dia da atividade. Uma sugestão é disponibilizar trechos de desenhos para esses estudantes, garantindo que todos possam participar ativamente da atividade proposta.

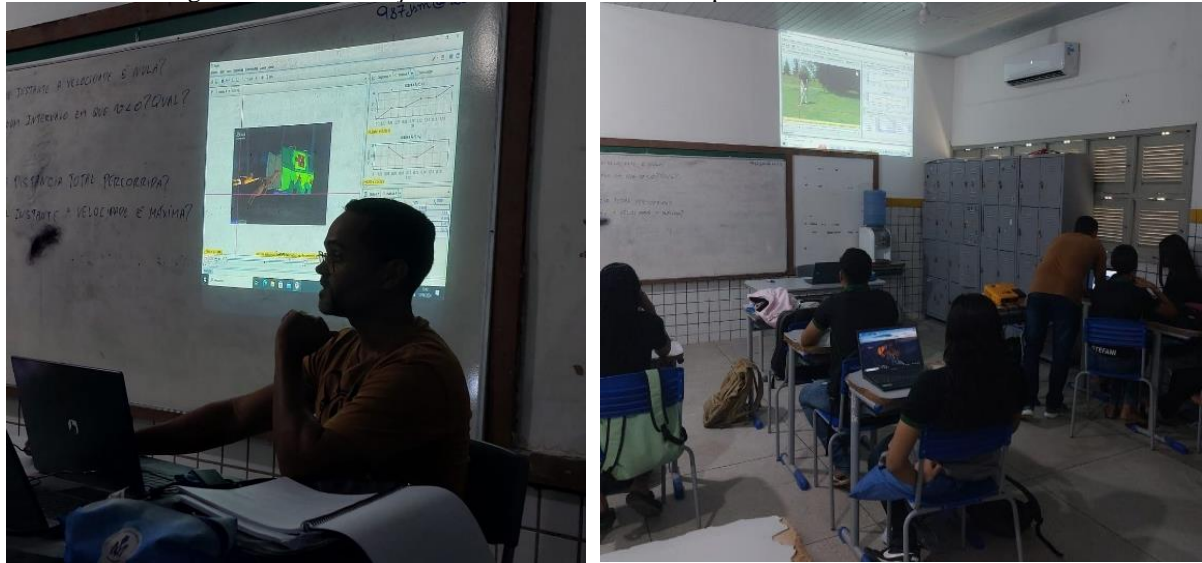
#### 5.16 6ª AULA – AVALIAÇÃO – SOCIALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DA VIDEOANÁLISE FEITA PELOS ALUNOS EM UMA CENA DE FILME, SÉRIE OU DESENHO ANIMADO

A avaliação consistiu em uma apresentação e socialização das principais informações aprendidas/observadas na videoanálise realizada por cada grupo na aula 5. Como forma de otimizar o tempo, disponibilizamos quatro questões para que os alunos respondessem durante sua apresentação:

- I. Em algum instante, a partícula apresenta velocidade nula?
- II. Existe algum intervalo em que a velocidade é menor que zero? Qual?
- III. Qual a distância total percorrida?
- IV. Qual o instante em que a velocidade é máxima?

A socialização da videoanálise realizada pelos grupos foi feita conectando o notebook ao projetor, conforme a Figura 24. Nesse momento, o professor conferia se as ferramentas do Tracker foram inseridas corretamente, analisava o possível movimento realizado (uniforme, acelerado ou retardado) e fazia os questionamentos anteriores para que toda a turma tentasse/apresentasse uma resposta.

Figura 24 – Socialização da videoanálise realizada pelos alunos durante a aula 5.



Fonte: autoria própria.

Apesar da timidez nas respostas fornecidas, foi notável que os alunos se expressaram com maior firmeza e segurança ao longo da atividade, evidenciando um sólido entendimento das teorias físicas apresentadas. Os alunos observaram que alguns dos movimentos analisados apresentavam velocidade nula no instante inicial. Todos os grupos alinharam o eixo cartesiano na mesma direção do movimento, o que resultou na ausência de velocidades negativas em suas análises. A turma conseguiu identificar facilmente a distância total percorrida e o instante em que a velocidade máxima ocorreu, utilizando os gráficos de posição em função do tempo e do módulo da velocidade em função do tempo, respectivamente. A maioria dos alunos confirmou que suas respostas aos questionamentos foram fundamentadas nos gráficos gerados pelo Tracker.

Além disso, ficou claro que eles dominaram as funcionalidades e ferramentas do Tracker, o que indica que os tutoriais I e II foram eficazes na introdução à videoanálise. Essa evolução na confiança e no conhecimento dos alunos é um sinal positivo de que a metodologia utilizada alcançou seus objetivos. Confirmamos que o uso de materiais potencialmente significativos e de organizadores prévios são recursos didáticos que interagem de maneira adequada e relevante com o conhecimento prévio do estudante. Esses materiais se conectam à estrutura cognitiva do aluno de forma substancial, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

### 5.17 6ª AULA – AVALIAÇÃO PÓS-PROPOSTA

Como forma de verificar os impactos da aplicação do produto no aprendizado dos alunos, fizemos a aplicação de uma avaliação pós-produto. Nessa avaliação, tivemos um total de 25 alunos participantes e iniciamos questionando o que eles achavam da disciplina de Física antes da aplicação da proposta e se algo mudou depois da aplicação (questão 1). Tivemos 8% das respostas em branco, 4% das respostas com pensamento indiferente e as 88% demais apresentaram afirmações positivas para a nova metodologia usada para trabalhar os conceitos iniciais de cinemática. Na Figura 25, a seguir, podemos conferir algumas das respostas fornecidas pelos alunos.

Figura 25 – Opinião dos alunos sobre a disciplina de Física antes da aplicação da proposta e se algo mudou depois da aplicação.

<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Antes eu achava que era só fórmulas, agora vejo que ela está presente na vida.</i></p> <p><b>Antes eu achava que era só fórmulas, agora vejo que ela está presente na vida.</b></p>
<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Algo complicado, pois são muitos cálculos, sim porque tudo tem um pouco de física até mesmo séries e etc...</i></p> <p><b>Algo complicado, pois são muitos cálculos. Sim porque tudo tem um pouco de Física até mesmo séries etc.</b></p>
<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Acho que mudou bastante, pois no exemplo que o professor mostrou de desenho a gente agora vai assistir e ver que aquele desenho tem muita coisa de física.</i></p> <p><b>Acho que mudou bastante, pois no exemplo que o professor mostrou do desenho a gente agora vai assistir e ver que aquele desenho tem muita coisa da Física.</b></p>
<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Mudou o meu ponto de vista sobre a matéria, gostei bastante ficou bem fácil de entender o conteúdo.</i></p> <p><b>Mudou o meu ponto de vista sobre a matéria, gostei bastante ficou bem fácil de entender o conteúdo.</b></p>
<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Antes eu não entendia nada, agora consigo observar a física no dia a dia e em desenhos.</i></p> <p><b>Antes eu não entendia nada, agora consigo observar a Física no dia a dia e em desenhos.</b></p>
<p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p><i>Achava legal de certa forma, porém complicada! Mas depois das atividades realizadas passei a achar mais interessante.</i></p> <p><b>Achava legal de certa forma, porém complicada! Mas depois das atividades realizadas passei a achar mais interessante.</b></p>

Fonte: autoria própria.

Quando questionados se as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a compreensão dos conceitos ligados ao movimento (questão 2), tivemos uma concordância geral

e todos os alunos acenaram positivamente, conforme alguns depoimentos dispostos na Figura 26, a seguir. Podemos perceber, entre as respostas fornecidas, uma tendência dos alunos em afirmar que os métodos práticos, lúdicos e que envolvem aspectos do seu dia a dia podem estimular não só o interesse pelos conceitos físicos mas também o aprendizado desses conceitos.

Figura 26 – Opinião de alguns alunos alegando que as estratégias trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento.

<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, porque foi explicada de uma maneira divertida e prática.</i></p> <p><b>Sim, porque foi explicada de uma maneira divertida e prática.</b></p>
<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, porque antes eu tinha dificuldade de entender e agora vejo o conteúdo com mais facilidade.</i></p> <p><b>Sim, porque antes eu tinha dificuldade de entender e agora vejo o conteúdo com mais facilidade.</b></p>
<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, antes eu via como algo complexo e chato, essa forma de ensino abre os ouvidos e os olhos.</i></p> <p><b>Sim, antes eu via com algo complexo e chato essa forma de ensino abre os ouvidos e os olhos.</b></p>
<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, pois podemos ver a física em vários sentidos, até assistindo animês.</i></p> <p><b>Sim, pois podemos ver a Física em vários sentidos, até assistindo animês.</b></p>
<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, por que a partir das atividades foi possível compreender melhor a física.</i></p> <p><b>Sim, porque a partir das atividades foi possível compreender melhor a Física.</b></p>
<p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p><i>Sim, de uma forma divertida e mais fácil de compreender.</i></p> <p><b>Sim, de uma forma lúdica e mais fácil de compreender.</b></p>

Fonte: autoria própria.

Perguntamos também (questão 3) como os estudantes relacionavam os gráficos aos diversos tipos de movimentos antes da aplicação do produto e se o uso do Tracker ajudou nessa relação. Dos 25 alunos participantes, 8% das respostas estavam em branco e as demais todas confirmaram uma melhora na interpretação e na leitura dos gráficos depois do uso do software Tracker. Antes da aplicação do produto, os relatos deles para suas interpretações gráficas eram

feitos por achismo e tentativas de acerto sem confirmação científica. Na Figura 27, constam alguns relatos dos alunos para esse questionamento.

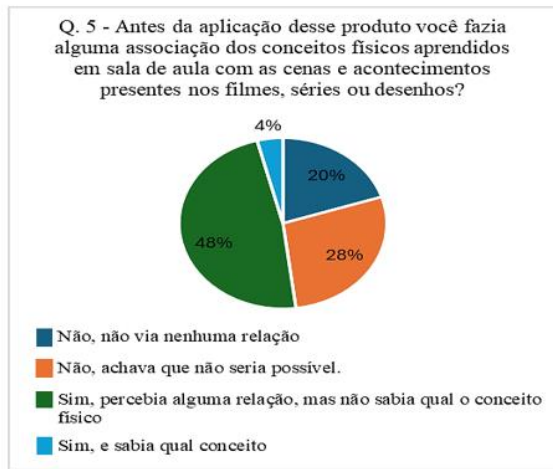
Figura 27 – Opinião de alguns alunos alegando que as estratégias trabalhadas nas últimas aulas melhoraram a sua interpretação gráfica.

<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>Antes eu não entendia nada, agora com o uso do Tracker ajudou bastante, pois nele explica tudo bem mais detalhado.</i></p> <p><b>Antes da atividade não, pois nós não tínhamos o conhecimento. O uso do Tracker ajudou muito pois tem a facilidade de identificar os pontos.</b></p>
<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>Antes eu não entendia nada, agora com o uso do Tracker ajudou bastante, pois nele explica tudo bem mais detalhado.</i></p> <p><b>Antes eu não entendia tanto, agora com o uso do Tracker ajudou bastante, pois nele explica tudo bem mais detalhado.</b></p>
<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>Achava os gráficos complicados, mas depois que vimos no Tracker ajudou bastante, pois é prático.</i></p> <p><b>Achava os gráficos complicados, mas depois que vimos no Tracker ajudou bastante, pois é prático.</b></p>
<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>Eu não entendia quase nada dos gráficos, mas realmente foi mais fácil a compreensão dos gráficos nessas aulas.</i></p> <p><b>Eu não entendia quase nada dos gráficos, mas realmente foi mais fácil a compreensão dos gráficos nessas aulas.</b></p>
<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>O uso do Tracker ajudou muito, pois eu não entendia nada sobre o assunto e como fazer.</i></p> <p><b>O uso do Tracker ajudou muito, pois eu não entendia nada sobre o assunto e como fazer.</b></p>
<p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou? <i>Apenas tentando identificar, agora ficou bem mais fácil de ler os gráficos.</i></p> <p><b>Apenas tentando identificar, agora ficou bem mais fácil de ler os gráficos.</b></p>

Fonte: autoria própria.

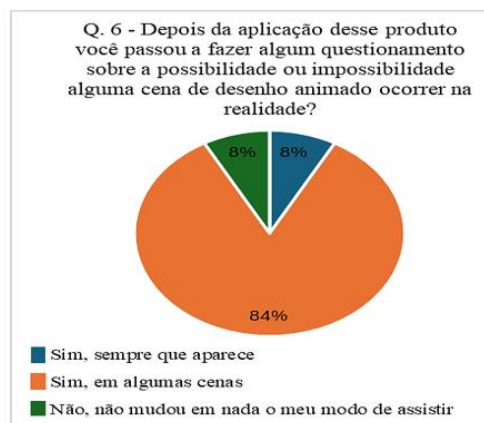
Os Gráficos 15 a 18, a seguir, apresentam as respostas dos estudantes para a abordagem dos conceitos físicos realizados depois da aplicação do Produto Educacional, ao assistir às animações. Colhemos as opiniões sobre se essas animações podem ser usadas para exemplificar e facilitar o aprendizado desses conceitos.

Gráfico 15 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem física em animações (Q.5).



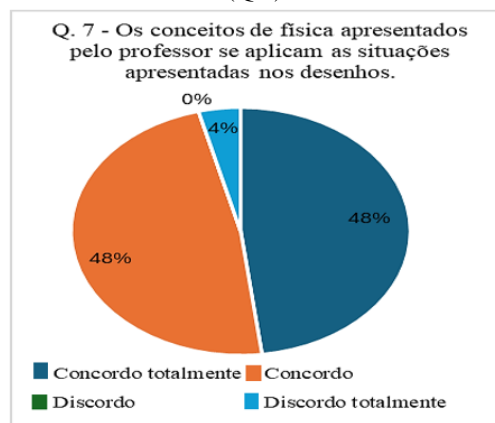
Fonte: autoria própria.

Gráfico 16 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem física em animações (Q.6).



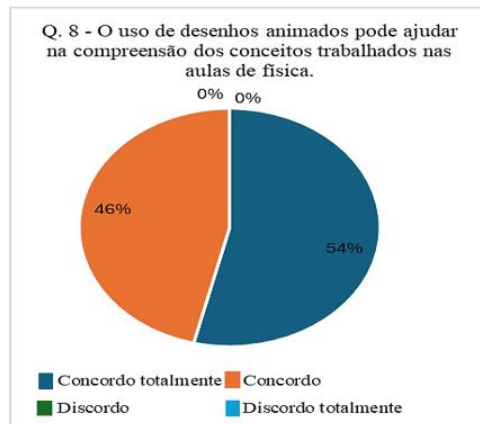
Fonte: autoria própria.

Gráfico 17 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem Física em animações (Q.7).



Fonte: autoria própria.

Gráfico 18 – Respostas apresentadas pelos alunos, no teste pós-produto, para a abordagem Física em animações (Q.8).



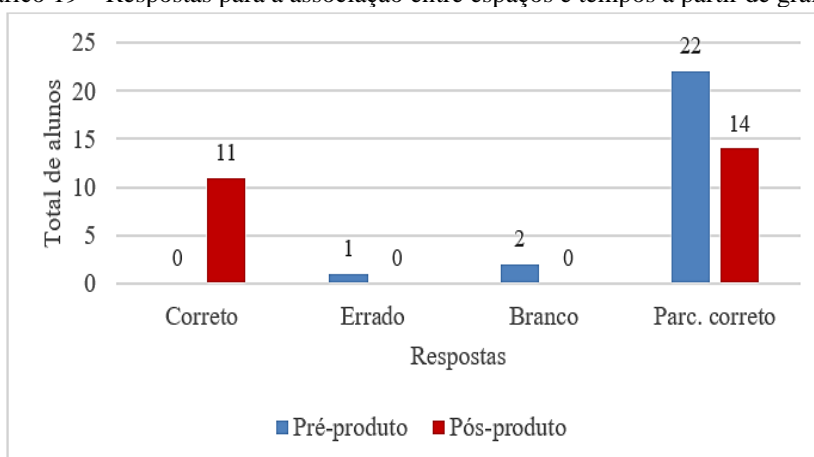
Fonte: autoria própria.

Observando as respostas fornecidas nesse questionário (questão 5), é possível perceber que 48% da turma não via relação alguma ou achava que não seria possível aprender Física com desenhos animados. Quando questionados sobre a possibilidade ou impossibilidade de alguma cena de desenho animado ocorrer na realidade (questão 6), vemos que 20% a mais dos alunos passaram a fazer esses questionamentos ao assistir às animações depois da aplicação do produto.

Quando questionados (questão 10, pré-teste) se os conceitos de Física apresentados pelo professor se aplicam às situações apresentadas nos desenhos, 24% da turma apresentou uma resposta negativa no questionário aplicado antes do produto. Já no questionário (questão 7) pós-produto, 96% da turma concordou com o questionamento e apresentou uma resposta favorável para o uso de desenho animado, filmes e séries de modo a ajudar na compreensão dos conceitos de cinemática apresentados nas aulas de Física.

Na avaliação pós-proposta, mudamos o gráfico da posição (km) em função do tempo (h) e repetimos alguns questionamentos sobre interpretação gráfica para sondarmos possíveis melhoras no entendimento dos conceitos físicos apresentados nesses gráficos. A tabela, que tinha como objetivo identificar se os alunos conseguiam relacionar uma posição a um instante de tempo (questão 9a), foi respondida corretamente por 44% dos alunos. 56% responderam de forma parcialmente correta, todos os alunos conseguiram associar pelo menos uma posição ao seu respectivo instante de tempo, como apresentado no Gráfico 19. Nesse momento, é possível perceber uma melhora significativa nos resultados, visto que, no teste aplicado antes do produto, nenhuma tabela feita pelos alunos apresentou todos os valores preenchidos corretamente.

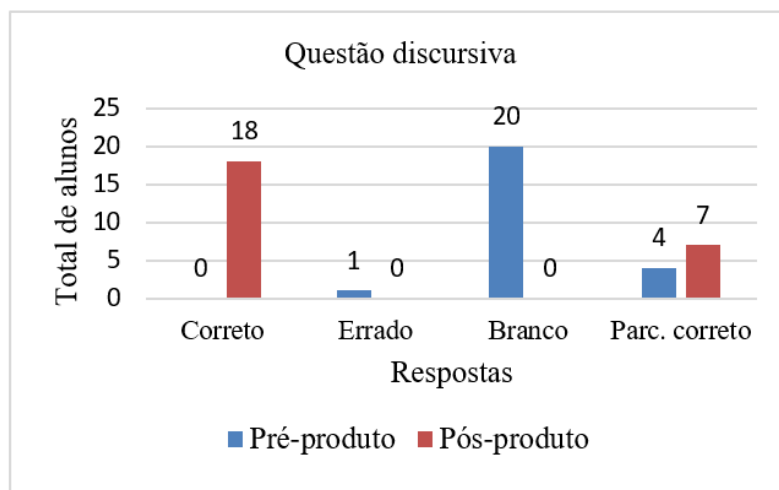
Gráfico 19 – Respostas para a associação entre espaços e tempos a partir de gráficos.



Fonte: autoria própria.

A questão discursiva (questão 9b) que solicitava o instante(s) em que a partícula realizava alguma parada durante o percurso foi respondida corretamente por 72% dos alunos e 28% reconheceram que a partícula realizou uma parada, mas não apresentou os instantes corretamente (Gráfico 20).

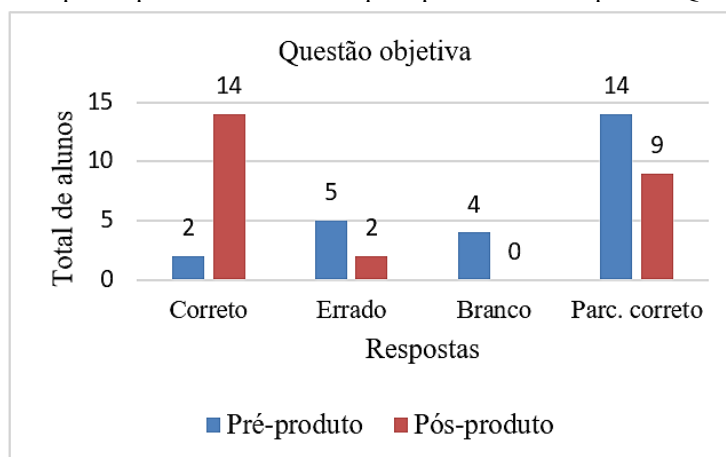
Gráfico 20 – Respostas para os instantes em que a partícula esteve parada. Questão discursiva.



Fonte: autoria própria.

Já a questão objetiva (questão 9f, Gráfico 21) foi respondida corretamente por 56% dos alunos, 36% identificaram esses intervalos de forma parcial (um intervalo, dos dois possíveis) e apenas 8% não conseguiram identificar intervalo.

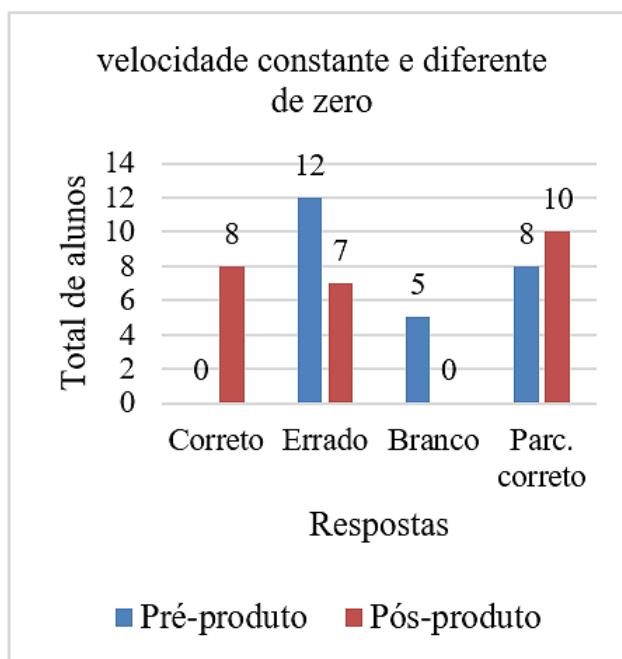
Gráfico 21 – Respostas para os instantes em que a partícula esteve parada. Questão objetiva.



Fonte: autoria própria.

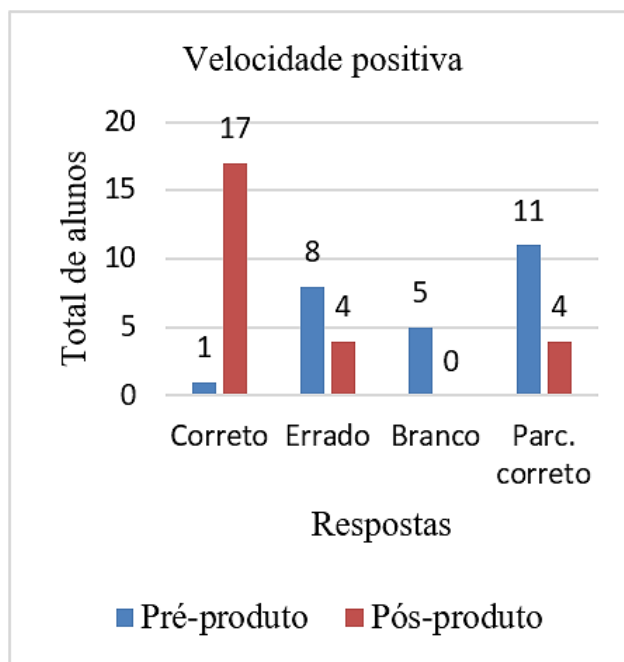
Para os questionamentos sobre o deslocamento (questão 9d) e a distância percorrida (questão 9c), não obtivemos respostas positivas no pré-teste. Já no pós-teste, tivemos um acerto de 32% das questões para a distância percorrida e 20% para o deslocamento da partícula. Sobre a velocidade do movimento descrito no gráfico, 32% dos alunos conseguiram identificar corretamente todos os intervalos em que a partícula apresentou um movimento com velocidade constante e diferente de zero (questão 9g, Gráfico 22). Sobre o sinal da velocidade, se positiva (questão 9i, Gráfico 23) ou negativa (questão 9j, Gráfico 24), 68% conseguiram identificar todos os intervalos.

Gráfico 22 – Respostas para as questões sobre velocidade constante e diferente de zero.



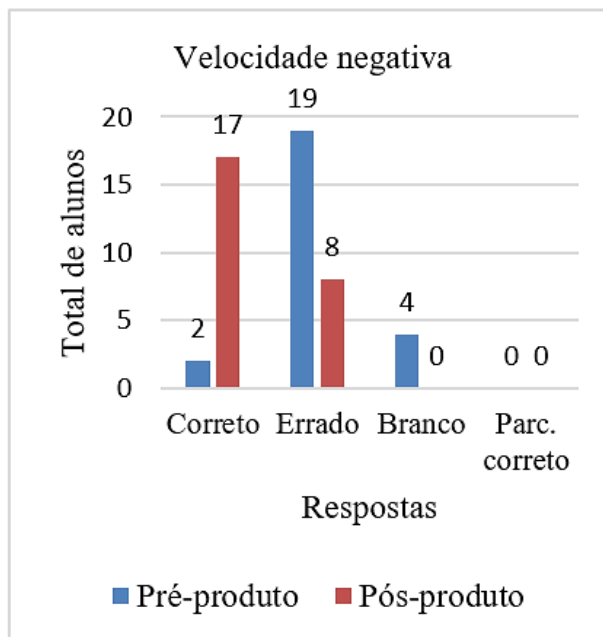
Fonte: autoria própria.

Gráfico 23 – Respostas para as questões sobre velocidade positiva (Q. 9i).



Fonte: autoria própria.

Gráfico 24 – Respostas para as questões sobre velocidade negativa (Q. 9j).



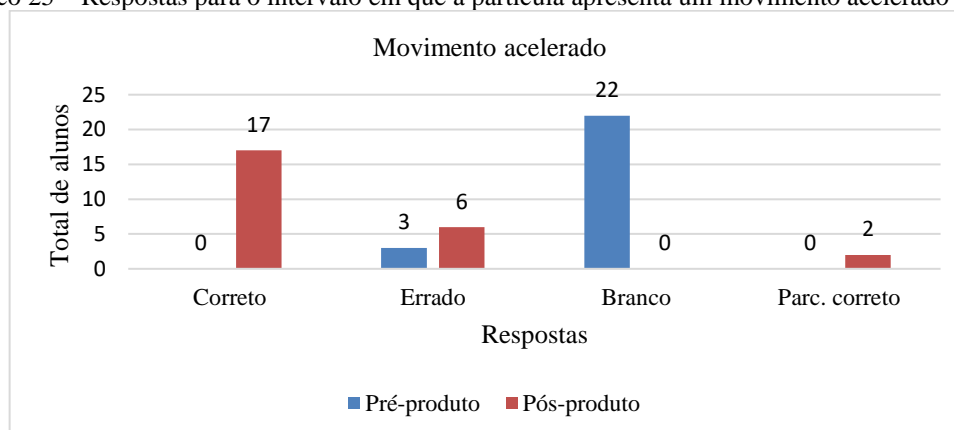
Fonte: autoria própria.

Não obtivemos acertos para o cálculo da velocidade (questões 9k e 9l) a partir de trechos do gráfico. Nesse caso, 40% dos alunos até conseguiram realizar as operações matemáticas, mas não apresentaram a unidade de medida adequada para a velocidade.

Novamente percebemos uma melhora nos resultados, pois, no teste diagnóstico, dos 25 alunos que realizaram mais de 20 deixaram essas questões sem respostas.

Um resultado positivo também foi obtido na identificação do intervalo em que a partícula apresenta um movimento acelerado (questão 9h, Gráfico 25), em que 68% dos alunos fizeram isso corretamente.

Gráfico 25 – Respostas para o intervalo em que a partícula apresenta um movimento acelerado (Q. 9h).



Fonte: autoria própria.

Percebemos também que, nesse teste, 48% dos alunos conseguiram diferenciar (no gráfico) movimentos uniformes de movimentos acelerados (questão 9e). Novamente, finalizamos o questionário sem uma história que se adequasse corretamente ao gráfico mostrado (questão 9n). No entanto, diferentemente do que foi visto no teste diagnóstico, todos os alunos apresentaram uma resposta, algumas delas com trechos que se adequam ao gráfico.

Nesta seção, apresentamos os resultados da aplicação da sequência didática proposta para o ensino de conceitos físicos, com ênfase na cinemática. Na seção seguinte, faremos as considerações finais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física precisa ser pensado e replicado para despertar nos alunos a curiosidade e o desejo de aprender. Uma forma de atingir esses objetivos é relacionando os conceitos e teorias desse componente curricular com a rotina e as atividades desenvolvidas por eles em suas práticas cotidianas, isto é, ensinar levando em conta o contexto dos estudantes. Em relação à infraestrutura, muitas escolas ainda não possuem laboratório de Física e, quando possuem, não disponibilizam materiais e instrumentos que possibilitem a realização adequada de atividades para o estudo do movimento.

Conforme explica Ausubel (2012), a aprendizagem só é significativa quando novas informações ou novos conceitos são associados, de forma substantiva e não arbitrária, a conceitos relevantes (subsunçores) já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Essa preocupação (ensinar mediante conceitos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos) deve ser redobrada nos primeiros anos do ensino de Física para que os alunos não percam o gosto por conceitos e teorias físicas. Em alguns casos, isso pode levar a um bloqueio impedindo-os de compreender não só a parte aritmética mas também a parte conceitual dos objetos de conhecimento a ser trabalhados.

A aprendizagem tende a ser mais eficaz e fluida quando começamos a apresentar os conceitos físicos de forma geral e, em seguida, aprofundamos nos detalhes específicos, por meio da diferenciação progressiva. Esse processo permite uma organização hierárquica mais rica e detalhada do conhecimento. Ao longo dessa trajetória, o aprendiz estabelece conexões entre ideias e conceitos, resolvendo inconsistências e integrando significados (reconciliação integrativa), o que resulta em uma compreensão mais coesa e abrangente dos objetos de conhecimento. No estudo dos conceitos de cinemática, iniciamos com uma pergunta aos alunos sobre o tipo de movimento mostrado na animação, se uniforme ou acelerado. Progressivamente, associamos esses conceitos às funcionalidades do software Tracker e introduzimos elementos fundamentais do movimento, como posição, instante de tempo, trajetória, deslocamento, velocidade e aceleração. Observamos uma boa receptividade dos alunos à sequência de ensino proposta, como comprovado pelos resultados obtidos. Essa metodologia não apenas enriqueceu o aprendizado, mas também estimulou o interesse e a participação ativa dos alunos no processo educativo.

Associar os conceitos iniciais de cinemática com desenhos animados, filmes e séries é uma forma de justificar e dar sentido a essas teorias. O aluno é apresentado a exemplos e situações que estão de acordo com suas capacidades cognitivas, facilitando seu aprendizado,

despertando seu gosto por conceitos e teorias físicas, aguçando sua curiosidade em descobrir novas situações em que essas teorias podem ser aplicadas ou quais fenômenos são por elas justificados. Isso evitaria questionamentos do tipo: “Por que estou aprendendo isso?” ou “Quando usarei isso em minha vida?”.

O que identificamos na aplicação da proposta da sequência didática é que todos os alunos se encantaram com a videoanálise e a praticidade do Tracker, por permitir uma análise detalhada e precisa do movimento, com a criação de gráficos e tabelas. A organização automática dos dados, em tabelas e gráficos, reduz as variáveis nas dificuldades conceituais apresentadas pelos estudantes no momento de fazer o estudo de algum movimento. Percebemos que, mesmo com os estudantes não sabendo fazer a coleta dos dados numéricos para a criação das tabelas e gráficos, foi possível fazer uma análise e um estudo do movimento, identificando e associando velocidade, espaço e tempo. Fazendo as devidas considerações, os alunos foram capazes de identificar os intervalos em que o corpo apresentou um movimento uniforme ou acelerado e o estudo do sinal da velocidade.

A videoanálise de desenhos animados feita com o software Tracker apresentou condições suficientes para exemplificar e justificar os conceitos iniciais de cinemática, como corpo extenso, ponto material (partícula), posição, intervalo de tempo e trajetória. Foi possível mostrar também que a velocidade negativa, vista e mal interpretada pelos alunos em alguns exercícios, está relacionada a uma questão de orientação, isto é, se o movimento foi realizado no mesmo sentido do eixo cartesiano (velocidade positiva) ou no sentido oposto (velocidade negativa). Para isso, posicionamos o eixo e mudamos o ângulo a partir da horizontal, variando entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$ .

A interpretação de gráficos na cinemática é um desafio comum para os estudantes, conforme observado na turma em que foi aplicado o Produto Educacional (Apêndice A). A avaliação diagnóstica (Apêndice B) revelou dificuldades significativas na compreensão dos conceitos físicos relacionados a gráficos cinemáticos. No entanto, após a aplicação da sequência didática, houve uma melhoria notável nas respostas dos alunos para as questões-irmãs – aquelas que se correspondem entre a avaliação pré-produto (Apêndice G) e pós-produto (Apêndice I).

Como exemplo, podemos citar um aumento médio de 52% de acerto para as questões-irmãs sobre velocidade e 58% para os intervalos em que o corpo apresenta um movimento acelerado. Para as questões que abordavam deslocamento e distância percorrida, o aumento médio de acertos foi de 26%. Já o aumento médio de acertos para as questões que solicitavam os instantes em que o corpo esteve parado foi de 60%. A aplicação desse produto possibilitou ainda, em média, um aumento de 44% de acertos nas questões que associavam espaços e

tempos. Com isso, vemos que a interpretação de gráficos na cinemática mostra-se apropriada no desenvolvimento de atividades com a videoanálise no Tracker.

Metade da turma considera o componente de Física difícil, acreditando que se resume apenas à aplicação de fórmulas matemáticas. No entanto, muitos reconhecem que a nova metodologia de videoanálise de desenhos animados facilitou a compreensão dos conceitos iniciais de cinemática. Ao trabalharmos conceitos físicos de forma diversificada, abordando temas do cotidiano e utilizando recursos tecnológicos acessíveis a todos os estudantes, a estratégia adotada tende a ser bem recebida. Além disso, pode gerar resultados satisfatórios para professores que buscam maneiras alternativas de introduzir os conceitos relacionados ao movimento.

Dessa forma, reiteramos a possibilidade de realização de videoanálise em desenhos animados como um incentivo valioso e um recurso educativo para explorar conceitos iniciais de cinemática. Sugerimos, ainda, que produtoras e estúdios de animação, filmes e séries dediquem mais atenção e tempo ao desenvolvimento de cenas que apresentem um rigor científico maior. Ao fazer isso, essas produções poderiam facilitar a realização de videoanálises confiáveis e de qualidade, que seriam extremamente úteis nas aulas de Física.

Em contrapartida, os desenhos animados devem continuar tendo liberdade para extrapolar os limites da realidade. Essa liberdade é uma das características que torna a animação tão envolvente e criativa. Ela permite explorar ideias fantásticas, desenvolver narrativas imaginativas e transmitir mensagens de forma lúdica. Incluir pelo menos uma cena com rigor científico pode enriquecer o aprendizado. Isso não apenas ajuda os alunos a entenderem conceitos complexos de forma mais acessível mas também mostra que a ciência pode ser parte do universo divertido e imaginativo que eles conhecem. Essa combinação pode tornar o aprendizado mais envolvente e significativo.

Em haver um maior rigor científico nas animações não apenas enriqueceria o conteúdo apresentado como ainda tornaria as produções mais educativas. Isso permitiria que os materiais servissem como produtos educativos a ser utilizados pelos professores. Desse modo, os alunos se engajariam mais profundamente com conceitos como movimento, velocidade e aceleração, ao verem esses princípios aplicados de forma realista em contextos cotidianos.

A videoanálise em desenhos animados pode ser uma boa maneira para tornar o aprendizado mais dinâmico e atraente. Ao usar cenas de animações, os docentes podem conectar conceitos teóricos a situações visuais e familiares para os alunos, facilitando a compreensão. Isso incentiva a curiosidade e a discussão, permitindo que os alunos analisem o que veem e explorem a ciência de forma crítica e criativa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FAPESP. **Projeto Anima Física é selecionado para dois festivais brasileiros.** Unicamp, 2020. Disponível em:

<https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/10/29/projeto-anima-fisica-e-selecionado-para-dois-festivais-brasileiros>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ALUNOS E PESQUISADORES da Unicamp criam animação sobre Física de partículas.

**Agência Fapesp**, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/alunos-e-pesquisadores-da-unicamp-criam-animacao-sobre-fisica-de-particulas/31681>. Acesso em: 28 nov. 2023.

AMORIM, L. C. C. **Projeto Física animada: uma abordagem centrada no aluno para o ensino da cinemática no Ensino Médio.** 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/4228>. Acesso em: 12 ago. 2022.

ANIMAFÍSICA. Física de partículas sob o olhar da animação. **Animafísica**, 2019. Disponível em: <https://animafisica.com.br/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View.** Philadelphia: Springer Science & Business Media, 2012.

AVILA, G. De Mark Twain à DC Comics: Os 70 anos de Coiote e Papa-Léguas. **Omelete**, 2019. Disponível em: <https://www.omelete.com.br/series-tv/coiote-papa-leguas-70-anos>. Acesso em: 7 ago. 2023

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 24, n. 2, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200012>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BEZERRA, J. M. B.; LIMA, J. R. T. **Ensinando Conceitos da Física Através de Inconsistências em Cenas Expostas nos Desenhos Animados.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/418>. Acesso em: 23 nov. 2023.

BORDIN, G. D. *et al.* Videoanalisando, primeiros passos. **Youtube**, 2023. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=5oa8uXk7ac0&list=PLWpru5gHkO8X-e\\_r5r3ieBDual1TTrKlaj&t=21s](https://www.youtube.com/watch?v=5oa8uXk7ac0&list=PLWpru5gHkO8X-e_r5r3ieBDual1TTrKlaj&t=21s). Acesso em: 19 ago. 2022.

BORDIN, G. D.: Guia didático – Videoanálise no ensino de Física - uma abordagem usando o software Tracker [recurso eletrônico] 2020. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5124/1/videoanalisetrackerensinofisica\\_produto.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5124/1/videoanalisetrackerensinofisica_produto.pdf). Acesso em: 28 de jan. 2025.

BORDIN, G. D.: **Potencialidades de uso do Software de Videoanálise Tracker no Ensino de Física**. 2020. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5124/2/videoanalisetrapperensinofisica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BORDIN, G. D.; FRANÇA, I. H.; BEZERRA JUNIOR, A. G. Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para videoanálise: “Videoanalizando”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], n. 44, e20220058, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0058>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. BNCC. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal.pdf](https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf). Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 dez. de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 28 de maio 2022.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 28 maio 2022.

BROWN, D.; CHRISTIAN, W.; HANSON, R. M. **TRACKER: Video Analysis and Modeling Tool**. [2020]. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em 12 de ago. 2023.

CARTOONS BRASIL. Papa-léguas e coiole. **Youtube**, 2022. Disponível em: <https://youtu.be/N7v6Rid613c?si=8J0vJ2YkH1-wpwa4>. Acesso em: 19 nov. 2023.

CARVALHO, D. B.: O estudo do lançamento oblíquo por meio de um tutorial do software Tracker; Polo 61 – Araguaína – UFNT; Orientador: Dr. Luís Antonio Cabral; Coorientadora: Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Tronção; Data da defesa: 09 / 02 / 2023.

DANTAS, C. A. A. **Uma proposta para o ensino do movimento retilíneo uniforme utilizando fotoanálise e videoanálise**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

GOMES, J. F. Folhas, A Análise digital de vídeo, o mundo como laboratório de Física **Rev. Ciência Elem.** 2017, V5(01):006. doi.org/10.24927/rce2017.006

GRAF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1: Mecânica**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

GSHOW. Jovem de 13 anos leva luz à comunidade no interior do Mato Grosso do Sul. **Globo**, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://gshow.globo.com/programas/caldeirao->

do-huck/noticia/jovem-de-13-anos-leva-luz-a-comunidade-no-interior-do-mato-grosso-do-sul.shtml. Acesso em: 4 jun. 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

JEWETT JR., J. W.; SERWAY, R. A. **Física para cientistas e engenheiros**. Singapore: Cengage Learning, 2012. v. 1.

KNIGHT, R. **Física 1: uma abordagem estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LEITE, S.; AUGUSTO, M. F. Chuck Jones e Tex Avery: dois subversivos pioneiros na criação de personagens animados. *In*: GONÇALVES, M. M.; PEREIRA, R. M. **Cruzamento de rotas audiovisuais: cinema, televisão e streaming**. 2016. p. 131-140. Disponível em: <https://seloppgcomufmg.com.br/wp-content/uploads/2022/05/Cruzamento-de-rotas-audiovisuais-Selo-PPGCOM-UFGM.pdf#page=131>. Acesso em: 13 ago. 2023.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xxi-xxxiv. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275832971\\_Introducao\\_a\\_historia\\_das\\_ciencias\\_e\\_seus\\_usos\\_na\\_educacao](https://www.researchgate.net/publication/275832971_Introducao_a_historia_das_ciencias_e_seus_usos_na_educacao). Acesso em: 6 jun. 2022.

MASINI, E. F. S; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 20 de set. 2023.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 22, n. 1, mar. 2000.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1999. (Capítulo 10: A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel).

MOREIRA, M. A; **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** 2010. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 28 maio 2022.

NUNES, E. T; SILVA, I. P.: Orientações para professores de física que se aventuram na realização de videoanálises utilizando o software Tracker. *Revista Paidéi@*. Unimes Virtual. Volume 12 – Número 21. janeiro 2020. Disponível em: <http://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/index>. Acesso em 21 de jan. 2025.

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de Física básica, 1: mecânica**. São Paulo: Blucher, 2013

OLIVEIRA, L. P. *et al.* Divulgando e ensinando análise de vídeo em sala de aula: experimentos de mecânica com o software Tracker. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 19., 2011, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: SNEF, 2011. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0094-1.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

PARREIRA, J. E. Um curso de Mecânica com o uso do programa de vídeo-análise Tracker. **Caderno Brasileiro De Ensino De Física**. 2018, 35(3), 980–1003. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p980>. Acesso em: 25 fev. 2025.

PEREIRA, D. V. **O Ensino de Inércia com Desenhos Animados, Utilizando Futurama como Ferramenta Lúdica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB\\_57781a6ad4e7b3a2a0f8deed621374af](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_57781a6ad4e7b3a2a0f8deed621374af). Acesso em: 28 maio 2022.

SANTOS, R. J. **Um Curso de Geometria Analítica e Álgebra Linear: Resumos**. Belo Horizonte: UFMG, 2018. Disponível em: <https://regijs.github.io/gaal/sum33.html>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SEVERINO, P. A. R.; BERLITZ, A. M. J. O uso do desenho animado super choque no Ensino da Eletrostática. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: UFRGS, 2007. Disponível em: [https://ppgenfis.if.ufrgs.br/iieefis/Atas\\_IIEEFis\\_RS.pdf](https://ppgenfis.if.ufrgs.br/iieefis/Atas_IIEEFis_RS.pdf). Acesso em: 22 nov. 2023.

SILVA NETO, M. C. **Ensinando cinemática através da análise de movimentos em vídeos de captura de games**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/4222>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SILVA, J. L. de O.; LIMA, J. R. T. de: Uma análise sobre as contribuições do software Tracker para o ensino de cinemática em turmas de ensino médio. Instituto Federal de Pernambuco campus Pesqueira. Curso de Licenciatura em Física. 4 de outubro de 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1399>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SOUSA, W. J.: A utilização de vídeo análise de sistemas físicos através do software Tracker: uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de física. Polo: Polo 61: UFNT\_Araguaina - Universidade Federal do Norte do Tocantins; Orientador: Luís Antônio Cabral; Data da defesa: 01/03/2018.

SOUSA, W. J.; CABRAL, L. A.: **Tutorial para coleta de dados através de vídeoanálise utilizando o software tracker**. Tocantins: UFT, 2018. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/rkugi2M4SkOBST0rQeROKg/content/Tutorial%20Tracker.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2014. v. 1.

TRACKER – Videoanálise no Ensino de Física. AULA 3 - Movimento retilíneo uniforme (Tracker). **Youtube**, 2020. 1 vídeo (15 min). Disponível em: <https://youtu.be/TExHLDNH2eE>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TRACKER BRASIL. **Grupo do Tracker da UTFPR**. [2016]. Disponível em: [https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page\\_id=24](https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page_id=24). Acesso em: 18 maio 2022.


TRACKER: **Video Analysis and Modeling tool**. 6.1.6. [S. l.]: Open Source Physics (OPS), 2002. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

VALADARES, A. S.: **O Ensino de Física por meio de trechos de desenhos animados, filmes e séries**. 2018. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/4615/1/ADRIANA%20DA%20SILVA%20VALADARES%20-%20TCC%20-%20F%C3%8DSICA.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

WARNER BROS. Papa-léguas e coiole – Rio Raivoso. **Looney Tunes Youtube**, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/dKA-dna1IwE?si=pbXR3-OnAYzGs1KE>. Acesso em: 19 nov. 2023.

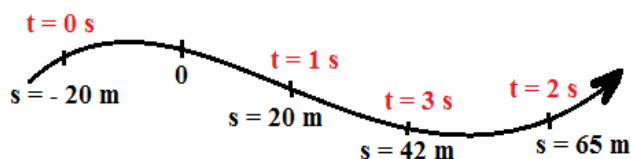
YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I**: mecânica. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

## APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

	<p style="margin: 0;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;">Profº: _____</p> <p style="margin: 0;">Aluno(a): _____</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red; margin: 0;">MNPEF</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

1. Você sabe a diferença entre grandeza vetorial e grandeza escalar? Justifique.
2. Como você definiria velocidade constante?
3. Se um corpo estiver acelerando, sua velocidade aumenta ou diminui? Por quê?
4. Qual a sua maior dificuldade em aprender Física?
  - ( ) Lembrar de Fórmulas
  - ( ) Resolver exercícios
  - ( ) Compreender Conceitos
5. Quando dizemos que a velocidade de um carro é de 25 m/s, horizontal e para a direita, estamos definindo a velocidade como uma grandeza:
  - ( ) vetorial                      ( ) escalar
6. Observe na trajetória representada abaixo as posições ocupadas por um corpo que inverteu o sentido de seu movimento aos 2 segundos.

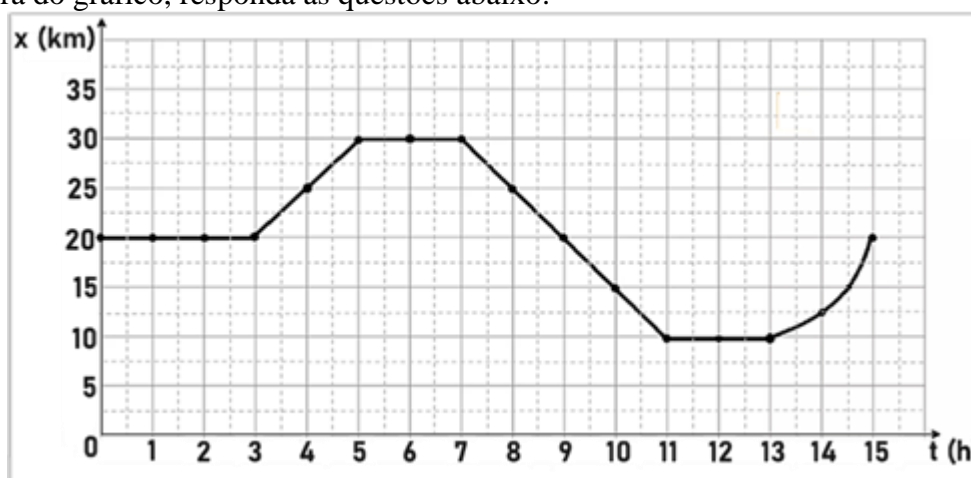


- a) Qual a posição do corpo no tempo de  $t = 0s$ ?
  - ( ) - 20 m                      ( ) 20 m                      ( ) 42 m                      ( ) 65 m
- b) Qual a posição do corpo no tempo de  $t = 2s$ ?
  - ( ) - 20 m                      ( ) 20 m                      ( ) 42 m                      ( ) 65 m
- c) Qual o maior deslocamento entre as alternativas?
  - ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 2 s$       ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 3 s$
- d) Qual a maior distância percorrida entre as alternativas?
  - ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 2 s$       ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 3 s$

7. Determine a unidade de medida em cada caso:

- a) Se a velocidade média tem como unidade de medida o km/h, o tempo terá como unidade de medida o(a) \_\_\_\_\_ (km ou hora). E \_\_\_\_\_ (o tempo ou a distância) tem como unidade de medida o quilômetro.
- b) Se um corpo possui velocidade média de 70 km/h, em uma hora ele terá percorrido uma distância de 70 \_\_\_\_\_ (km ou hora).
- c) Quando o brasileiro Joaquim Cruz ganhou a medalha de ouro nas Olimpíadas de Los Angeles, correu 800 m em 100 s, desenvolvendo uma velocidade média de 8 \_\_\_\_\_ (m/s ou s/m)
- d) Se a velocidade média de um carro é de 80 km/h, ele percorrerá uma distância de 100 km em um intervalo de tempo de 1,25 \_\_\_\_\_ (km/h ou h)

8. O gráfico a seguir representa o movimento unidimensional de uma partícula. A partir da leitura do gráfico, responda as questões abaixo:



a) Complete a tabela com os dados do gráfico:

Posição(km)		25			15		12,5	15	
Tempo (h)	0		6	8		13			15

- b) A partícula para em algum instante? Justifique sua resposta.
- c) Estime a distância total percorrida pela partícula entre  $t = 3$  h e  $t = 15$  h.
- d) Qual foi o deslocamento da partícula entre  $t = 3$  h e  $t = 15$  h?
- e) O movimento descrito pela partícula no intervalo  $t = 3$  h e  $t = 5$  h é igual ao movimento realizado no intervalo  $t = 13$  h e  $t = 15$  h? Justifique sua resposta.
- f) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula esteve parada.
- ( )  $t = 0$  h a  $t = 3$  h
- ( )  $t = 3$  h a  $t = 5$  h
- ( )  $t = 5$  h a  $t = 7$  h
- ( )  $t = 7$  h a  $t = 11$  h
- ( )  $t = 11$  h a  $t = 13$  h
- ( )  $t = 13$  h a  $t = 15$  h

**g)** Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento com velocidade constante e diferente de zero.

- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
- $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
- $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
- $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

**h)** Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento acelerado.

- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
- $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
- $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
- $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

**i)** Marque o(s) instante(s) em que a partícula possui velocidade positiva.

- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
- $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
- $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
- $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

**j)** Marque o(s) instante(s) em que a partícula possui velocidade negativa.

- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
- $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
- $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
- $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$



**k)** Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 3 \text{ h}$  e  $t = 5 \text{ h}$ .

**l)** Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 7 \text{ h}$  e  $t = 9 \text{ h}$ .

**m)** As velocidades encontradas nas questões k) e l) são iguais? Justifique sua resposta.

**n)** Invente uma história que descreva o movimento representado pelo gráfico.

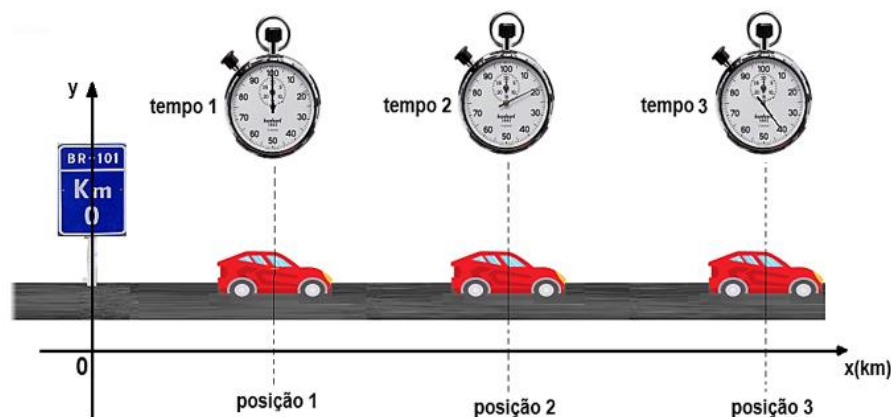
## APÊNDICE B – ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	 <p style="font-size: small;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE

As atividades práticas no estudo da cinemática exigem a medida de posição e instante de tempo. Estudar um determinado movimento é saber utilizar um sistema de coordenadas para localizar o objeto a partir de um referencial pré-determinado e comparar as posições assumidas com a passagem do tempo. Temos alguns meios que nos possibilitam a obtenção dessas informações. Nesse momento, conheceremos dois deles: o método estroboscópico e a videoanálise.

Figura 1 – Posição de um carro para três instantes de tempo tendo como referência o marco zero de uma rodovia



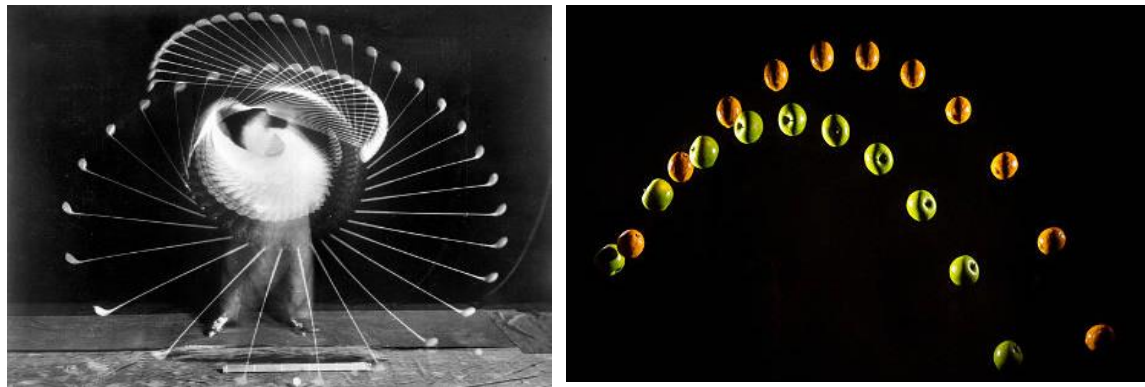
Fonte: autoria própria

#### **Fotografia estroboscópica**

O método estroboscópico foi amplamente utilizado em passado recente para medir grandezas Físicas (posição e instante de tempo) do movimento com intervalos curtos de tempo em várias aplicações no ensino da Física. O estudo do movimento por imagens estroboscópicas envolve a captura de fotografias em intervalos regulares de tempo para analisar o movimento de um objeto. Essas imagens são tiradas em intervalos de tempos iguais do movimento do objeto e, ao serem visualizadas em sequência, permitem a análise da trajetória, da posição, da velocidade e da aceleração do objeto em diferentes momentos. A velocidade média entre dois pontos pode ser calculada a partir dessas imagens, considerando os mesmos intervalos de

tempo entre elas. Além disso, as imagens estroboscópicas são utilizadas como recurso didático no ensino da Física, permitindo uma compreensão mais clara e visual do movimento de corpos.

Figura 2 – Duas imagens estroboscópicas representando movimento: a esquerda, temos o movimento representado por um jogador de golf e a direita, o lançamento oblíquo de duas frutas




Fonte: Gettyimages

Para aplicar a técnica de imagem estroboscópica, são necessários os seguintes equipamentos:

- **Câmera fotográfica digital com recurso para vídeos curtos:** Essa câmera é utilizada para capturar as imagens em intervalos regulares de tempo durante o movimento do objeto.
- **Computador:** O computador é essencial para processar as imagens capturadas e criar a representação visual do movimento.
- **Softwares gratuitos como VirtualDub e ImageJ:** Esses softwares são utilizados para processar as imagens e criar as fotografias estroboscópicas digitais do movimento.
- **Fonte de luz estroboscópica (opcional):** Em alguns casos, uma fonte de luz estroboscópica pode ser combinada com a câmera para capturar imagens estroboscópicas em ambientes com pouca iluminação.

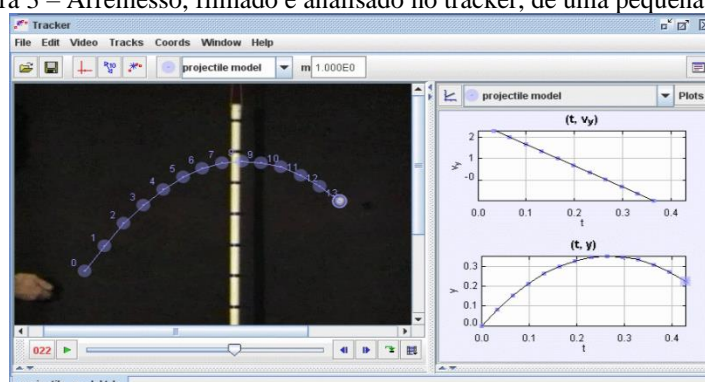
Esses equipamentos são fundamentais para a aplicação bem-sucedida da técnica de imagem estroboscópica, permitindo a análise detalhada do movimento de objetos em diferentes momentos.

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

## Videoanálise

O estudo do movimento por videoanálise envolve a utilização de vídeos para analisar e compreender o movimento de objetos. Nesse processo, os vídeos são capturados em diferentes momentos do movimento e posteriormente analisados quadro a quadro para determinar aspectos como posição, velocidade e aceleração do objeto em questão. A videoanálise permite uma análise detalhada e precisa do movimento, sendo uma ferramenta valiosa no ensino de Física para demonstrar conceitos como movimento uniforme, movimento uniformemente variado, força, trabalho e movimento circular. Através da videoanálise, é possível visualizar e interpretar o comportamento dos objetos em movimento de forma mais clara e didática, contribuindo significativamente para o aprendizado dos alunos.

Figura 3 – Arremesso, filmado e analisado no tracker, de uma pequena esfera




Fonte: Tracker, 2009

Para aplicar a técnica da videoanálise, os equipamentos necessários incluem:

- **Câmera de vídeo:** Essencial para capturar o movimento do objeto em estudo.
- **Computador:** Utilizado para processar e analisar os vídeos capturados.
- **Software de videoanálise:** Ferramentas como o Tracker Video Analysis Software são fundamentais para analisar quadro a quadro o movimento registrado.
- **Fonte de luz adequada:** Em alguns casos, uma boa iluminação é necessária para garantir a qualidade das imagens capturadas.
- **Tripé para câmera:** Ajuda a manter a estabilidade da câmera durante a filmagem.
- **Objetos de referência:** Podem ser utilizados para calibrar a escala e facilitar a análise do movimento.

Esses equipamentos são essenciais para a aplicação eficaz da técnica de videoanálise, permitindo a análise detalhada do movimento de objetos e a extração de informações cinemáticas e dinâmicas importantes.

## APÊNDICE C – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICA

	<p style="margin: 0;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Prof<sup>o</sup>:</b> _____</p> <p style="margin: 0;"><b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p style="font-size: 2em; color: red; margin: 0;"><b>MNPEF</b></p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS

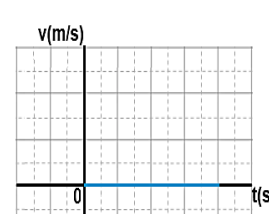
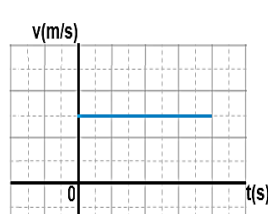
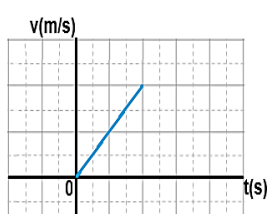
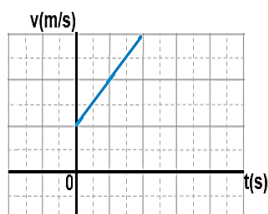
**Questões para serem respondidas de acordo com as observações feitas na imagem estroboscópica 1.**

1. A velocidade da pessoa varia no tempo? Justifique sua resposta.
2. Qual o tipo do movimento descrito na figura?  
 Movimento Uniforme – MU  
 Movimento Uniformemente Variado – MUV
3. O movimento possui aceleração? Quais informações presentes na figura você poderia usar para justificar a existência ou não de aceleração no movimento?

4. Complete a tabela com os dados retirados do gráfico.

<b>Posição(m)</b>	<b>0</b>					
<b>Tempo(s)</b>	<b>0</b>					

5. Qual a posição ocupada pela pessoa no tempo de 30 segundos?
6. Escolha entre os gráficos a seguir o que melhor representa a velocidade da pessoa com o passar do tempo



7. Desenhe o gráfico da posição em função do tempo (s x t).

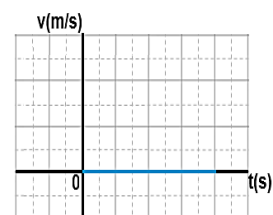
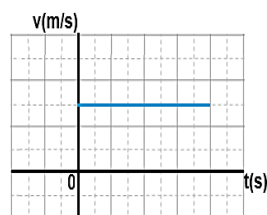
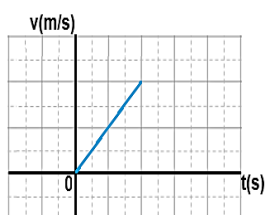
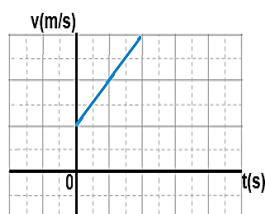
**Questões para serem respondidas de acordo com as observações feitas na imagem estroboscópica 2.**

1. A velocidade da bola varia no tempo? Justifique sua resposta.
2. Qual o tipo do movimento descrito na figura?  
 Movimento Uniforme – MU  
 Movimento Uniformemente Variado – MUV
3. O movimento possui aceleração? Quais informações presentes na figura você poderia usar para justificar a existência ou não de aceleração no movimento?

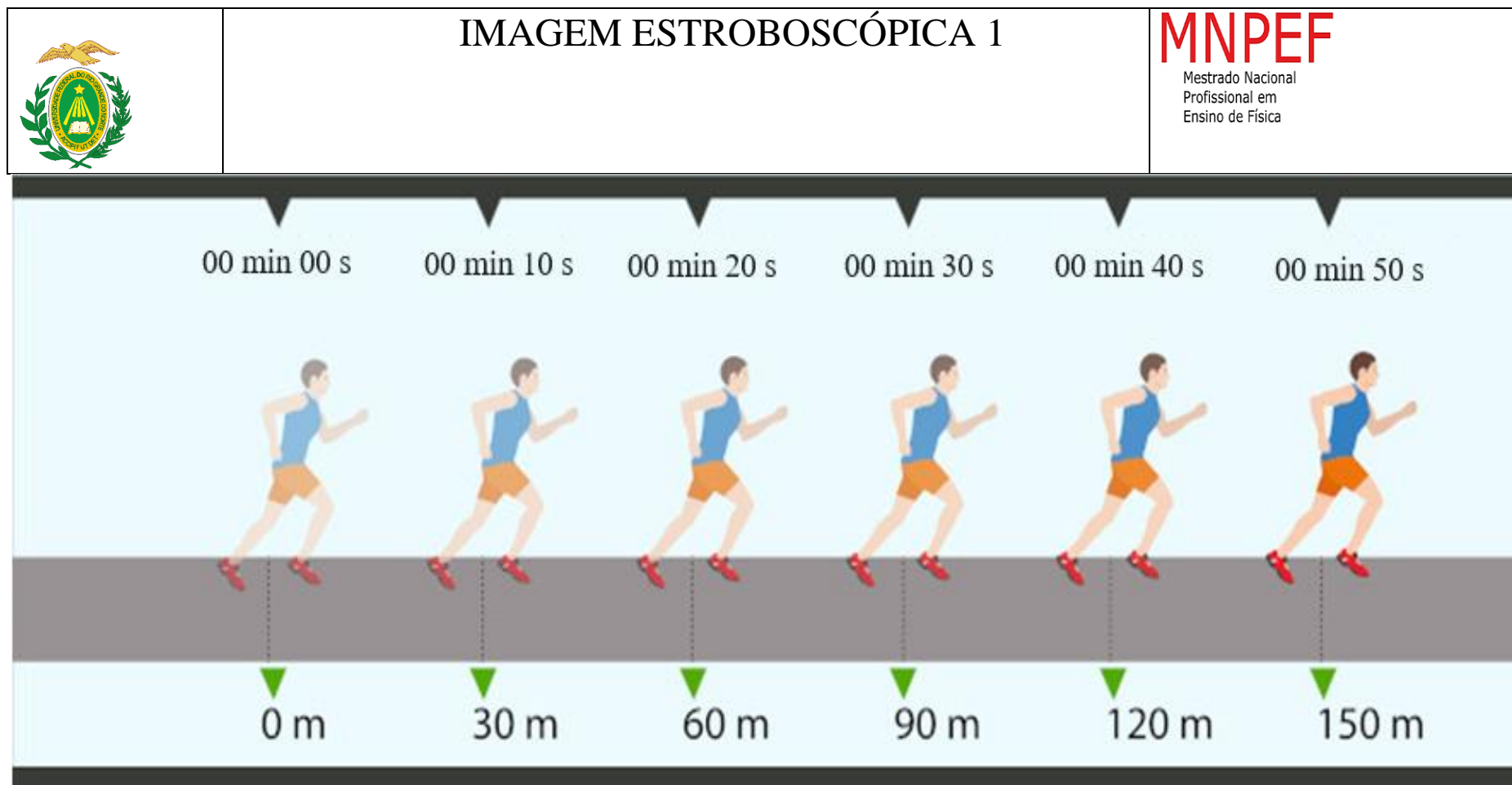
4. Complete a tabela com os dados retirados do gráfico.

Posição(cm)						
Tempo(s)						

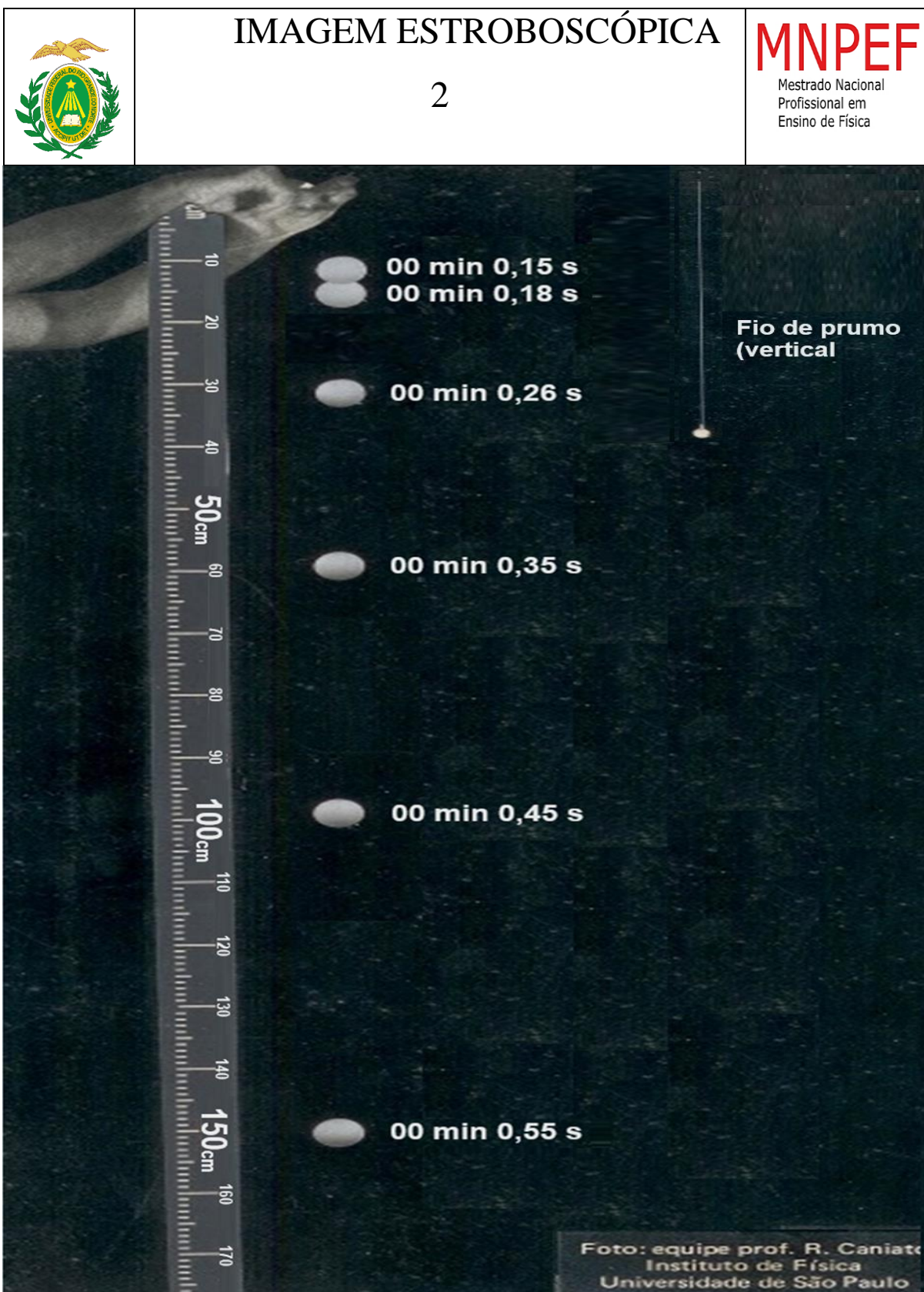
5. Qual a posição ocupada pela bola no instante final?
6. Escolha entre os gráficos a seguir o que melhor representa a velocidade da bola com o passar do tempo.



7. Desenhe o gráfico da posição em função do tempo ( $s \times t$ ).




Fonte: adaptada de Mundo Educação.



Fonte: adaptada de Caniato, 2011.

Disponível em: <https://rodolphocaniato.blogspot.com/2011/07/blog-post.html>. Acesso em: 28 mar. 2024.

## APÊNDICE D – TRACKER – MINITUTORIAL I

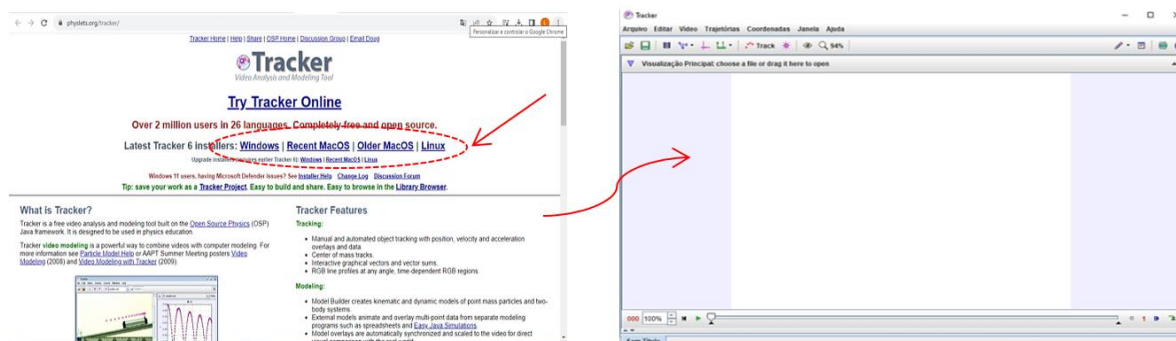
	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Prof<sup>o</sup>:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

### APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL 1

Nesse mini tutorial aprenderemos algumas funcionalidades do software Tracker, como instalar o software, executar o software no computador, abrir o vídeo, escolher o quadro inicial e final (focando no movimento) e marcar a posição quadro a quadro – ponto de massa do objeto a ser investigado. Nesse tutorial usaremos uma versão para o sistema operacional Windows.

No site do Tracker (<https://physlets.org/tracker/>), faça o download do programa correspondente à versão do seu sistema operacional, baixe e siga os passos de instalação. Após instalado, execute o programa por meio de duplo clique no ícone que se encontra na sua área de trabalho, ele deve apresentar tela inicial.

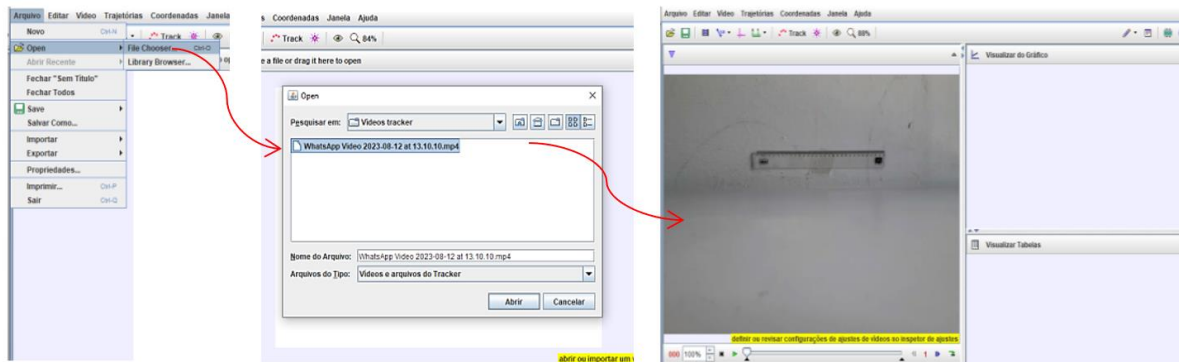
Figura 1 – Site para baixar o Traker (esquerda) e tela inicial (direita).



Fonte: autoria própria.

No menu [Arquivo], selecione abrir e, em seguida, escolha a pasta onde está o vídeo que deseja abrir.

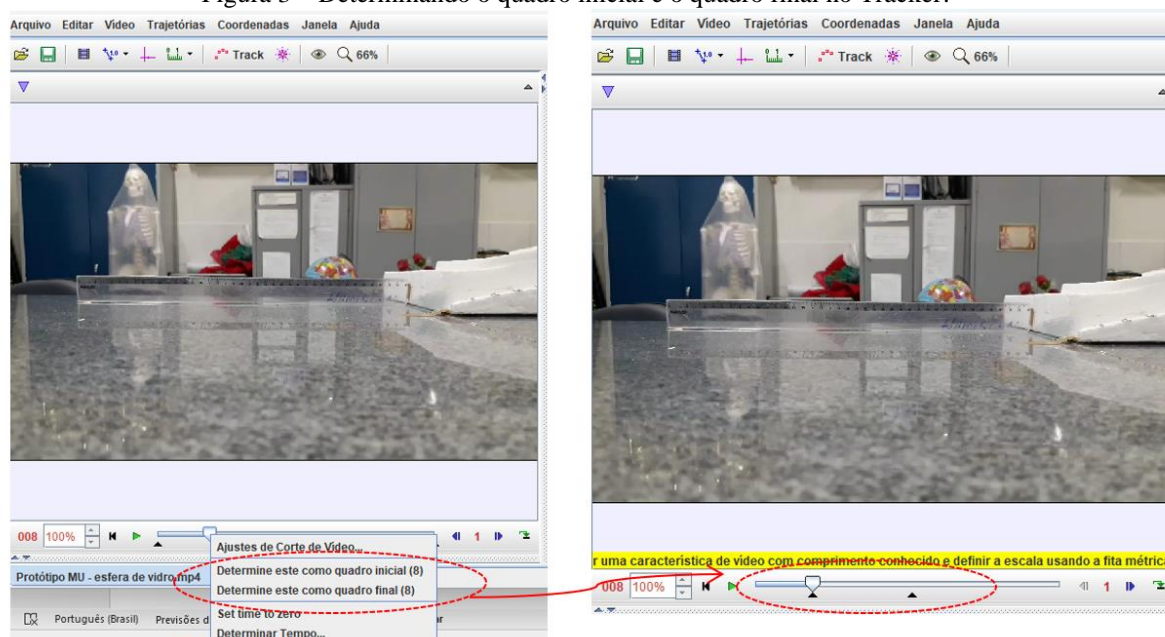
Figura 2 – Passos para abrir um vídeo no Tracker.



Fonte: autoria própria.

O vídeo escolhido será aberto e o primeiro quadro será exibido. Para exemplificar o uso do Tracker, será usado um movimento sobre uma superfície plana gravado na própria escola. Corte a animação selecionando a parte do vídeo que você quer analisar. Isso pode ser feito com a ajuda de marcadores, controles em forma de triângulos pretos que ficam abaixo da barra de rolagem de tempo do vídeo. Na posição inicial do movimento, clique com o botão direito do mouse sobre o cursor que marca o tempo do vídeo e escolha a opção “determine este como quadro inicial”. De forma semelhante, encontre o quadro final e defina esse como “determine este como quadro final”.

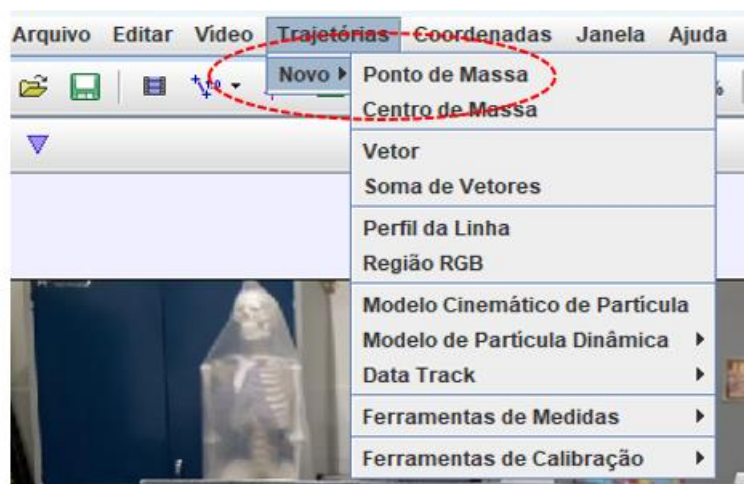
Figura 3 – Determinando o quadro inicial e o quadro final no Tracker.



Fonte: autoria própria.

Nesse momento, podemos analisar o movimento do objeto que se move no vídeo. Para marcar os pontos da trajetória, deve-se ir ao menu [Trajetórias] em “Novo” e clicar em “ponto de massa”.

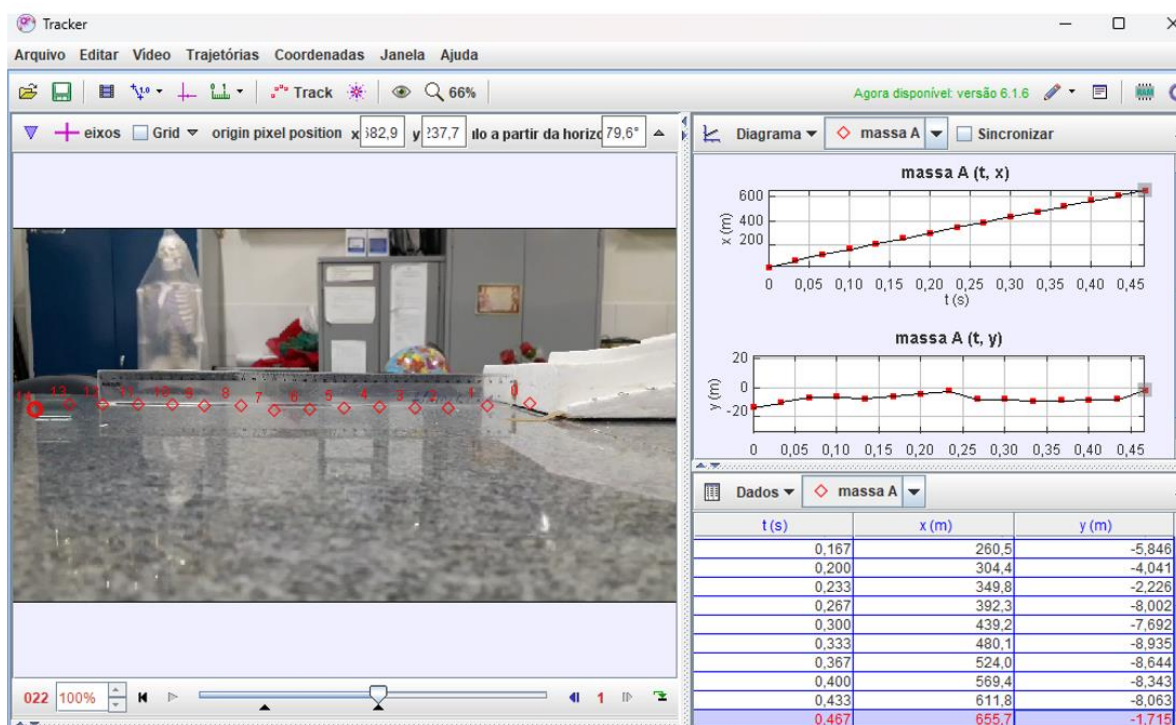
Figura 4 – Iniciando a marcação do ponto de massa.



Fonte: autoria própria

Para marcar a posição, segure a tecla “Shift” do teclado, você verá que a seta do mouse vai mudar para um quadro com uma cruz no meio. Mantenha a tecla pressionada e clique com o botão esquerdo do mouse sobre o objeto na posição que se deseja marcar. Depois de marcar a posição desejada do objeto, o Tracker avançará para o quadro seguinte, repita os passos até o último quadro ser marcado. Para marcar automaticamente as posições do objeto no vídeo, deve-se manter pressionada a tecla Shift + Ctrl.


Figura 5 – Marcação do centro de massa do objeto em cada quadro.



Fonte: autoria própria.

Note que, à medida que vamos fazendo as marcações de posição, o Tracker faz um gráfico de posição  $x$  em função do tempo e um gráfico da posição  $y$  em função do tempo automaticamente em uma janelinha à direita do vídeo. Ao mesmo tempo, uma tabela de posição e tempo é criada logo abaixo dos gráficos. Nesse momento, já é possível fazer algumas análises no movimento que se pretende estudar. No entanto, maiores detalhes desse estudo serão dados no próximo tutorial.

## APÊNDICE E – TRACKER – MINITUTORIAL 2

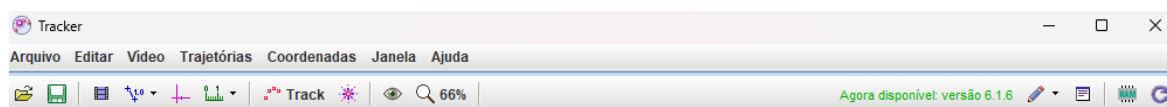
	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

### APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL 2

Nesse mini tutorial continuaremos apresentando as funcionalidades do software Tracker. Nesse tutorial 2 aprenderemos a calibrar os eixos – bastão de calibração, a inserir o sistema de coordenadas, a mudar os tipos dos gráficos, a usar as funcionalidades do ícone “control Tracker display” (formato de olho) – marcar a quantidade de pontos, numeração dos pontos, conectar os pontos com uma linha, exibir ou esconder os pontos, vetores velocidade e aceleração.

Agora, conheceremos as funcionalidades das principais ferramentas presentes na barra de tarefa. A barra de tarefas contém ferramentas úteis para uma análise quantitativa do movimento marcado, além de ferramentas de exibição de vetores.

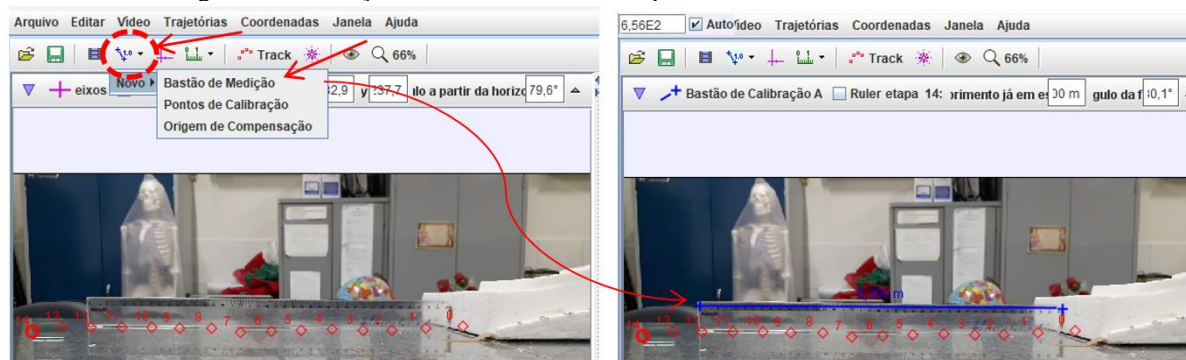
Figura 1 – Barra de tarefa do software Tracker.



Fonte: autoria própria.

Usando o ícone correspondente na barra de tarefa, podemos inserir o bastão de medição para calibrar os eixos. Ajuste a fita métrica de acordo com a distância de referência. Para fazer esse ajuste, clique com o botão esquerdo do mouse em uma das extremidades da fita e, em seguida, segure shift e clique em uma das extremidades da distância conhecida. Depois clique na outra extremidade da fita e novamente segurando shift clique na outra extremidade da distância de referência. Atribua o valor correspondente à distância.

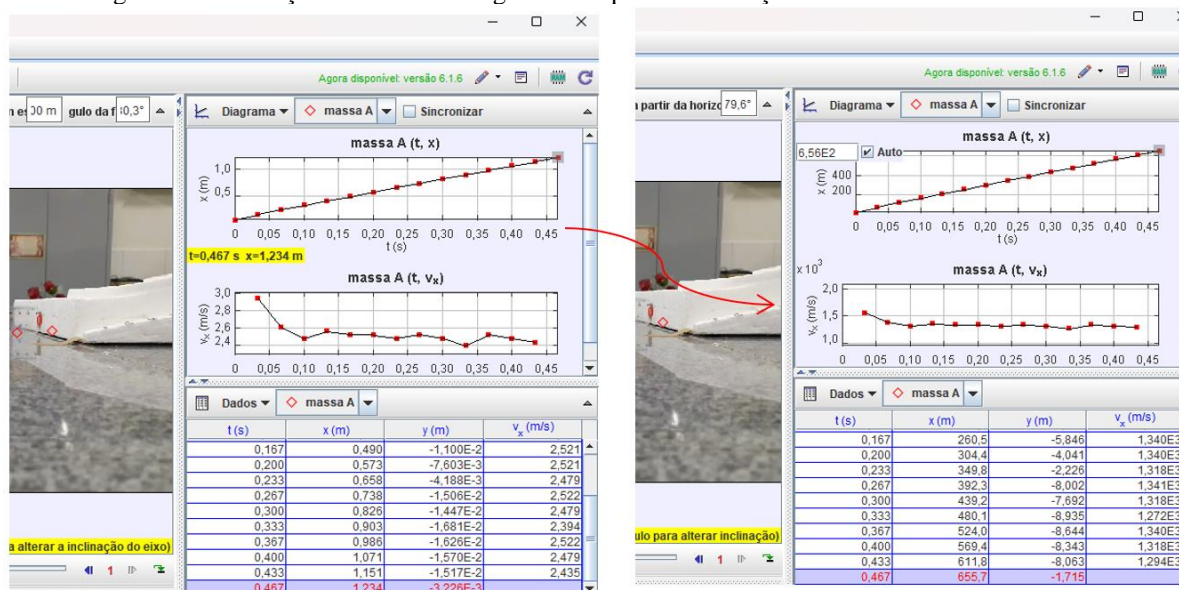
Figura 2 – Marcação da distância conhecida para calibrar os eixos cartesianos.



Fonte: autoria própria.

Observe que ao atribuir o valor para uma distância de referência, os gráficos e algumas das colunas da tabela dos dados se modificam, ficando mais próximos dos valores esperados.

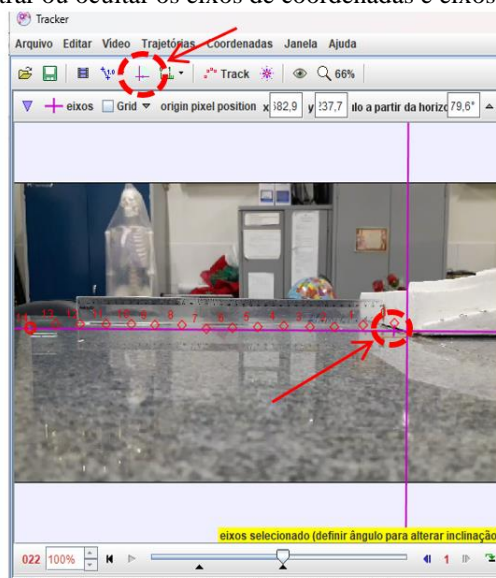
Figura 3 – Mudanças das escalas dos gráficos depois da marcação da distância de referência.



Fonte: autoria própria.

Para estabelecer um sistema de coordenadas (eixos x e y), que permitirá determinar uma origem e as posições dos objetos na tela. Clique no ícone “mostrar ou ocultar os eixos de coordenadas”, o sistema cartesiano aparecerá no centro da tela. Escolha a melhor direção para cada eixo, sabendo que o eixo que apresenta um pequeno “traço” corresponde ao eixo da coordenada x. Ao clicar e segurar essa marcação, você pode rotacionar o sistema de acordo com sua necessidade.

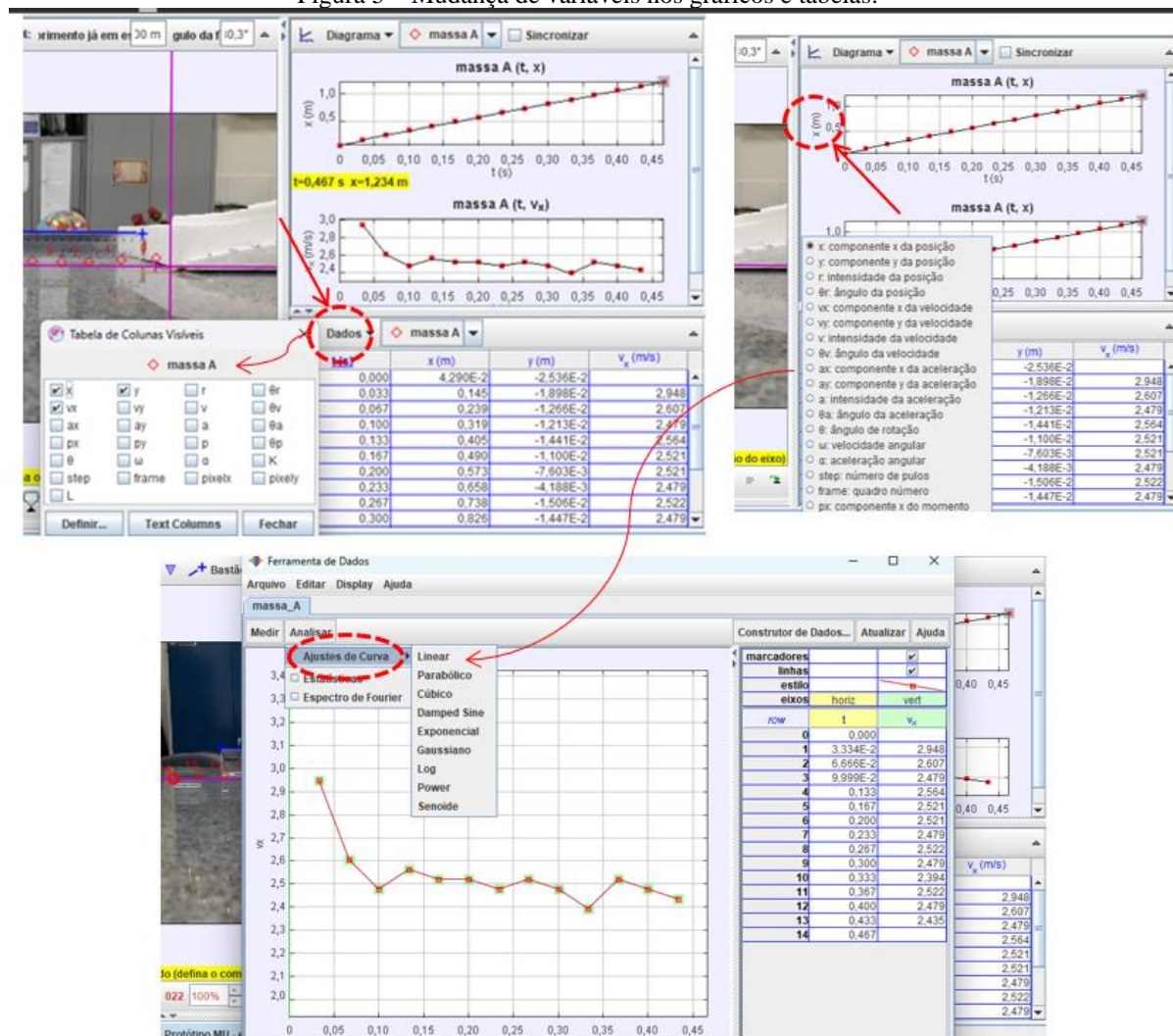
Figura 4 – Ícone para mostrar ou ocultar os eixos de coordenadas e eixos devidamente posicionados.



Fonte: autoria própria.

Para fazer uma análise mais precisa, é possível mudar as variáveis que aparecem na tabela de dados como também as variáveis presentes nos eixos dos gráficos. Em Dados, acessar a tabela de variáveis e escolher as variáveis a serem expostas. Com um clique é possível mudar a variável em cada gráfico e, com um duplo clique no gráfico, é possível fazer sua análise como ajuste de curva.

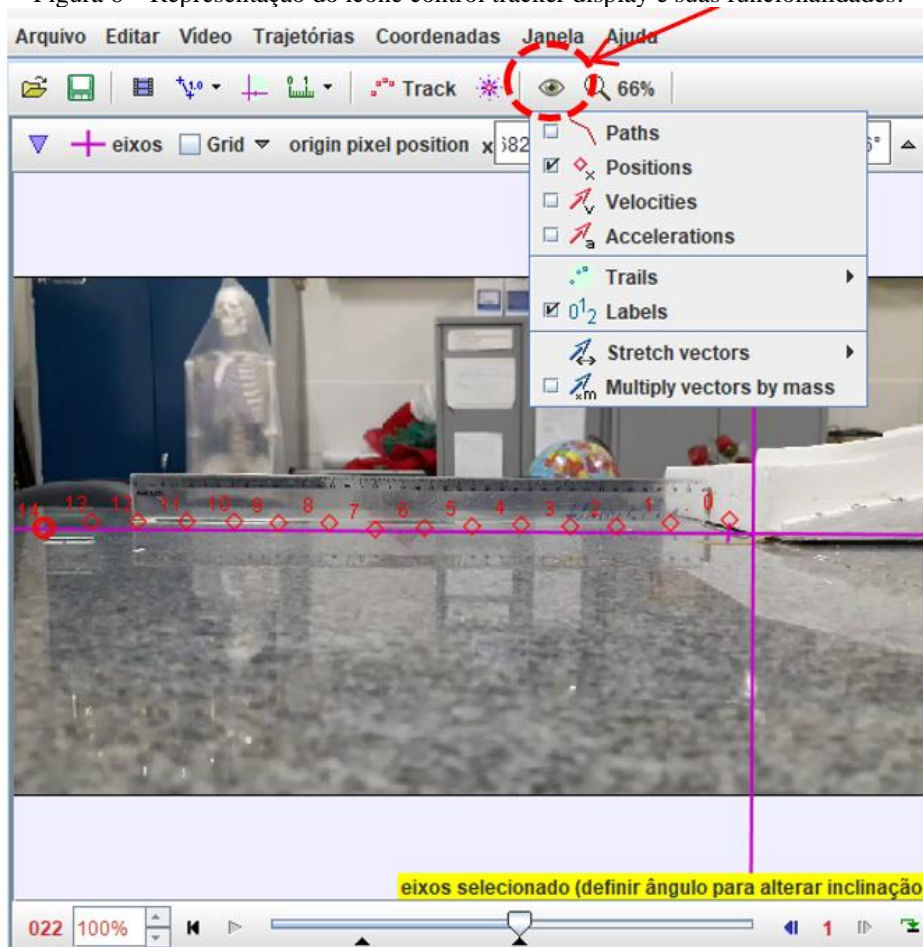
Figura 5 – Mudança de variáveis nos gráficos e tabelas.



Fonte: autoria própria.

O ícone “control tracker display” (formato de olho) contém ferramentas úteis para uma análise quantitativa do movimento marcado, além de ferramentas de exibição de vetores.

Figura 6 – Representação do ícone control tracker display e suas funcionalidades.





Fonte: autoria própria.

Obedecendo a sequência com que aparecem na imagem, temos as seguintes funcionalidades:

- ✓ Conecta os pontos da captura com uma linha.
- ✓ Exibe ou esconde as posições marcadas.
- ✓ Exibe o vetor velocidade.
- ✓ Exibe o vetor Aceleração.
- ✓ Marca a quantidade das posições da captura a serem exibidas.
- ✓ Coloca a numeração nos pontos, para saber a sequência temporal deles.
- ✓ Aumentar o comprimento dos vetores velocidade ou aceleração.

**APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES**

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	 Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física										
<p><b>AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Qual o seu sexo?  a) ( ) Masculino    b) ( ) Feminino</li> <li>Qual sua idade? _____</li> <li>Você possui computador, celular, smartphone ou tablet?  a) ( ) sim            b) ( ) Não</li> <li>Qual a finalidade de uso do seu computador, celular, smartphone ou tablet? Marque a opção que demanda o maior tempo diário de uso.  a) ( ) comunicação  b) ( ) estudar (pesquisas, vídeo aulas...)  c) ( ) entretenimento (jogar, assistir vídeos, desenhos, filmes ou séries)</li> <li>Quantas horas diárias você usa seu computador, smartphone ou tablet para entretenimento (jogar, assistir vídeos, desenhos, filmes ou séries)?  a) ( ) entre 0 e 1  b) ( ) entre 1 e 2  c) ( ) entre 2 e 3  d) ( ) entre 3 e 4  e) ( ) mais que 4</li> <li>Eu gosto de desenhos animados, filmes ou séries:  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td align="center" colspan="2"><b>Positivo</b></td> <td align="center" style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black;"> </td> <td align="center" colspan="2"><b>Negativo</b></td> </tr> <tr> <td align="center">( ) <b>Concordo totalmente</b></td> <td align="center">( ) <b>Concordo</b></td> <td align="center" style="border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black;"> </td> <td align="center">( ) <b>Discordo</b></td> <td align="center">( ) <b>Discordo totalmente</b></td> </tr> </table> </li> <li>Você assiste a desenhos, filmes e séries? Se sim, quais?  a) ( ) Não  b) ( ) Sim _____</li> <li>Você faz alguma associação dos conceitos físicos aprendidos em sala de aula com as cenas e acontecimentos presentes nos filmes, séries ou desenhos?  a) ( ) Não. Não vejo nenhuma relação  b) ( ) Sim. Percebo alguma relação, mas não sei qual o conceito físico.  c) ( ) Sim. Percebo alguma relação, mas não sei relacionar o que foi aprendido em sala com o que foi transmitido nas cenas.</li> </ol>			<b>Positivo</b>			<b>Negativo</b>		( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>		( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>
<b>Positivo</b>			<b>Negativo</b>									
( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>		( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>								

d)  Sim. Sei qual conceito físico justifica tais cenas.

**9.** Você faz algum questionamento sobre a possibilidade ou impossibilidade de alguma cena de desenho animado ocorrer na vida real?

- a)  Sim, sempre que aparece.  
 b)  Sim, em algumas cenas.  
 c)  Não, nunca havia parado pra pensar sobre isso.

**10.** Os conceitos de Física apresentados pelo professor não se aplicam as situações apresentadas nos desenhos.

<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Concordo totalmente</b>	<input type="checkbox"/> <b>Concordo</b>	⋮	<input type="checkbox"/> <b>Discordo</b>	<input type="checkbox"/> <b>Discordo totalmente</b>

**11.** Em algum desenho animado, filme ou série você já percebeu algum conceito aprendido nas aulas de Física?

- a)  Não  
 b)  Sim. Qual desenho? Qual conceito?

---



---



---

**12.** Qual das palavras abaixo define melhor a Física para você?

- a)  difícil;  
 b)  importante, pois faz parte do dia a dia;  
 c)  desnecessária;  
 d)  fácil;  
 e)

outros: \_\_\_\_\_



**13.** Você considera Física uma disciplina difícil?

- a)  Sim, porque consiste apenas em aplicar fórmulas matemáticas.  
 b)  Sim, porque os conceitos de Física apresentados pelo professor não se aplicam as situações cotidianas.  
 c)  Nem tanto, tenho apenas dificuldade em entender o problema, em compreender o que está sendo pedido.  
 d)  Nem tanto, entendo o problema, só não sei realizar os cálculos necessários.  
 e)  Não acho Física uma disciplina difícil.

**14.** O uso de desenhos animados pode ajudar na compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas de Física.

<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Concordo totalmente</b>	<input type="checkbox"/> <b>Concordo</b>	⋮	<input type="checkbox"/> <b>Discordo</b>	<input type="checkbox"/> <b>Discordo totalmente</b>

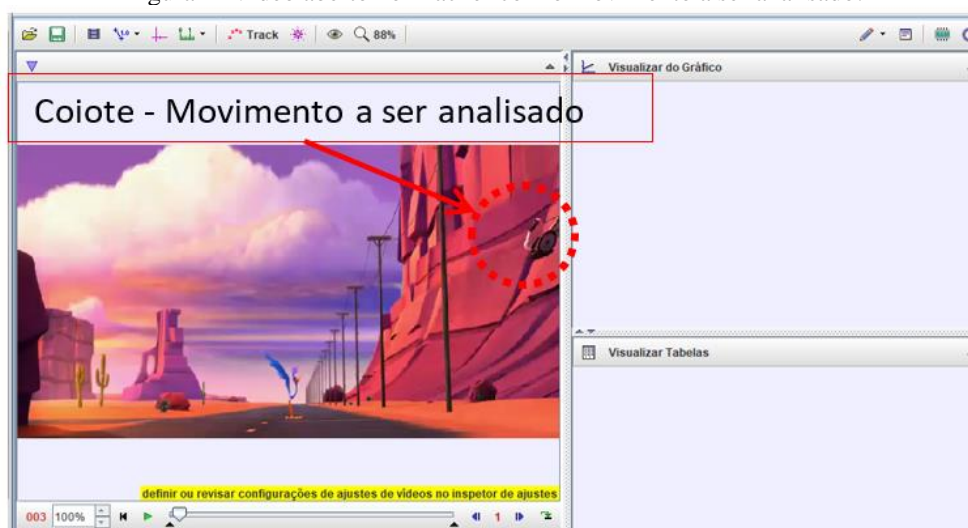
## APÊNDICE G – ROTEIRO PARA VIDEOANÁLISE NO DESENHO PAPA-LÉGUAS E COIOTE

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p><b>Profº:</b> _____</p> <p><b>Aluno(a):</b> _____</p>	 <b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Esse roteiro é destinado à análise de algumas cenas presentes no desenho Papa-Léguas e Coiote, mas pode ser aplicado em qualquer outro desenho, filme ou série. Os vídeos mencionados são pequenos (3 min 7 s e 7 min 31 s) e podem ser abertos no Tracker sem a necessidade de cortar, no entanto, mesmo pequenos podem demorar algum tempo para carregar. Para evitar a espera, o vídeo pode ser cortado próximo ao tempo de análise. A seguir temos algumas imagens demonstrando os passos iniciais para a videoanálise.

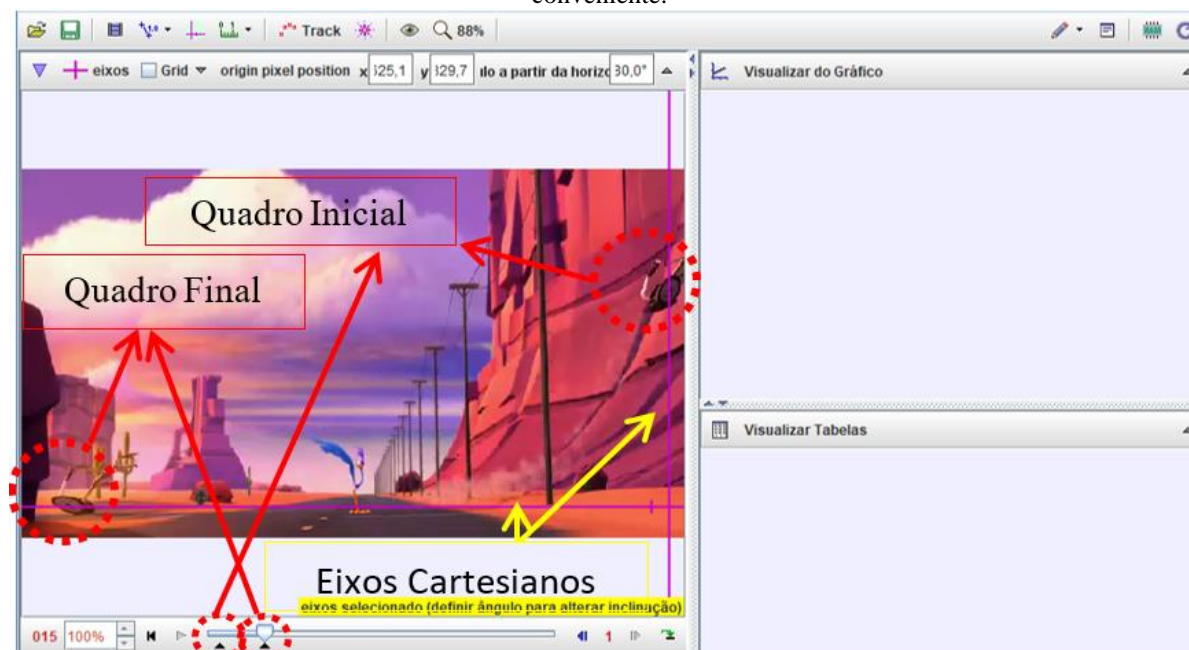
### Movimento 1 – Coiote

Figura 1- Vídeo aberto no Tracker com o movimento a ser analisado.



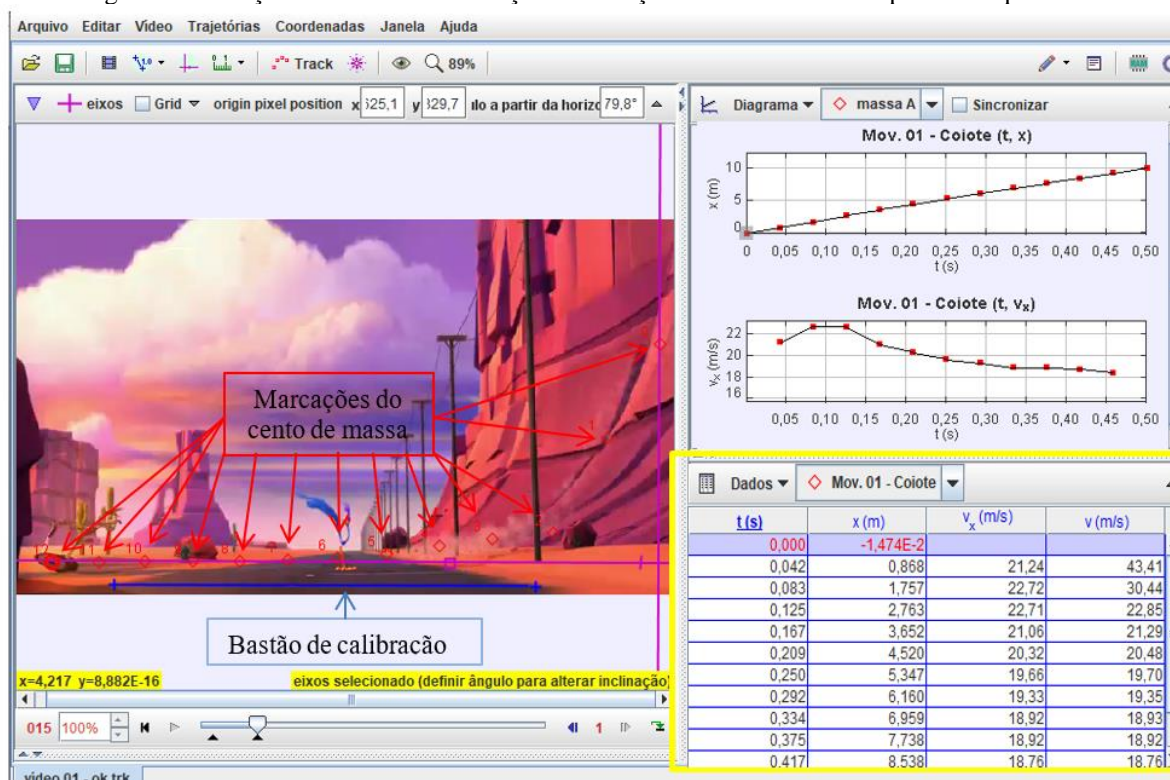
Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Marcação do quadro inicial e final, criação dos eixos de coordenadas já posicionados de forma conveniente.



Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Inserção do bastão de calibração e marcação do centro de massa para cada quadro.



Fonte: autoria própria.

### Possíveis análises para os dados e gráficos

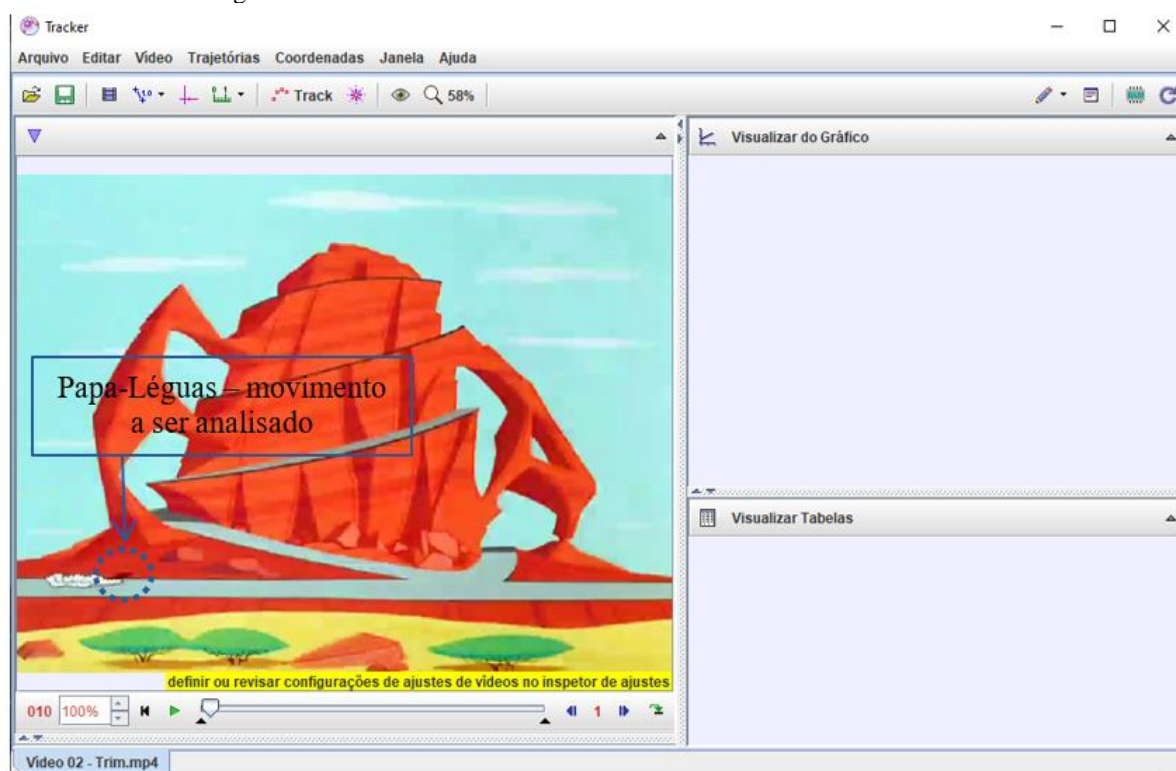
Inserida todas as ferramentas, já podemos fazer a análise dos dados. Para isso, usaremos os dados contidos no quadro amarelo da Figura 3, apresentada anteriormente. A tabela de dados foi manipulada de modo a apresentar apenas os valores de interesse, tempo (s), coordenada  $x$  (m), módulo da velocidade (m/s) e velocidade na componente  $x$  (m/s). Analisando essa tabela, podemos perceber que na posição do quadro 1 o corpo em estudo (coiote) apresenta uma velocidade na componente  $x$  de 21,24 m/s que vai diminuindo gradativamente à medida que o corpo se desloca para o último quadro (quadro 12), atingindo uma velocidade de 18,43 m/s. Tal movimento nos leva a acreditar que em momentos anteriores, onde a montanha era mais íngreme, a velocidade desse corpo era maior e foi diminuindo à medida que esse corpo ia descendo, como podemos visualizar na coluna correspondente ao módulo da velocidade. Nesse momento, podemos questionar os alunos sobre os fatores que justificaria tal redução na velocidade e o porquê desse movimento ser diferente do movimento apresentado por uma esfera descendo, sem deslizar, um plano inclinado (o professor pode chamar a atenção dos alunos sobre as forças dissipativas).

Ainda na tabela de dados, é possível perceber que, a partir do quadro 6, o corpo apresenta um movimento com pequenas variações na velocidade, mostrando que após a descida da montanha o corpo apresenta um movimento quase uniforme ao longo de uma reta. Nesse trecho do vídeo, é possível descartar a componente  $y$  e fazer uso apenas da componente  $x$  da velocidade. Esse movimento fica mais evidente observando o gráfico da velocidade  $x$  em função do tempo ( $v_x \times t$ ), abaixo na Figura 3. No primeiro gráfico, da posição em função do tempo, é possível perceber também que o corpo percorreu distâncias aproximadamente iguais para intervalos de tempo com valores próximos.

Dessa forma, podemos concluir que é possível fazer videoanálise em desenhos animados, que apesar de cômico, pode ser usado como incentivo e objetos de conhecimento para se trabalhar os conceitos iniciais de cinemática como movimento, repouso, posição, trajetória, velocidade e aceleração. Não sei se no momento de suas criações é usada alguma exigência técnica para que seus movimentos não fujam da realidade ou se foi coincidência, mas o movimento acima, analisado no desenho Papa-Léguas, apresentou características comuns aos movimentos desenvolvidos em situações reais.

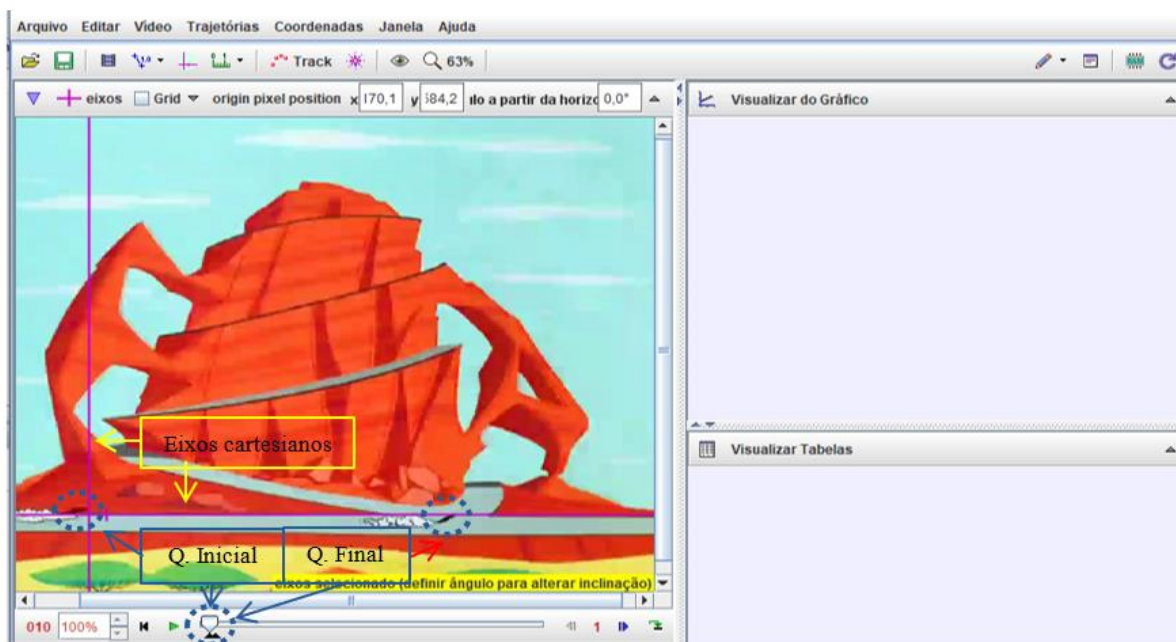
## Movimento 2 – Velocidade do Papa-Léguas

Figura 4 - Vídeo aberto no Tracker com o movimento a ser analisado.

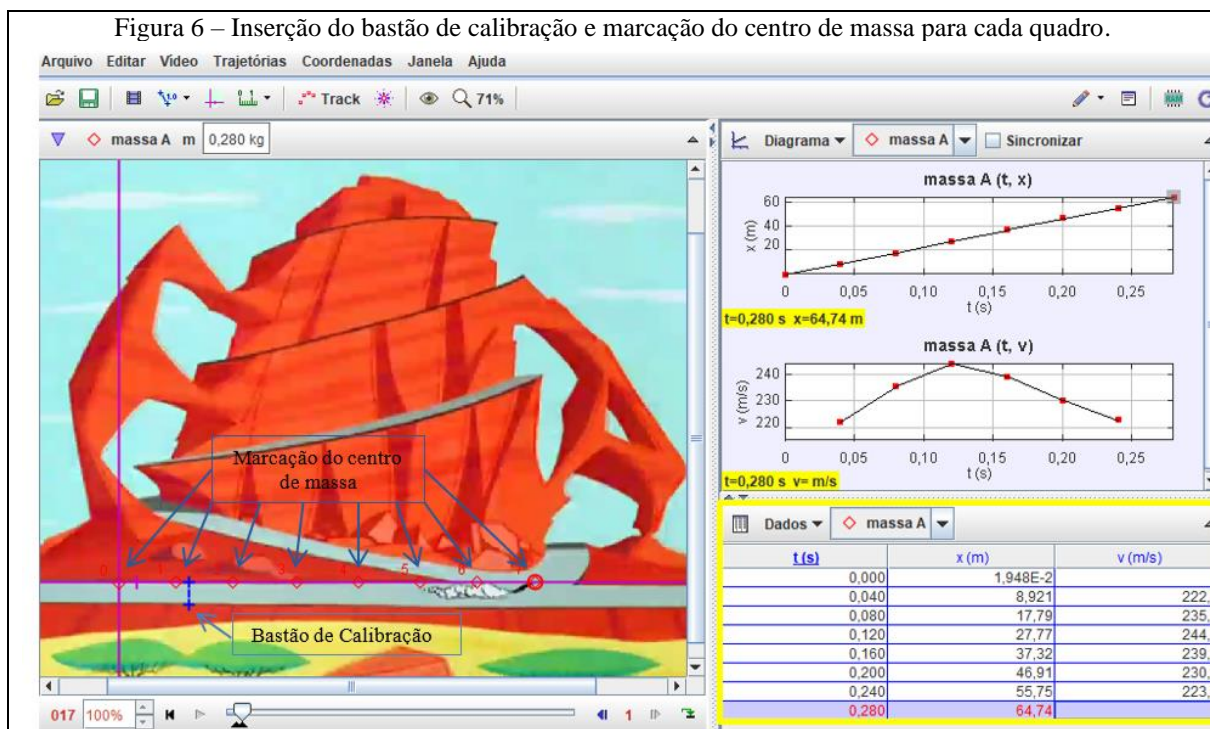


Fonte: autoria própria.

Figura 5 – Marcação do quadro inicial e final e criação dos eixos de coordenadas já posicionados de forma conveniente.



Fonte: autoria própria.

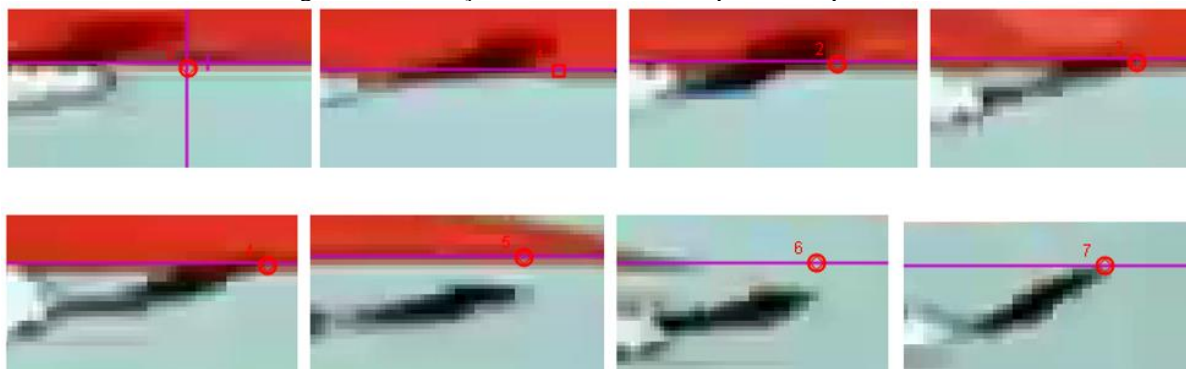


Fonte: autoria própria.

### Possíveis análises para os dados e gráficos

Nesse vídeo, a marcação do centro de massa exigiu maior atenção, visto que não temos uma imagem bem definida do Papa-Légua, temos apenas o deslocamento de uma sombra (como pode ser constatado na Figura 7). O quadro foi marcado sempre nos primeiros pixels que supostamente seriam a cabeça do personagem animado. O bastão de calibração foi posicionado na pista que, por não apresentar sinalização central, foi considerada como pertencente a um trecho de mão única com largura de 3,5 metros.

Figura 7 – Marcação do centro de massa para cada quadro.





Fonte: autoria própria.

Analisando os dados (quadro amarelo na Figura 6) é possível perceber, que para a distância selecionada, o Papa-Légua inicia seu movimento com uma velocidade mínima 222,1 m/s (primeiro quadro) e vai aumentando sua velocidade até atingir uma velocidade máxima de 244,1 m/s (terceiro quadro) na região central do percurso analisado. Essa velocidade vai diminuindo à medida que o personagem se desloca para uma região de curva, atingindo uma velocidade de 223,0 m/s. Sendo assim, é possível deduzir que o personagem animado desenvolveu uma velocidade máxima, em uma região de reta, e reduziu sua velocidade para

fazer uma curva com segurança. Esse movimento é propenso a uma discussão, visto que tal atitude (reduzir a velocidade ao fazer uma curva) é racional e comum na realidade. O gráfico da velocidade em função do tempo ( $v \times t$ ) evidencia a discussão anterior, onde é possível perceber claramente o aumento e a redução da velocidade.

Continuando com a análise dos dados, é possível concluir que a velocidade do Papa-Légua é de aproximadamente 244,1 m/s? Não temos essa confirmação, visto que esse valor pode mudar à medida que mudamos o valor de referência (Bastão de Calibração) e que em outros episódios esse personagem desenvolve velocidades comparáveis à velocidade de mísseis e foguetes. No entanto, na cena em estudo, para a distância de referência e o percurso selecionado, podemos afirmar que essa é, sim, a velocidade máxima para o Papa-Légua.

## APÊNDICE H – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p><b>Prof°:</b> _____</p> <p><b>Aluno(a):</b> _____</p>	 <p style="font-size: small;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>						
<h3 style="margin: 0;">AVALIAÇÃO PÓS-TESTE</h3> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</li>   <li>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</li>   <li>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou?</li>   <li>4. Onde você achou que entendeu melhor os conceitos de cinemática: nas aulas expositivas? Ou nas atividades deste projeto?  <input type="checkbox"/> Nas aulas expositivas      <input type="checkbox"/> Nas atividades do projeto</li>   <li>5. Antes da aplicação desse produto você fazia alguma associação dos conceitos físicos aprendidos em sala de aula com as cenas e acontecimentos presentes nos filmes, séries ou desenhos?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) <input type="checkbox"/> Não, não via nenhuma relação.</li> <li>a) <input type="checkbox"/> Não, achava que não seria possível aprender Física com desenhos animados.</li> <li>b) <input type="checkbox"/> Sim, percebia alguma relação, mas não sabia qual o conceito físico.</li> <li>c) <input type="checkbox"/> Sim, percebia alguma relação, mas não sabia relacionar o que foi aprendido em sala com o que foi transmitido nas cenas.</li> <li>d) <input type="checkbox"/> Sim, e sabia qual conceito físico justifica tais cenas.</li> </ol> </li>   <li>6. Depois da aplicação desse produto você passou a fazer algum questionamento sobre a possibilidade ou impossibilidade de alguma cena de desenho animado ocorrer na realidade?             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) <input type="checkbox"/> Sim, sempre que aparece.</li> <li>b) <input type="checkbox"/> Sim, em algumas cenas.</li> <li>c) <input type="checkbox"/> Não, não mudou em nada o meu modo de assistir.</li> </ol> </li>   <li>7. Os conceitos de Física apresentados pelo professor se aplicam as situações apresentadas nos desenhos.</li> </ol> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><b>Positivo</b></td> <td style="width: 5%; text-align: center;">⋮</td> <td style="width: 45%; text-align: center;"><b>Negativo</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">( ) <b>Concordo totalmente</b></td> <td style="text-align: center;">( ) <b>Concordo</b></td> <td style="text-align: center;">( ) <b>Discordo</b>      ( ) <b>Discordo totalmente</b></td> </tr> </table> </div>			<b>Positivo</b>	⋮	<b>Negativo</b>	( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>	( ) <b>Discordo</b> ( ) <b>Discordo totalmente</b>
<b>Positivo</b>	⋮	<b>Negativo</b>						
( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>	( ) <b>Discordo</b> ( ) <b>Discordo totalmente</b>						

8. O uso de desenhos animados pode ajudar na compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas de Física.

**Positivo**
**Negativo**

Concordo totalmente     Concordo     Discordo     Discordo totalmente

9. O gráfico a seguir representa o movimento unidimensional de uma partícula. A partir da leitura do gráfico, responda as questões abaixo:



a) Complete a tabela com os dados do gráfico:

Posição(km)		10		7,5	0				15
Tempo (h)	0		4			9	11	14	

b) A partícula para em algum instante? Justifique sua resposta.

c) Estime a distância total percorrida pela partícula entre  $t = 2$  h e  $t = 15$  h.

d) Qual foi o deslocamento da partícula entre  $t = 2$  h e  $t = 15$  h?

e) O movimento descrito pela partícula no intervalo  $t = 2$  h e  $t = 4$  h é igual ao movimento realizado no intervalo  $t = 11$  h e  $t = 15$  h? Justifique sua resposta.

f) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula esteve parada.

$t = 0$  h a  $t = 2$  h

$t = 2$  h a  $t = 4$  h

$t = 4$  h a  $t = 5$  h

$t = 5$  h a  $t = 9$  h

$t = 9$  h a  $t = 11$  h

$t = 11$  h a  $t = 15$  h

g) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento com velocidade constante e diferente de zero.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

h) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento acelerado.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

i) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula possui velocidade positiva.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

j) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula possui velocidade negativa.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

k) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 2 \text{ h}$  e  $t = 4 \text{ h}$ .

l) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 5 \text{ h}$  e  $t = 7 \text{ h}$ .

m) As velocidades encontradas nas questões k) e l) são iguais? Justifique sua resposta.

n) Invente uma história que descreva o movimento representado pelo gráfico.

**APÊNDICE I – PRODUTO EDUCACIONAL**



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 51

Leandro Deon Alves Bezerra

**PRODUTO EDUCACIONAL**

VIDEOANÁLISE DE DESENHOS ANIMADOS: UMA MANEIRA  
ALTERNATIVA PARA SE INTRODUIZIR A CINEMÁTICA

Natal  
2024

Leandro Deon Alves Bezerra

VIDEOANÁLISE DE DESENHOS ANIMADOS: UMA MANEIRA ALTERNATIVA  
PARA SE INTRODUIZIR A CINEMÁTICA

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: VIDEOANÁLISE DE DESENHOS ANIMADOS: UMA MANEIRA ALTERNATIVA PARA SE INTRODUIZIR A CINEMÁTICA, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 51 – UFRN / Natal-RN, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):  
Prof. Dr. Pedro da Cunha Ferreira

Natal  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pelos conhecimentos necessários para a conclusão deste trabalho de forma satisfatória.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela oportunidade de aperfeiçoar meus conhecimentos no ensino de Física.

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

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EDUCACIONAL .....</b>	<b>8</b>
2.1 DAVID AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	8
<b>3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>10</b>
<b>4 DESCRIÇÃO DAS AULAS.....</b>	<b>12</b>
4.1 1ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA .....	12
4.2 1ª AULA – O QUE É ESTUDO DO MOVIMENTO? – COMPARAÇÃO ENTRE ANÁLISE COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E COM SOFTWARES DE VIDEOANÁLISE.....	12
4.3 1ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO USANDO UM CONJUNTO DE IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS .....	13
4.4 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL I.....	14
4.5 2ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL I) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO.....	14
4.6 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL II.....	15
4.7 3ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL II) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO E ESTUDO DOS GRÁFICOS E TABELAS .....	15
4.8 3ª AULA – DISCUSSÃO – COMPARAÇÃO ENTRE O ESTUDO DO MOVIMENTO COM IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS E A VIDEOANÁLISE FEITA NO TRACKER.....	17
4.9 3ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES .....	17
4.10 4ª AULA – APRESENTAÇÃO DA ANIMAÇÃO – WARNER BROS CARTOON (PAPA-LÉGUAS E COIOTE).....	18
4.11 4ª AULA - DISCUSSÕES – O SOFTWARE LIVRE TRACKER E OS DESENHOS ANIMADOS.....	18
4.12 4ª AULA - DISCUSSÕES – EXIGÊNCIAS PARA A ANÁLISE DE VÍDEO EM DESENHOS ANIMADOS .....	19

4.13 4ª AULA - DISCUSSÕES – CENAS DE DESENHOS QUE PODEM SER ANALISADAS NO TRACKER.....	20
4.14 4ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – QUANTIFICAÇÃO E ESTUDO DA VELOCIDADE EM DESENHO ANIMADO (PAPA-LÉGUAS).....	21
4.15 5ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ANÁLISE DE VÍDEO DE UMA ANIMAÇÃO, FILME, SÉRIE OU DE ALGUM MOVIMENTO REALIZADO E GRAVADO PELOS ALUNOS .....	22
4.16 6ª AULA – AVALIAÇÃO – SOCIALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DA VIDEOANÁLISE FEITA PELOS ALUNOS EM UMA CENA DE FILME, SÉRIE OU DESENHO ANIMADO.....	23
4.17 6ª AULA – AVALIAÇÃO PÓS-PROPOSTA.....	23
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICAS .....</b>	<b>29</b>
<b>APÊNDICE B – ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE .....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE C – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICA... </b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICE D – TRACKER – MINITUTORIAL I.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE E – TRACKER – MINITUTORIAL II .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES.....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE G – ROTEIRO PARA VIDEOANÁLISE NO DESENHO PAPA-LÉGUAS E COIOTE .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE H – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Produto Educacional foi desenvolvido visando a uma aproximação dos conceitos de cinemática presentes nas aulas de Física, que muitas vezes se resumia a apenas modelos mentais propostos pelos professores ou até simples desenhos nos quadros brancos de esferas (ponto material) movendo-se em linha retas ou com curvas (trajetórias), com situações presentes na realidade de cada aluno.

Com os avanços tecnológicos, os laboratórios de Física estão se modernizando e se tornando cada vez mais portáteis e acessíveis aos alunos, por exemplo, o estudo do movimento anteriormente feito pela análise de um conjunto de imagens estroboscópicas está sendo gradativamente substituído pela videoanálise. Essa análise pode ser facilmente executada pelo software livre Tracker (Brown; Christian; Hanson, [2020]), que possui uma interface amigável, ajudando os alunos na manipulação dos dados e criação dos gráficos. Para Amorim (2015), o uso do Tracker no ensino de Física é promissor por sua versatilidade, pelo interesse que desperta nos estudantes e por promover uma aula mais dinâmica, além de ser gratuito.

No atual contexto social, podemos dizer que a realidade dos nossos alunos é compenetrada em meio à grande variedade de aparelhos tecnológicos (smartphone, tablet, computador, televisão) que são usados para a obtenção de informações e, na maioria das vezes, para lhes proporcionar entretenimento e diversão como assistir a desenhos, filmes e séries. Nessa perspectiva, o Produto Educacional desenvolvido pretende atuar justamente nesse momento de descontração/entretenimento, direcionando o olhar e a percepção dos estudantes para os movimentos realizados nessas animações, despertando neles questionamentos do tipo: como ocorreu tal movimento? Esse movimento é possível, segundo as leis físicas? Seria possível quantificá-lo? Em caso positivo, quais etapas são necessárias e qual ferramenta tecnológica utilizar? Espera-se que, ao término da aplicação do produto, os alunos encontrem respostas para tais questionamentos fazendo uma leitura Física de desenhos, filmes ou séries assistidas.

Esta proposta teve sua aplicação voltada para alunos que estão iniciando seus estudos e aprofundando seus conceitos científicos na disciplina de Física, pois os docentes podem cativar os alunos, desenvolvendo subsunçores que serão aperfeiçoados nos anos subsequentes, observando e conduzindo o aprendizado do aluno, dando a ele a assistência necessária para que não perca seu interesse e o gosto pelos conceitos físicos.

Percebe-se, entre os alunos que iniciam o 1º ano do Ensino Médio, certo medo, um temor em relação ao componente de Física que, muitas vezes, funciona como um bloqueio que

acaba os impedindo de compreender, em muitos casos, até a parte conceitual dos objetos de conhecimento a ser trabalhados. Por mais que nos esforcemos em propor estratégias que aproximem cada vez mais o ensino de Física à realidade dos alunos, vemos que eles estão entrando no Ensino Médio sem gostar desse componente curricular e saem com uma aversão ainda maior.

Nesse sentido, faz-se necessária uma atenção diferenciada no desenvolvimento e na aplicação de propostas nessas turmas que estão iniciando seu estudo e compreensão dos conceitos físicos para que a contextualização dos conhecimentos dessa área supere a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Paraphrasing Moreira (2000), podemos dizer que não adianta argumentar que os índices de reprovação nos primeiros conceitos de Física são consequência de falta de base dos alunos. É preciso enfrentar essa situação, recuperando esses alunos. Na próxima seção apresentaremos nossa Fundamentação Teórica Educacional.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EDUCACIONAL

Entender como se dá o processo de aquisição de novos conceitos físicos pelos alunos é o primeiro passo para se propor novas estratégias e meios que proporcionem nesses educandos um aprendizado significativo. Segundo Moreira (1999), podemos distinguir três tipos de aprendizagem, a saber: *Cognitiva* – aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, sendo esse processo conhecido como estrutura cognitiva; *Afetiva* – resultado dos sinais internos do indivíduo, podendo ser identificada com experiências, tais como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade; *Psicomotora* – envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática. Visado à formulação e o armazenamento organizado de conceitos físicos na mente do estudante, criando, dessa maneira, sua estrutura cognitiva, encontramos na teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel (2012) a fundamentação necessária para tais finalidades.

### 2.1 DAVID AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria de Ausubel (2012) é fundamentada na aprendizagem cognitiva. Nessa teoria, um novo conceito é assimilado (ancorado) em uma estrutura preexistente, definida por Ausubel como subsunçor. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (subsunçor), cabe ao professor identificar isso e ensinar considerando esse fator. Nessa teoria, as informações são armazenadas de maneira sistemática e hierárquica e os conceitos mais específicos estão relacionados com elementos gerais:

A Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo seletivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva. Estas ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes (Ausubel, 2012, p. 8).

Segundo Moreira (2021), subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. O subsunçor pode

ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica, adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes:

Conhecimentos prévios que servem como “âncoradouro” cognitivo para dar significado a novos conhecimentos, em um processo interativo, são chamados conceitos subsunçores, mas não são necessariamente conceitos. Por isso, é melhor chamá-los apenas de subsunçores. O termo âncoradouro é metafórico, ou seja, subsunçores funcionam como se fossem âncoradouros, mas o processo é interativo e nessa interação o subsunçor pode se modificar, adquirir novos significados, ficar mais rico, mais diferenciado, mais estável e ainda mais capaz de ancorar (dar significados) a novos conhecimentos (Moreira, 2021, p. 4).

A Aprendizagem Significativa, segundo Masini e Moreira (1982), é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, que já foram aprendidos e incorporados pelos alunos. Esse processo envolve a interação da nova informação com os conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Contrastando com essa aprendizagem, os autores apresentam o conceito de aprendizagem mecânica como sendo aquele em que são acrescentadas novas informações com pouco ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. O conhecimento assim estabelecido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos:

A aprendizagem mecânica é aquela em que há, na estrutura cognitiva, um armazenamento de conhecimentos de forma literal, arbitrária, sem significados, que não requer compreensão e resulta em aplicação mecânica a situações conhecidas. Contrariamente, na aprendizagem significativa há uma incorporação de conhecimentos à estrutura cognitiva de forma substantiva, não arbitrária, com significado, com compreensão, com capacidades de explicação, descrição e transferência desses conhecimentos, inclusive a situações novas (Moreira, 2021, p. 3).

Assim, podemos inferir que a aprendizagem significativa é responsável por produzir nos alunos o que Martins (2006) chama de *Conhecimento Científico*, que é quando eles sabem e aceitam os resultados científicos baseados na justificativa, compreensão e aceitação do que foi estudado, quando o conhecimento científico passa a ser aplicado e fazer sentido na vida do aluno. Já na aprendizagem mecânica, eles adquirem *Crença Científica*, que se dá quando os alunos conhecem apenas os resultados científicos com sua aceitação baseada na autoridade do professor ou do cientista. Para Martins, a fé científica é simplesmente um tipo moderno de superstição, sendo mais fácil adquiri-la do que o conhecimento científico. Na próxima seção, detalharemos nossa sequência didática.

### 3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esta proposta consiste em tentar demonstrar aos alunos que os conceitos físicos são importantes e estão presentes em qualquer situação no seu dia a dia, bastando apenas um olhar mais atencioso para perceber. Nesse sentido, tentaremos direcionar o olhar dos alunos a perceber conceitos e teorias da cinemática presentes em seus filmes e desenhos animados favoritos. Espera-se que, ao vincular os conceitos físicos com algo de que os alunos gostam, eles passem a se relacionar com os subsunçores, adquiridos durante as aulas de Física, aperfeiçoando e desenvolvendo uma aprendizagem significativa. Tais estratégias se fazem necessárias e devem ser pensadas e ensinadas para despertar o interesse dos estudantes. De acordo com Moreira (2000), devemos desenvolver novas abordagens para o ensino de Física, visto ser um erro ensinar Física sobre um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja.

Iniciaremos analisando o movimento representado por duas fotos estroboscópicas – uma com um movimento uniforme e a outra com um movimento uniformemente variado. Dessas observações, os alunos devem analisar e compreender o tipo de movimento, a relação entre tempo e posição, em seguida, construir os gráficos da posição e identificar os gráficos da velocidade em função do tempo. Em seguida, faremos uma videoanálise (utilizando o software Tracker) de uma atividade experimental e uma comparação dos resultados nela encontrados com aqueles das imagens estroboscópicas analisadas pelos alunos. Finalizaremos com a análise de cenas de desenhos animados, na qual identificaremos os conceitos trabalhados experimentalmente. A avaliação da aprendizagem é feita de forma contínua, durante todo o processo; ao término, o aluno fará a análise de uma cena de desenho ou de um vídeo gravado por ele.

Dessa forma, a sequência didática foi programada para ser desenvolvida em 6 aulas de 50 minutos cada. O Quadro 1, a seguir, apresenta um resumo da proposta a ser desenvolvida e o intervalo de tempo para cada aula. Apesar do tempo apresentado para cada aula, o professor pode fazer as adequações à sua realidade, como também escolher qual aula ou objeto de conhecimento aplicar.

Quadro 1 – Resumo da proposta e o intervalo de tempo para cada aula.

<b>Proposta de Sequência didática para se trabalhar conceitos iniciais de cinemática em desenhos animados</b>
<p><b>1ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação diagnóstica – concepções iniciais sobre cinemática (15 min)</li> <li>• O que é estudo do movimento? – Comparação entre análise com fotos estroboscópicas e com softwares de videoanálise (15 min)</li> <li>• Atividade prática – estudo do movimento usando um conjunto de imagens estroboscópicas (20 min)</li> </ul>
<p><b>2ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do Tracker – minitutorial I (10 min)</li> <li>• Atividade prática – videoanálise (tutorial I) do movimento de uma pessoa andando (25 min)</li> <li>• Apresentação do Tracker – minitutorial II (15 min)</li> </ul>
<p><b>3ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade prática – videoanálise (tutorial II) do movimento de uma pessoa andando e estudo dos gráficos e tabelas (30 min)</li> <li>• Discussão – comparação entre o estudo do movimento com imagens estroboscópicas e a videoanálise feita no Tracker (5 min)</li> <li>• Avaliação diagnóstica – identificação de possíveis abordagens físicas ao assistir a desenhos, filmes ou séries (15 min)</li> </ul>
<p><b>4ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da animação – a Warner Bros. Cartoon (Papa-Léguas e Coiote) (15 min)</li> <li>• Discussões – o software livre Tracker e os desenhos animados (5 min)</li> <li>• Discussões – exigências para a análise de vídeo em desenhos animados (5 min)</li> <li>• Discussões – cenas de desenhos que podem ser analisadas no Tracker (5 min)</li> <li>• Atividade prática – quantificação e estudo da velocidade em desenho animado (Papa-Léguas) (20 min)</li> </ul>
<p><b>5ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade prática – análise de vídeo de uma animação, filme, série ou de algum movimento realizado e gravado pelos alunos (50 min)</li> </ul>
<p><b>6ª aula – 50 minutos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação – Socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado (35 min)</li> <li>• Avaliação pós-teste (15 min)</li> </ul>

Fonte: autoria própria

## 4 DESCRIÇÃO DAS AULAS

A seguir, serão detalhadas cada aula da sequência didática proposta.

### 4.1 1ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** aplicação de uma avaliação diagnóstica (Apêndice A) para tentar identificar a presença de algum conceito físico sobre cinemática na estrutura cognitiva dos alunos.

**Procedimento:** o produto será aplicado em uma turma que já tenha visto os conceitos iniciais de cinemática. Assim, espera-se a identificação de algum subsunçor na estrutura cognitiva dos alunos. O professor deve entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** o professor pode auxiliar os alunos na interpretação da questão para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não pode interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder à avaliação e entregar o questionário para ser analisado.

### 4.2 1ª AULA – O QUE É ESTUDO DO MOVIMENTO? – COMPARAÇÃO ENTRE ANÁLISE COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E COM SOFTWARES DE VIDEOANÁLISE

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** explicar que as atividades práticas no estudo da cinemática exigem a medida de posição e instante de tempo. Entre os meios que possibilitam a obtenção dessas informações, apresentar dois: o método estroboscópio e a videoanálise (a fundamentação teórica para o estudo do movimento: fotos estroboscópicas e videoanálise está disponível no Apêndice B).

**Procedimento:** disponibilizar para cada aluno o texto introdutório que apresenta o conceito, as funcionalidades e os principais equipamentos fundamentais para a aplicação bem-sucedida da técnica de imagem estroboscópica e da videoanálise. Isso permite a análise detalhada do movimento de objetos em diferentes momentos. O professor deve fazer uma leitura compartilhada, apresentando exemplos e propondo uma discussão sobre os temas trabalhados.

**Sugestões:** parte do texto trabalhado pode ser transformado em uma apresentação de slides com imagens e ilustrações dos temas abordados.

**Avaliação:** o professor pode fazer uma avaliação contínua, ficando atento à participação, ao interesse, aos questionamentos e às respostas dadas.

#### 4.3 1ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO USANDO UM CONJUNTO DE IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS

**Tempo:** 20 minutos.

**Descrição:** disponibilizar para os alunos duas imagens estroboscópicas (as fotos usadas se encontram no Apêndice C). De posse dessas imagens, os alunos deverão fazer o estudo do movimento presente em cada uma delas: identificar o tipo de movimento realizado, quantificando valores como posição e velocidade, criar os gráficos da posição e identificar dentre as opções qual o gráfico da velocidade em função do tempo que melhor representa o movimento.

**Procedimento:** dividir a turma em pequenos grupos de 3 ou 4 componentes e disponibilizar para cada grupo duas fotos estroboscópicas (uma foto de um movimento uniforme e outra de um movimento uniformemente variado) e os questionamentos associados a cada imagem. Os alunos devem fazer o estudo dessas imagens, responder aos questionamentos e devolver os questionários ao professor.

**Sugestões:** instruir os alunos sobre a obtenção de dados a partir da leitura da fotografia estroboscópica antes do início da atividade, ou seja, pode-se considerar que a fotografia tem seu próprio relógio, em que cada posição do corpo está associada ao instante de tempo determinado pela frequência de filmagem mostrada na própria figura.

**Avaliação:** fazer uma avaliação contínua, ficando atento à participação e à interação entre os grupos.

#### 4.4 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL I

**Tempo:** 10 minutos.

**Descrição:** este minitutorial (Apêndice D) é o primeiro contato dos alunos com o software Tracker. Visa à compreensão de algumas funcionalidades iniciais: instalar e executar o programa no computador, abrir o vídeo, escolher o quadro inicial e final (focando no movimento) e marcar a posição quadro a quadro – ponto de massa do objeto a ser investigado. Nesse tutorial, usaremos uma versão para o sistema operacional Windows.

**Procedimento:** disponibilizar uma cópia do tutorial para cada aluno, que pode ser consultado nos momentos de dúvidas ou esquecimento de alguma funcionalidade. A leitura do tutorial deve ser feita de forma coletiva com o professor exemplificando e tirando as dúvidas dos alunos.

**Sugestões:** usar um projetor para abrir o programa Tracker e mostrar as funcionalidades no programa à medida que vai lendo no tutorial.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.5 2ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL I) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO

**Tempo:** 25 minutos.

**Descrição:** filmar o movimento de uma pessoa andando na sala. Importar esse vídeo no Tracker e realizar os passos aprendidos no tutorial I.

**Procedimento:** inicialmente, propor à turma a realização de uma atividade prática. Estudar o movimento de uma pessoa andando em linha reta na sala. Solicitar a participação de dois alunos: um realizará uma caminhada de um lado ao outro da sala e o segundo deve se posicionar a 90° de onde o movimento será realizado e, usando seu smartphone, filmar esse movimento (com a câmera fixa). A distância conhecida que será usada pelo Tracker para calibrar os eixos cartesianos é a altura do aluno. Finalizada a atividade, a filmagem deve ser importada para o Tracker e realizado os passos aprendidos no minitutorial I.

**Sugestões:** usar um vídeo previamente gravado (diferente do usado pelos alunos) e realizar os passos aprendidos no tutorial I, projetando, como exemplo, para toda a turma.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.6 2ª AULA – APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL II

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** nesse minitutorial (Apêndice E), apresenta mais funcionalidades do software Tracker. No tutorial II, será explicado como calibrar os eixos – bastão de calibração; inserir o sistema de coordenadas; mudar os tipos dos gráficos; usar as funcionalidades do ícone “control tracker display” (formato de olho) – marcar a quantidade de pontos, numerar os pontos, conectar os pontos com uma linha, exibir ou esconder os pontos, vetores velocidade e aceleração.

**Procedimento:** disponibilizar uma cópia do tutorial para cada aluno, que pode ser consultado nos momentos de dúvidas ou esquecimento de alguma funcionalidade. A leitura do tutorial deve ser feita de forma coletiva com o professor exemplificando e tirando as dúvidas dos alunos.

**Sugestões:** usar um projetor para abrir o programa Tracker e mostrar as funcionalidades no programa à medida que vai lendo no tutorial.

**Avaliação:** contínua.

#### 4.7 3ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – VIDEOANÁLISE (TUTORIAL II) DO MOVIMENTO DE UMA PESSOA ANDANDO E ESTUDO DOS GRÁFICOS E TABELAS

**Tempo:** 30 minutos.

**Descrição:** usar o vídeo filmado na atividade anterior para aplicar os passos aprendidos no minitutorial II e fazer o estudo do movimento.

**Procedimento:** o aluno deve usar o vídeo gravado anteriormente e complementar as informações aprendidas no tutorial I com as informações aprendidas no tutorial II. Depois de todos os dados ser inseridos no Tracker, o aluno, em conjunto com o professor, deve fazer o estudo do movimento filmado, de modo a identificar o tipo de movimento e analisar seus gráficos e dados apresentados.

Preenchidos todos os passos de inserção de informações no Tracker, parte-se para a análise dos dados. Inicialmente, na *Tabela de Colunas Visíveis*, o professor marca apenas o eixo x para serem exibidos apenas os dados do tempo e da coordenada x, em seguida, analisam-se

esses dados. Depois, marca a componente  $x$  da velocidade ( $v_x$ ) e analisam-se esses valores, chegando a uma conclusão sobre o movimento realizado pelo aluno (verificar quais trechos do movimento se assemelham a um MU ou a um MUV).

Analisados os dados, o professor pode partir para a análise gráfica. O Tracker já disponibiliza a visualização de dois gráficos. O professor pode fazer uma associação entre os trechos presentes no gráfico com seus respectivos pontos presentes na tabela e no movimento realizado pelo aluno. Deve-se alterar as variáveis em cada eixo cartesiano de modo a ficar com um gráfico da posição em função do tempo ( $s \times t$ ) e o outro da velocidade  $x$  em função do tempo ( $v_x \times t$ ), analisando esses e verificando se eles confirmam as conclusões tiradas a partir dos dados da tabela. Com um duplo clique no gráfico, é possível fazer uma análise mais detalhada, como o ajuste de curva. Na caixa de diálogo que aparece (com o gráfico ampliado), deve-se clicar em analisar e, em seguida, em ajuste de curva e escolher o ajuste que melhor se acomoda ao gráfico em estudo. Observar as equações de ajuste fornecidas pelo Tracker e, em conjunto com os alunos, analisar seus parâmetros, concluindo se a equação fornecida para cada gráfico atende de forma satisfatória ao movimento analisado.

Na barra de tarefa, clicar no ícone *control Tracker display* (formato de olho) e marcar a ferramenta que possibilita a ligação de todos os pontos por uma linha. Essa ferramenta permite aos alunos a visualização da trajetória do movimento realizado em sala. Comparar o gráfico da posição em função do tempo com a trajetória descrita no vídeo. Muitos estudantes interpretam esses gráficos como se fossem trajetórias de objetos em movimento. Essa comparação pode ajudar os alunos na interpretação e no entendimento dessa dúvida conceitual.

**Sugestões:** usar o mesmo vídeo da atividade anterior e realizar os passos aprendidos no tutorial II projetando para toda a turma. No momento de analisar os gráficos, o professor pode usar questões motivadoras, como as apresentadas a seguir para implementar as discussões:

- Em qual(is) instante(s) o estudante está na origem?
- Qual a posição do estudante no instante  $t$  (o professor escolhe)?
- Qual a posição mais afastada da origem? Em qual instante isso ocorreu?
- Qual a distância total percorrida?
- Qual o deslocamento entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ ?
- Em qual intervalo sua velocidade é positiva?
- Em qual intervalo sua velocidade é negativa?
- O estudante se encontra parado em algum instante?
- Em qual instante o estudante possui velocidade máxima?

- Existe algum intervalo em que a velocidade é aproximadamente constante?
- Existe algum intervalo em que há aceleração?

**Avaliação:** contínua.

#### 4.8 3ª AULA – DISCUSSÃO – COMPARAÇÃO ENTRE O ESTUDO DO MOVIMENTO COM IMAGENS ESTROBOSCÓPICAS E A VIDEOANÁLISE FEITA NO TRACKER

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** comparar facilidades e dificuldades encontradas para fazer a análise do movimento entre a videoanálise e as fotos estroboscópicas.

**Procedimento:** finalizada a videoanálise do movimento do aluno andando na sala, o professor retoma algumas das informações presentes na atividade com as fotos estroboscópicas e propõe uma discussão comparando as duas técnicas utilizadas para estudar o movimento.

**Sugestões:** esse momento pode ser iniciado e conduzido pelo professor usando algumas das questões motivadoras a seguir:

- Entre os métodos estudados para analisar o movimento, de qual você mais gostou?
- Foi difícil produzir/identificar os gráficos usando as imagens estroboscópicas? E com o Tracker?

• Qual análise apresenta informações mais confiáveis: a videoanálise ou a análise feita com as fotos estroboscópicas?

- Qual o método oferece uma melhor visualização da trajetória do movimento?
- Qual método é melhor para identificar padrões e variações ao longo do tempo?
- Qual método facilita a análise do movimento em termos de extração de dados e interpretação dos resultados?

**Avaliação:** o aluno deve apresentar sua opinião respondendo às questões apresentadas pelo professor, colaborando para um momento mútuo de aprendizagem.

#### 4.9 3ª AULA – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** aplicação de uma avaliação diagnóstica (Apêndice F) para saber se algum aluno já faz algum tipo de indagação/abordagem física, relacionada ao movimento, na hora de assistir a suas produções cinematográficas.

**Procedimento:** entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** auxiliar os alunos na interpretação da questão para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder e entregar o questionário para ser analisado.

#### 4.10 4ª AULA – APRESENTAÇÃO DA ANIMAÇÃO – WARNER BROS CARTOON (PAPA-LÉGUAS E COIOTE)

**Tempo:** 15 minutos.

**Descrição:** reproduzir para os alunos a animação que apresente o movimento a ser estudado. Utilizaremos a animação *O Coiote*<sup>7</sup> e *o Papa Léguas*<sup>8</sup>, criada por Chuck Jones para os estúdios da Warner Bros, com estreia em 17 de setembro de 1949.

**Procedimento:** o professor deve apenas reproduzir a animação sem dar mais detalhes e apenas observar reação e comentários dos alunos, fazendo anotações quando necessário para auxiliar e/ou comparar com as respostas dadas aos questionamentos presentes na Avaliação Diagnóstica.

**Sugestões:** pode ser usada qualquer animação, desde que ela apresente um movimento em condições possíveis de ser analisado.

**Avaliação:** sem avaliação.

#### 4.11 4ª AULA - DISCUSSÕES – O SOFTWARE LIVRE TRACKER E OS DESENHOS ANIMADOS

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** ao término da animação, o professor iniciará uma discussão dirigida sobre os movimentos que acontecem na animação e a possibilidade de analisá-los.

<sup>7</sup> Disponível em: <https://youtu.be/dKA-dna1IwE?si=pbXR3-OnAYzGs1KE>. Acesso em: 19 nov. 2023.

<sup>8</sup> Disponível em: <https://youtu.be/N7v6Rid613c?si=8J0vJ2YkH1-wpwa4>. Acesso em: 19 nov. 2023.

**Procedimento:** iniciar a discussão fazendo alguns questionamentos que possam instigar e estimular os alunos a participar do debate. Após ouvir todas as opiniões, o professor propõe a realização do cálculo para quantificar um movimento (velocidade) da animação.

**Sugestões:** algumas questões que podem auxiliar nessa discussão:

- Houve algum movimento na animação?
- Qual tipo de velocidade você acha que o personagem adquiriu: com velocidade constante ou com velocidade variável?
- Você percebeu, em algum momento da animação, se os dois personagens apresentam a mesma velocidade? Como você chegou a essa conclusão?
- Essa velocidade seria possível segundo as leis físicas do movimento?
- Seria possível quantificar essa velocidade e compará-la com as escalas reais? Em caso positivo, qual ferramenta tecnológica utilizar e quais etapas são necessárias?

**Avaliação:** O professor pode ficar atento ao interesse e à participação dos alunos.

#### 4.12 4ª AULA - DISCUSSÕES – EXIGÊNCIAS PARA A ANÁLISE DE VÍDEO EM DESENHOS ANIMADOS

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** apresentar etapas, critérios e ferramentas tecnológicas necessárias para a análise de vídeo em desenhos animados.

**Procedimento:** mostrar para os alunos que a videoanálise de experimentos segue alguns critérios que facilitam sua análise, como: a colocação de um objeto de tamanho conhecido e a filmagem do movimento em uma única câmera. Para isso, relembrar alguns passos feitos no estudo do movimento realizado pelo aluno em sala de aula. Já em desenhos animados, o aluno deve ficar atento, pois não temos esse controle e devemos tentar encontrar movimentos com as seguintes características na cena:

- para que a coleta de dados não seja comprometida, o movimento deve ser no máximo bidimensional;
- todo movimento deve acontecer em apenas uma câmera, se possível, que esteja a 90° do movimento;
- é preciso uma grandeza de tamanho conhecido para servir de parâmetro para calibrar os eixos do programa.

**Tecnologia utilizada:**

- Software Tracker.
- Software para a manipulação dos dados (BrOffice Calc, Google Planilhas ou Microsoft Excel) opcional.
- Software ou aplicativo para cortar os vídeos (caso o vídeo tenha muitos quadros) opcional.

**Etapas:**

- escolher a animação (episódio, filme ou capítulo) com o movimento a ser investigado;
- cortar essa animação (focando no movimento de interesse) de modo a reduzir os números de quadros (esse corte pode ser feito no Tracker, mas pode demorar a carregar se o vídeo tiver muitos quadros);
  - instalar ou ter instalado o software livre Tracker;
  - importar/abrir o vídeo já cortado (ou para cortar) da animação no Tracker;
  - escolher a melhor posição para os eixos;
  - calibrar os eixos utilizando uma distância conhecida na animação;
  - escolher o ponto do objeto/personagem a ser acompanhado e identificá-lo em cada quadro;
- analisar os gráficos modificando as variáveis dos eixos conforme a necessidade.

**Sugestões:** sem sugestões.

**Avaliação:** sem avaliação.

#### 4.13 4ª AULA - DISCUSSÕES – CENAS DE DESENHOS QUE PODEM SER ANALISADAS NO TRACKER

**Tempo:** 5 minutos.

**Descrição:** questionar os alunos sobre a existência de cenas em desenhos animados com movimentos que se encaixem nas exigências anteriores e possam ser analisados.

**Procedimento:** apresentar algumas situações ou alguns questionamentos que estimulem os alunos a lembrar e compartilhar cenas presentes em seus desenhos animados, filmes ou séries com movimentos que possam ser analisados. O professor pode anotar ou sugerir que os alunos anotem, já que essas cenas poderão ser usadas na avaliação final da atividade.

**Sugestões:** caso os alunos apresentem dificuldade em expor alguma cena ou movimento, o professor pode iniciar as discussões com algumas questões motivadoras, como as sugeridas a seguir:

- Qual a velocidade do Papa-Léguas?
- Qual seria a velocidade do Flash?
- Qual o mais rápido: Sonic ou Flash?
- Com qual velocidade Thor atrai seu Mjolnir?
- Como medir a velocidade da bola, após um chute, em uma partida de futebol?
- Qual o procedimento que a polícia criminal usa para deduzir, por meio de um vídeo, a velocidade de um carro?

**Avaliação:** o professor pode ficar atento ao interesse e à participação dos alunos.

#### 4.14 4ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – QUANTIFICAÇÃO E ESTUDO DA VELOCIDADE EM DESENHO ANIMADO (PAPA-LÉGUAS)

**Tempo:** 20 minutos.

**Descrição:** analisar uma cena previamente escolhida. Para isso, o professor deve iniciar o programa Tracker, já instalado, e seguir os passos mostrados nos tutoriais para abrir o desenho animado e realizar as etapas necessárias para sua análise. No Apêndice G, o professor encontra o roteiro com uma possibilidade de videoanálise do desenho *Papa-léguas e Coiote*.

**Procedimento:** concluída a discussão sobre as curiosidades dos alunos em entender certos movimentos presentes nas produções cinematográficas assistidas por eles, retomar o desenho reproduzido em sala e questionar se eles conseguiriam identificar uma cena que se adequasse às condições apresentadas para a análise do movimento (em nosso caso, do papa-léguas). Deve-se adiantar ou pausar o vídeo nas cenas indicadas pelos alunos e apresentar os elementos que possibilitam ou não tal análise. Concluída essa parte, mostrar aos alunos qual cena será analisada e os motivos que levaram a essa escolha.

Iniciar a videoanálise nos desenhos com um movimento apresentado pelo coite no vídeo *Papa-Léguas e Coiote - Rio Raivoso*<sup>9</sup>. O movimento (encontra-se no tempo de 1 min e 56 s) executado pelo coite ao descer de uma montanha em um transporte hipersônico (um tipo de Segway) fornecido pela indústria ACME. Além dos pontos já mencionados, analisaremos também se o movimento apresenta alguma relação lógica, como aumento de velocidade durante

<sup>9</sup> Disponível em: <https://youtu.be/dKA-dna1IwE?si=pbXR3-OnAYzGs1KE>, vídeo de 3 min e 7 s.

a descida da montanha, um movimento aproximadamente uniforme após a descida ou ainda uma redução gradual da velocidade.

A segunda videoanálise será feita em uma cena do vídeo *Papa-Léguas e Coiote – Armadilhas Explosivas*<sup>10</sup>, que apresente as condições necessárias para tentarmos quantificar a velocidade do papa-léguas. A cena se encontra no tempo de 4 min 27 s, momento em que o papa-léguas está sendo perseguido pelo coiote em um carro de corrida.

Inicie o software livre Tracker e siga os passos apresentados no mini tutorial: abrir o vídeo > marcar o quadro inicial e o quadro final > criar os eixos de coordenadas e posicioná-las na posição conveniente > calibrar os eixos cartesianos com a inserção do Bastão de Medição na medida conhecida > criar o centro de massa e marcar os quadros segurando Shift > analisar os dados e os gráficos obtidos.

**Sugestões:** projetar para os alunos todos os passos para a análise dos vídeos, retomando e associando, sempre que possível, os objetos de conhecimentos iniciais da cinemática com as ferramentas do software Tracker.

**Avaliação:** ao término da atividade, solicitar que os alunos pesquisem alguma cena de desenho animado ou filme que possa ser analisada no Tracker e tragam para ser analisada na próxima aula. Caso não encontre a cena na animação, o aluno pode filmar algum movimento realizado por um dos seus colegas e trazer para ser analisado.

#### 4.15 5ª AULA – ATIVIDADE PRÁTICA – ANÁLISE DE VÍDEO DE UMA ANIMAÇÃO, FILME, SÉRIE OU DE ALGUM MOVIMENTO REALIZADO E GRAVADO PELOS ALUNOS

**Tempo:** 50 minutos

**Descrição:** dividir a turma em grupos (com três ou quatro componentes) e solicitar que eles façam a análise do movimento presente em algum vídeo, ou produzido por eles, ou de alguma animação (desenho, filme ou série) que eles apreciem. Para isso, os alunos farão uso do software livre Tracker previamente instalado em um computador ou notebook pelo professor em conjunto com eles.

**Procedimento:** iniciar a aula dividindo a turma em pequenos grupos (3 ou 4 componentes) e disponibilizar para cada grupo um computador ou notebook com o Tracker já instalado (instalação realizada no minitutorial I). Solicitar que eles escolham (entre as cenas

---

<sup>10</sup> Disponível em: <https://youtu.be/N7v6Rid613c?si=8J0vJ2YkH1-wpwa4>, vídeo de 7 min 31 s.

que eles trouxeram) um movimento, apliquem os conhecimentos aprendidos nas aulas anteriores e façam sua videoanálise.

**Sugestões:** fazer a videoanálise dos movimentos usando o software Tracker. O aluno também pode baixar e instalar o aplicativo *Videoanalisando*<sup>11</sup> no smartphone, que é um aplicativo brasileiro gratuito de videoanálise para dispositivos móveis como celulares e tablets e que utiliza o sistema operacional Android. Manual de instrução e orientações de uso podem ser encontrados no site.

Observação: essa aula pode ser realizada no contraturno, ou em casa, caso os alunos possuam computadores para uso em sua residência.

**Avaliação:** o professor pode ficar atento à participação e ao engajamento dos componentes no grupo.

#### 4.16 6ª AULA – AVALIAÇÃO – SOCIALIZAÇÃO E DISCUSSÃO DA VIDEOANÁLISE FEITA PELOS ALUNOS EM UMA CENA DE FILME, SÉRIE OU DESENHO ANIMADO

**Tempo:** 35 minutos.

**Descrição:** apresentação e socialização para a turma das principais informações aprendidas/observadas na videoanálise realizada na aula 5.

**Procedimento:** iniciar a aula questionando sobre facilidades e dificuldades encontradas pelos grupos para a videoanálise. Após a discussão coletiva, convidar cada grupo para expor de forma mais detalhada seus resultados, conclusões e até mesmo suas opiniões e dificuldades na execução da atividade. Para isso, o professor deve disponibilizar um computador conectado a um projetor de multimídia para facilitar a exposição.

**Sugestões:** observar as apresentações e, sempre que possível, tentar estabelecer uma ligação entre o que foi aprendido (conceitos físicos), o que está sendo apresentado e conhecimentos prévios dos alunos.

**Avaliação:** socialização e discussão da videoanálise feita pelos alunos em uma cena de filme, série ou desenho animado.

#### 4.17 6ª AULA – AVALIAÇÃO PÓS-PROPOSTA

**Tempo:** 15 minutos

---

<sup>11</sup> Disponível em: <http://videoanalisando.org>.

**Descrição:** aplicação de uma avaliação pós-proposta (Apêndice H) para verificar se os objetivos foram alcançados e comparar as informações fornecidas antes da proposta com as informações fornecidas depois da aplicação da proposta.

**Procedimento:** finalizar a aplicação do produto com a realização de uma avaliação pós-proposta. Com isso, é possível fazer um comparativo qualificando se houve ou não melhoras no rendimento escolar dos alunos. Ao término da apresentação dos grupos, o professor deve entregar uma avaliação para cada aluno e solicitar que eles respondam, de forma individual, respeitando o limite de tempo estabelecido, sem se preocupar se as respostas estão certas ou erradas, preocupando-se apenas em ser honestos em suas respostas.

**Sugestões:** o professor pode auxiliar os alunos na interpretação das questões para que os resultados se ajustem ao máximo à realidade, mas não pode interferir na resposta dada pelo aluno.

**Avaliação:** o aluno deve responder e entregar o questionário para ser analisado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento desse Produto Educacional, levamos em consideração as ideias construtivistas e suas aplicações no ensino de Física para tentar orientar aos professores e alunos sobre os processos de sua própria aprendizagem. Tendo em mente essas ideias, o projeto foi desenvolvido com simplicidade, baixo custo e facilidade de reprodução por parte dos professores, mas que apresenta resultados quantitativos e qualitativos satisfatórios. Utilizamos uma metodologia ativa que incentiva a ação individual e a cooperação entre os alunos, de modo a construir o conhecimento a partir de propostas que favoreçam a interação entre eles e os objetos de conhecimento.

De acordo com Ausubel (2012), o aprendizado é consolidado quando novas informações ou conceitos são relacionados a conceitos já existentes na mente do aluno. Portanto, para que os conceitos físicos sejam bem aceitos e compreendidos, é necessário que o docente encontre uma maneira de associá-los a situações cotidianas e do ambiente dos estudantes.

O produto foi desenvolvido mediante uma abordagem mais conceitual, responsável por introduzir as novas tecnologias da informação e comunicação nas práticas pedagógicas. Nessa proposta, o aluno é convidado a trazer seus desenhos animados, séries e filmes favoritos para a sala de aula, fazendo uma abordagem física, com o software Tracker, e relacionando-os com os conceitos da cinemática presentes em seus livros-texto.

A proposta é fazer o estudo do movimento usando apenas o smartphone e um computador com o software livre Tracker instalado. Nesse processo, o aluno pode ser o protagonista do seu aprendizado, identificando uma cena cinematográfica do seu agrado com movimento possível de ser analisado, fazendo a coleta e análise dos dados no Tracker.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View.** Philadelphia: Springer Science & Business Media, 2012.

AVILA, G. De Mark Twain à DC Comics: Os 70 anos de Coiote e Papa-Léguas. **Omelete**, 2019. Disponível em: <https://www.omelete.com.br/series-tv/coiote-papa-leguas-70-anos>. Acesso em: 7 ago. 2023

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 24, n. 2, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200012>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BEZERRA, J. M. B.; LIMA, J. R. T. **Ensinando Conceitos da Física Através de Inconsistências em Cenas Expostas nos Desenhos Animados.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/418>. Acesso em: 23 nov. 2023.

BORDIN, G. D. *et al.* Videoanalisando, primeiros passos. **Youtube**, 2023. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=5oa8uXk7ac0&list=PLWpru5gHkO8X-e\\_r5r3ieBDualTTrKlaj&t=21s](https://www.youtube.com/watch?v=5oa8uXk7ac0&list=PLWpru5gHkO8X-e_r5r3ieBDualTTrKlaj&t=21s). Acesso em: 19 ago. 2022.

BORDIN, G. D.: **Potencialidades de uso do Software de Videoanálise Tracker no Ensino de Física.** 2020. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5124/2/videoanalisetrapperensinofisica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BORDIN, G. D.; FRANÇA, I. H.; BEZERRA JUNIOR, A. G. Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para videoanálise: “Videoanalisando”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], n. 44, e20220058, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0058>. Acesso em: 22 nov. 2023.

BROWN, D.; CHRISTIAN, W.; HANSON, R. M. **TRACKER: Video Analysis and Modeling Tool.** [2020]. Disponível em: <https://physlets.org/tracker/>. Acesso em 12 de ago. 2023.

DANTAS, C. A. A. **Uma proposta para o ensino do movimento retilíneo uniforme utilizando fotoanálise e videoanálise.** 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física.** Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1.

KNIGHT, R. **Física 1: uma abordagem estratégica**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LEITE, S.; AUGUSTO, M. F. Chuck Jones e Tex Avery: dois subversivos pioneiros na criação de personagens animados. *In: GONÇALVES, M. M.; PEREIRA, R. M. **Cruzamento de rotas audiovisuais: cinema, televisão e streaming***. 2016. p. 131-140. Disponível em: <https://seloppgcomufmg.com.br/wp-content/uploads/2022/05/Cruzamento-de-rotas-audiovisuais-Selo-PPGCOM-UFGM.pdf#page=131>. Acesso em: 13 ago. 2023.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. *In: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino***. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xxi-xxxiv. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275832971\\_Introducao\\_a\\_historia\\_das\\_ciencias\\_e\\_seus\\_usos\\_na\\_educacao](https://www.researchgate.net/publication/275832971_Introducao_a_historia_das_ciencias_e_seus_usos_na_educacao). Acesso em: 6 jun. 2022.

MASINI, E. F. S; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, e20200451, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 20 de set. 2023.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 1999. (Capítulo 10: A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel).

NUSSENZVEIG, M. H. **Curso de Física básica, 1: mecânica**. São Paulo: Blucher, 2013

OLIVEIRA, L. P. *et al.* Divulgando e ensinando análise de vídeo em sala de aula: experimentos de mecânica com o software Tracker. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 19., 2011, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: SNEF, 2011. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0094-1.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.


SILVA NETO, M. C. **Ensinando cinemática através da análise de movimentos em vídeos de captura de games**. 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4222/Manoel%20Coelho%20da%20Silva%20Neto%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final.compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jun. 2023.

TRACKER – Videoanálise no Ensino de Física. AULA 3 - Movimento retilíneo uniforme (Tracker). **Youtube**, 2020. 1 vídeo (15 min). Disponível em: <https://youtu.be/TExHLDNH2eE>. Acesso em: 12 ago. 2023.

TRACKER BRASIL. **Grupo do Tracker da UTFPR**. [2016]. Disponível em: [https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page\\_id=24](https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page_id=24). Acesso em: 18 maio 2022.

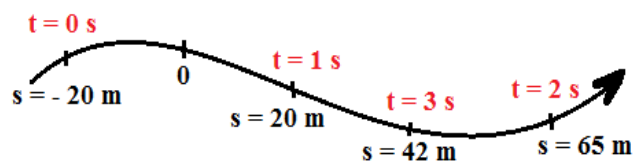
YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I**: mecânica. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

## APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

	<p style="margin: 0;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;">Profº: _____</p> <p style="margin: 0;">Aluno(a): _____</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red; margin: 0;">MNPEF</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – CONCEPÇÕES INICIAIS SOBRE CINEMÁTICA

1. Você sabe a diferença entre grandeza vetorial e grandeza escalar? Justifique.
2. Como você definiria velocidade constante?
3. Se um corpo estiver acelerando, sua velocidade aumenta ou diminui? Por quê?
4. Qual a sua maior dificuldade em aprender Física?
  - ( ) Lembrar de Fórmulas
  - ( ) Resolver exercícios
  - ( ) Compreender Conceitos
5. Quando dizemos que a velocidade de um carro é de 25 m/s, horizontal e para a direita, estamos definindo a velocidade como uma grandeza:
  - ( ) vetorial                      ( ) escalar
6. Observe na trajetória representada abaixo as posições ocupadas por um corpo que inverteu o sentido de seu movimento aos 2 segundos.



- e) Qual a posição do corpo no tempo de  $t = 0s$ ?
  - ( ) - 20 m                      ( ) 20 m                      ( ) 42 m                      ( ) 65 m
- f) Qual a posição do corpo no tempo de  $t = 2s$ ?
  - ( ) - 20 m                      ( ) 20 m                      ( ) 42 m                      ( ) 65 m
- g) Qual o maior deslocamento entre as alternativas?
  - ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 2 s$       ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 3 s$
- h) Qual a maior distância percorrida entre as alternativas?
  - ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 2 s$       ( ) entre  $t = 1 s$  e  $t = 3 s$

7. Determine a unidade de medida em cada caso:

- e) Se a velocidade média tem como unidade de medida o km/h, o tempo terá como unidade de medida o(a) \_\_\_\_\_ (km ou hora). E \_\_\_\_\_ (o tempo ou a distância) tem como unidade de medida o quilômetro.
- f) Se um corpo possui velocidade média de 70 km/h, em uma hora ele terá percorrido uma distância de 70 \_\_\_\_\_ (km ou hora).
- g) Quando o brasileiro Joaquim Cruz ganhou a medalha de ouro nas Olimpíadas de Los Angeles, correu 800 m em 100 s, desenvolvendo uma velocidade média de 8 \_\_\_\_\_ (m/s ou s/m)
- h) Se a velocidade média de um carro é de 80 km/h, ele percorrerá uma distância de 100 km em um intervalo de tempo de 1,25 \_\_\_\_\_ (km/h ou h)

8. O gráfico a seguir representa o movimento unidimensional de uma partícula. A partir da leitura do gráfico, responda as questões abaixo:





a) Complete a tabela com os dados do gráfico:

Posição(km)		25			15		12,5	15	
Tempo (h)	0		6	8		13			15

- b) A partícula para em algum instante? Justifique sua resposta.
- c) Estime a distância total percorrida pela partícula entre  $t = 3$  h e  $t = 15$  h.
- d) Qual foi o deslocamento da partícula entre  $t = 3$  h e  $t = 15$  h?
- e) O movimento descrito pela partícula no intervalo  $t = 3$  h e  $t = 5$  h é igual ao movimento realizado no intervalo  $t = 13$  h e  $t = 15$  h? Justifique sua resposta.
- f) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula esteve parada.
- ( )  $t = 0$  h a  $t = 3$  h
- ( )  $t = 3$  h a  $t = 5$  h
- ( )  $t = 5$  h a  $t = 7$  h
- ( )  $t = 7$  h a  $t = 11$  h
- ( )  $t = 11$  h a  $t = 13$  h
- ( )  $t = 13$  h a  $t = 15$  h

- g) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento com velocidade constante e diferente de zero.
- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
  - $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
  - $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
  - $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
  - $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
  - $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$
- h) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento acelerado.
- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
  - $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
  - $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
  - $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
  - $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
  - $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$
- i) Marque o(s) instante(s) em que a partícula possui velocidade positiva.
- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
  - $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
  - $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
  - $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
  - $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
  - $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$
- j) Marque o(s) instante(s) em que a partícula possui velocidade negativa.
- $t = 0 \text{ h a } t = 3 \text{ h}$
  - $t = 3 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
  - $t = 5 \text{ h a } t = 7 \text{ h}$
  - $t = 7 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
  - $t = 11 \text{ h a } t = 13 \text{ h}$
  - $t = 13 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$
- k) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 3 \text{ h}$  e  $t = 5 \text{ h}$ .
- l) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 7 \text{ h}$  e  $t = 9 \text{ h}$ .
- m) As velocidades encontradas nas questões k) e l) são iguais? Justifique sua resposta.
- n) Invente uma história que descreva o movimento representado pelo gráfico.

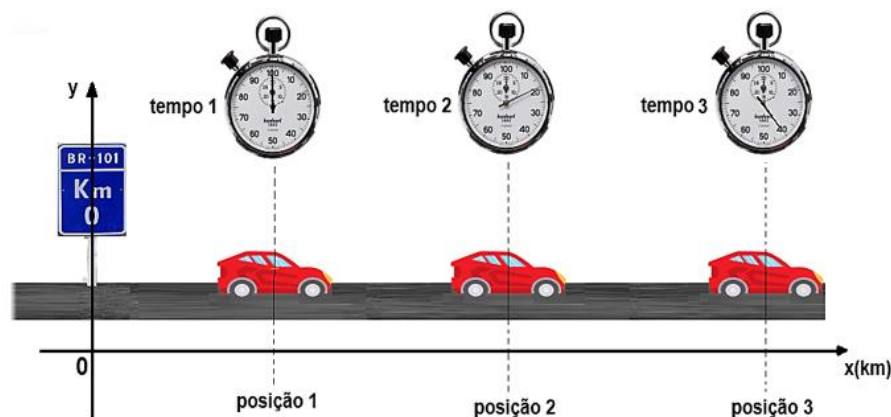
## APÊNDICE B – ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	 <p style="font-size: small;">Mestrado Nacional          Profissional em          Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ESTUDO DO MOVIMENTO: FOTOS ESTROBOSCÓPICAS E VIDEOANÁLISE

As atividades práticas no estudo da cinemática exigem a medida de posição e instante de tempo. Estudar um determinado movimento é saber utilizar um sistema de coordenadas para localizar o objeto a partir de um referencial pré-determinado e comparar as posições assumidas com a passagem do tempo. Temos alguns meios que nos possibilitam a obtenção dessas informações. Nesse momento, conheceremos dois deles: o método estroboscópico e a videoanálise.

Figura 1 – Posição de um carro para três instantes de tempo tendo como referência o marco zero de uma rodovia



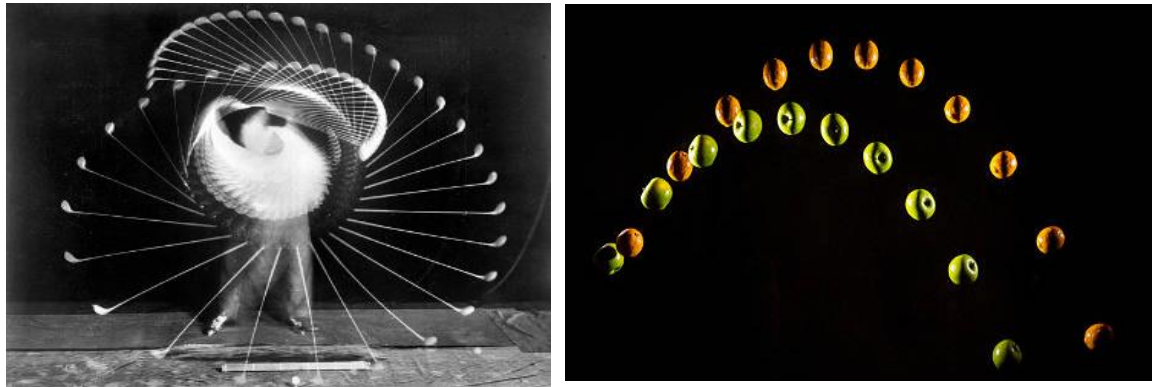
Fonte: autoria própria

#### **Fotografia estroboscópica**

O método estroboscópico foi amplamente utilizado em passado recente para medir grandezas Físicas (posição e instante de tempo) do movimento com intervalos curtos de tempo em várias aplicações no ensino da Física. O estudo do movimento por imagens estroboscópicas envolve a captura de fotografias em intervalos regulares de tempo para analisar o movimento de um objeto. Essas imagens são tiradas em intervalos de tempo iguais do movimento do objeto e, ao serem visualizadas em sequência, permitem a análise da trajetória, da posição, da velocidade e da aceleração do objeto em diferentes momentos. A velocidade média entre dois

pontos pode ser calculada a partir dessas imagens, considerando os mesmos intervalos de tempo entre elas. Além disso, as imagens estroboscópicas são utilizadas como recurso didático no ensino da Física, permitindo uma compreensão mais clara e visual do movimento de corpos.

Figura 2 – Duas imagens estroboscópicas representando movimento: a esquerda, temos o movimento representado por um jogador de golf e a direita, o lançamento oblíquo de duas frutas.




Fonte: Gettyimages.

Para aplicar a técnica de imagem estroboscópica, são necessários os seguintes equipamentos:

- **Câmera fotográfica digital com recurso para vídeos curtos:** Essa câmera é utilizada para capturar as imagens em intervalos regulares de tempo durante o movimento do objeto.
- **Computador:** O computador é essencial para processar as imagens capturadas e criar a representação visual do movimento.
- **Softwares gratuitos como VirtualDub e ImageJ:** Esses softwares são utilizados para processar as imagens e criar as fotografias estroboscópicas digitais do movimento.
- **Fonte de luz estroboscópica (opcional):** Em alguns casos, uma fonte de luz estroboscópica pode ser combinada com a câmera para capturar imagens estroboscópicas em ambientes com pouca iluminação.

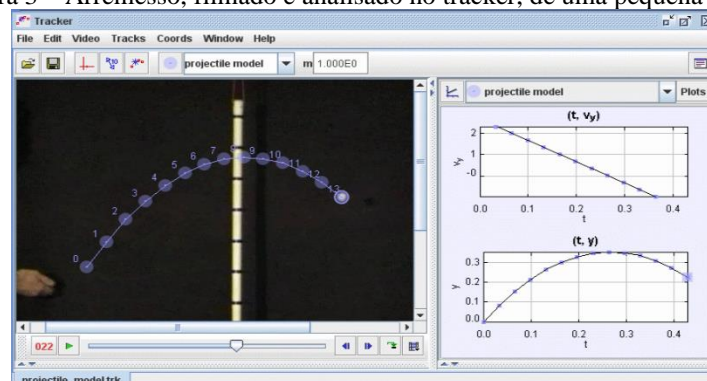
Esses equipamentos são fundamentais para a aplicação bem-sucedida da técnica de imagem estroboscópica, permitindo a análise detalhada do movimento de objetos em diferentes momentos.

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

## Videoanálise

O estudo do movimento por videoanálise envolve a utilização de vídeos para analisar e compreender o movimento de objetos. Nesse processo, os vídeos são capturados em diferentes momentos do movimento e posteriormente analisados quadro a quadro para determinar aspectos como posição, velocidade e aceleração do objeto em questão. A videoanálise permite uma análise detalhada e precisa do movimento, sendo uma ferramenta valiosa no ensino de Física para demonstrar conceitos como movimento uniforme, movimento uniformemente variado, força, trabalho e movimento circular. Através da videoanálise, é possível visualizar e interpretar o comportamento dos objetos em movimento de forma mais clara e didática, contribuindo significativamente para o aprendizado dos alunos.

Figura 3 – Arremesso, filmado e analisado no tracker, de uma pequena esfera.




Fonte: Tracker, 2009.

Para aplicar a técnica da videoanálise, os equipamentos necessários incluem:

- **Câmera de vídeo:** Essencial para capturar o movimento do objeto em estudo.
- **Computador:** Utilizado para processar e analisar os vídeos capturados.
- **Software de videoanálise:** Ferramentas como o Tracker Video Analysis Software são fundamentais para analisar quadro a quadro o movimento registrado.
- **Fonte de luz adequada:** Em alguns casos, uma boa iluminação é necessária para garantir a qualidade das imagens capturadas.
- **Tripé para câmera:** Ajuda a manter a estabilidade da câmera durante a filmagem.
- **Objetos de referência:** Podem ser utilizados para calibrar a escala e facilitar a análise do movimento.

Esses equipamentos são essenciais para a aplicação eficaz da técnica de videoanálise, permitindo a análise detalhada do movimento de objetos e a extração de informações cinemáticas e dinâmicas importantes.

**APÊNDICE C – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICA**

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

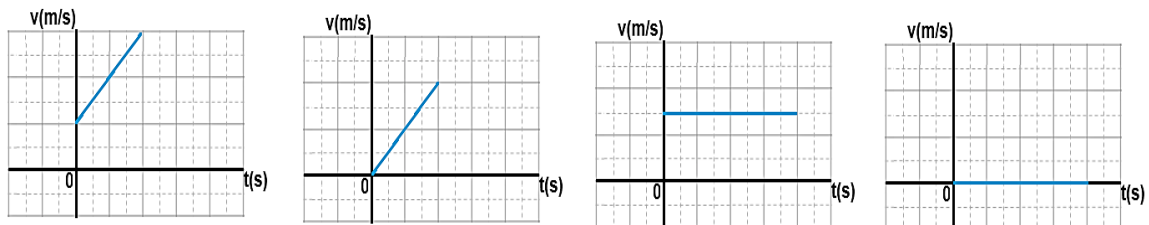
**ATIVIDADE PRÁTICA – ESTUDO DO MOVIMENTO COM FOTOS ESTROBOSCÓPICAS**

**Questões para serem respondidas de acordo com as observações feitas na imagem estroboscópica 1.**

1. A velocidade da pessoa varia no tempo? Justifique sua resposta.
  
2. Qual o tipo do movimento descrito na figura?  
 Movimento Uniforme – MU  
 Movimento Uniformemente Variado – MUV
  
3. O movimento possui aceleração? Quais informações presentes na figura você poderia usar para justificar a existência ou não de aceleração no movimento?
  
4. Complete a tabela com os dados retirados do gráfico.

<b>Posição(m)</b>	<b>0</b>					
<b>Tempo(s)</b>	<b>0</b>					

5. Qual a posição ocupada pela pessoa no tempo de 30 segundos?
  
6. Escolha entre os gráficos a seguir o que melhor representa a velocidade da pessoa com o passar do tempo



7. Desenhe o gráfico da posição em função do tempo (s x t).

**Questões para serem respondidas de acordo com as observações feitas na imagem estroboscópica 2.**

1. A velocidade da bola varia no tempo? Justifique sua resposta.

2. Qual o tipo do movimento descrito na figura?

( ) Movimento Uniforme – MU

( ) Movimento Uniformemente Variado – MUV

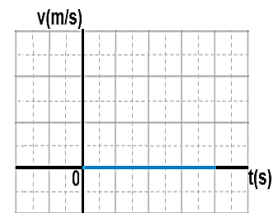
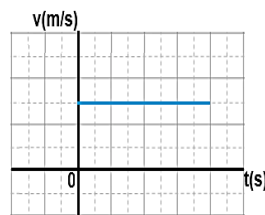
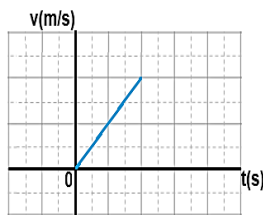
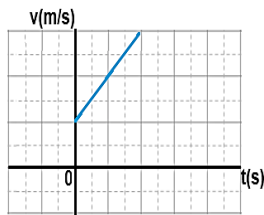
3. O movimento possui aceleração? Quais informações presentes na figura você poderia usar para justificar a existência ou não de aceleração no movimento?

4. Complete a tabela com os dados retirados do gráfico.

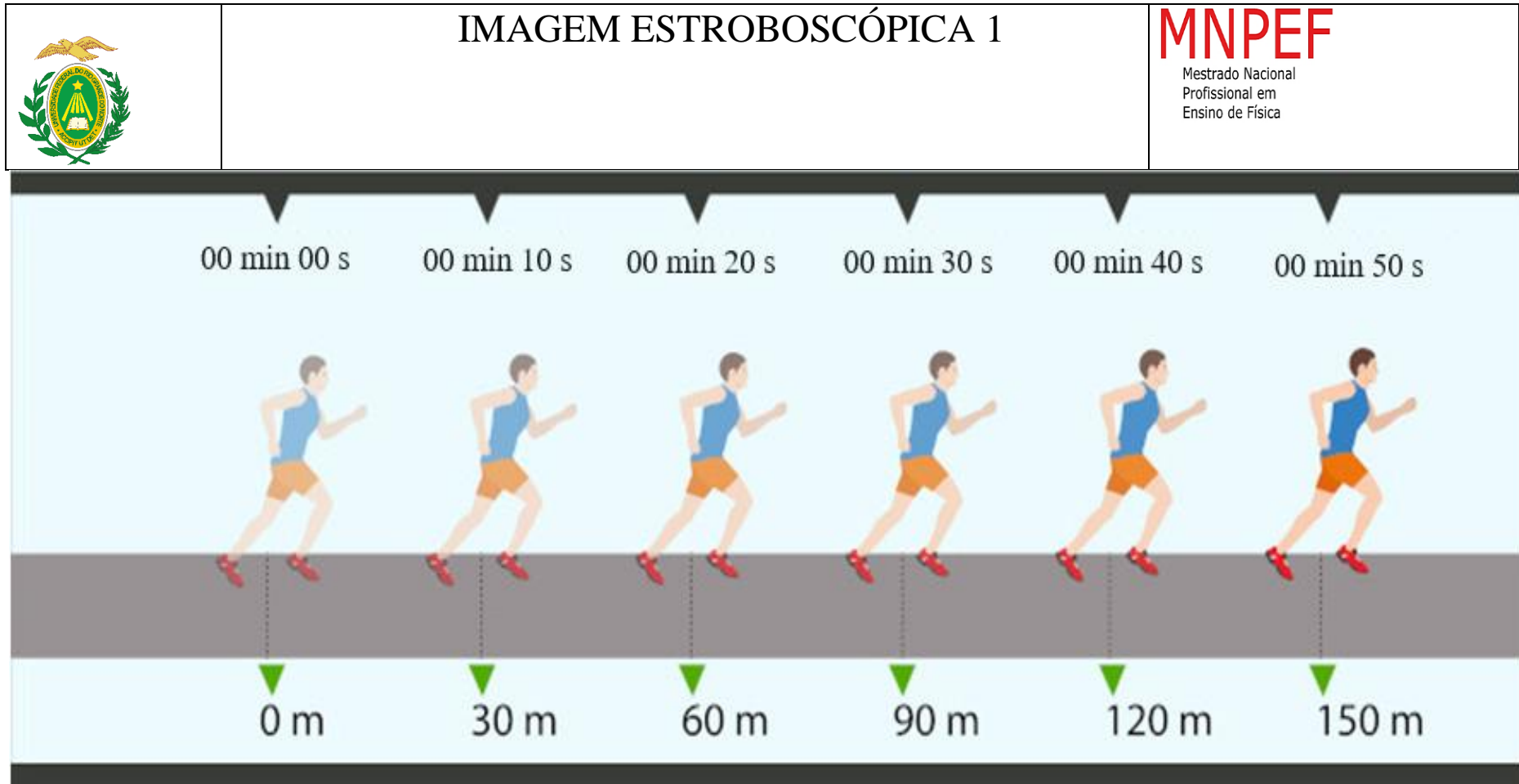
Posição(cm)						
Tempo(s)						

5. Qual a posição ocupada pela bola no instante final?

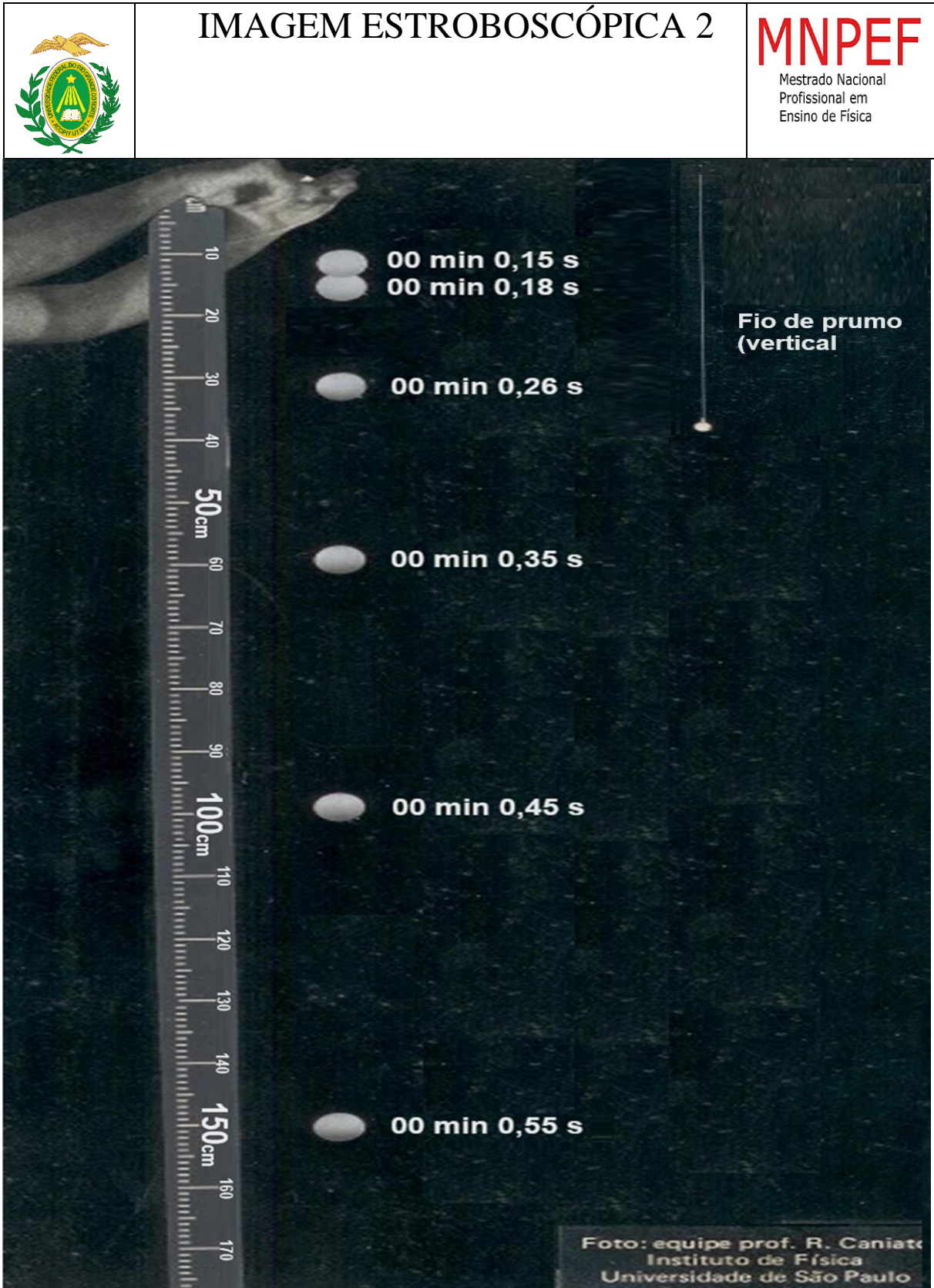
6. Escolha entre os gráficos a seguir o que melhor representa a velocidade da bola com o passar do tempo.



7. Desenhe o gráfico da posição em função do tempo (s x t).




Fonte: adaptada de Mundo Educação.



Fonte: adaptada de Caniato, 2011.

Disponível em: <https://rodolphocaniato.blogspot.com/2011/07/blog-post.html>. Acesso em: 28 mar. 2024.

## APÊNDICE D – TRACKER – MINITUTORIAL 1

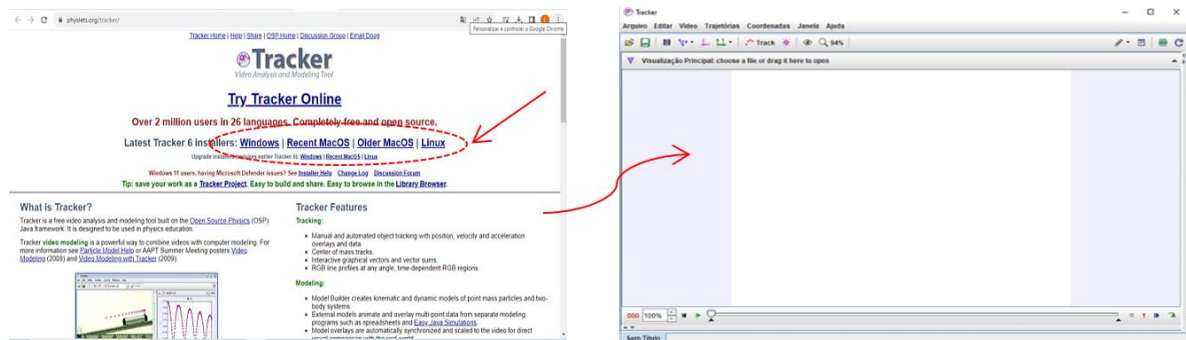
	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Prof<sup>o</sup>:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

### APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL 1

Nesse mini tutorial aprenderemos algumas funcionalidades do software Tracker, como instalar o software, executar o software no computador, abrir o vídeo, escolher o quadro inicial e final (focando no movimento) e marcar a posição quadro a quadro – ponto de massa do objeto a ser investigado. Nesse tutorial usaremos uma versão para o sistema operacional Windows.

No site do Tracker (<https://physlets.org/tracker/>), faça o download do programa correspondente à versão do seu sistema operacional, baixe e siga os passos de instalação. Após instalado, execute o programa por meio de duplo clique no ícone que se encontra na sua área de trabalho, ele deve apresentar tela inicial.

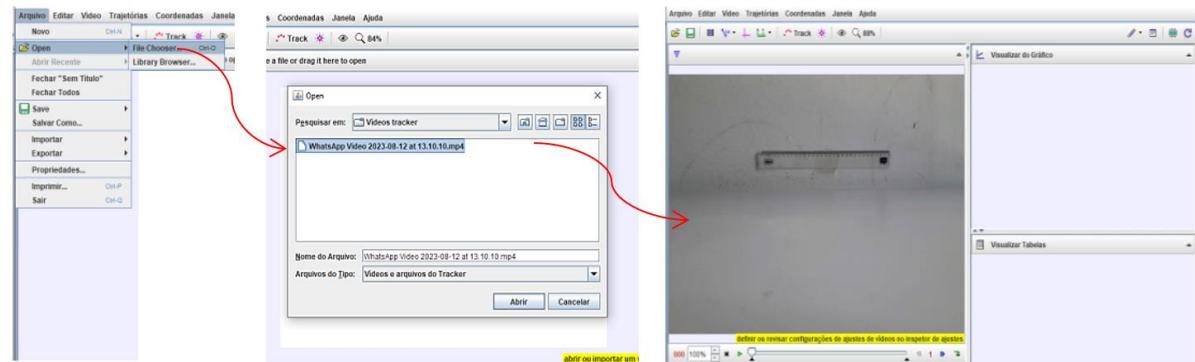
Figura 1 – Site para baixar o Traker (esquerda) e tela inicial (direita).



Fonte: autoria própria.

No menu [Arquivo], selecione abrir e, em seguida, escolha a pasta onde está o vídeo que deseja abrir.

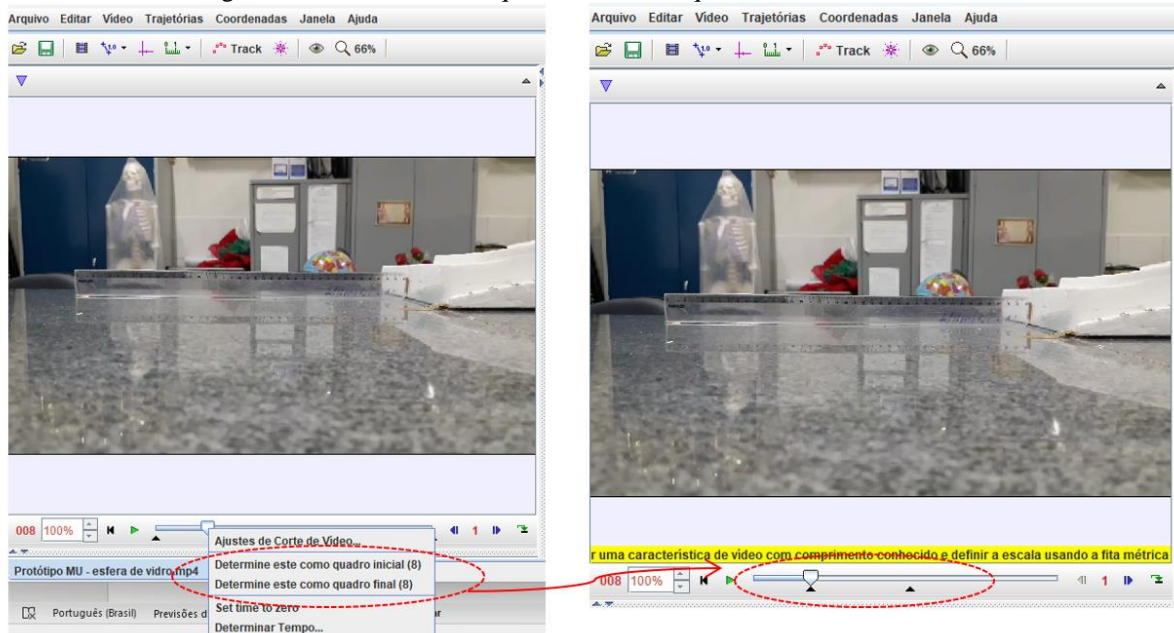
Figura 2 – Passos para abrir um vídeo no Tracker.



Fonte: autoria própria.

O vídeo escolhido será aberto e o primeiro quadro será exibido. Para exemplificar o uso do Tracker, será usado um movimento sobre uma superfície plana gravado na própria escola. Corte a animação selecionando a parte do vídeo que você quer analisar. Isso pode ser feito com a ajuda de marcadores, controles em forma de triângulos pretos que ficam abaixo da barra de rolagem de tempo do vídeo. Na posição inicial do movimento, clique com o botão direito do mouse sobre o cursor que marca o tempo do vídeo e escolha a opção “determine este como quadro inicial”. De forma semelhante, encontre o quadro final e defina esse como “determine este como quadro final”.

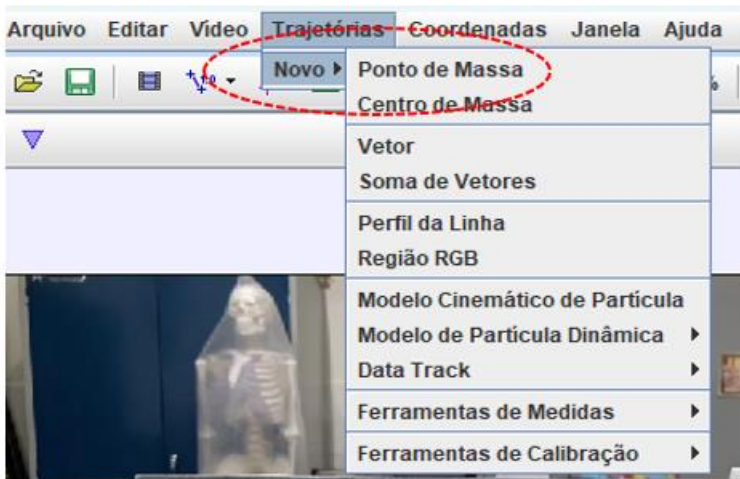
Figura 3 – Determinando o quadro inicial e o quadro final no Tracker.



Fonte: autoria própria.

Nesse momento, podemos analisar o movimento do objeto que se move no vídeo. Para marcar os pontos da trajetória, deve-se ir ao menu [Trajetórias] em “Novo” e clicar em “ponto de massa”.

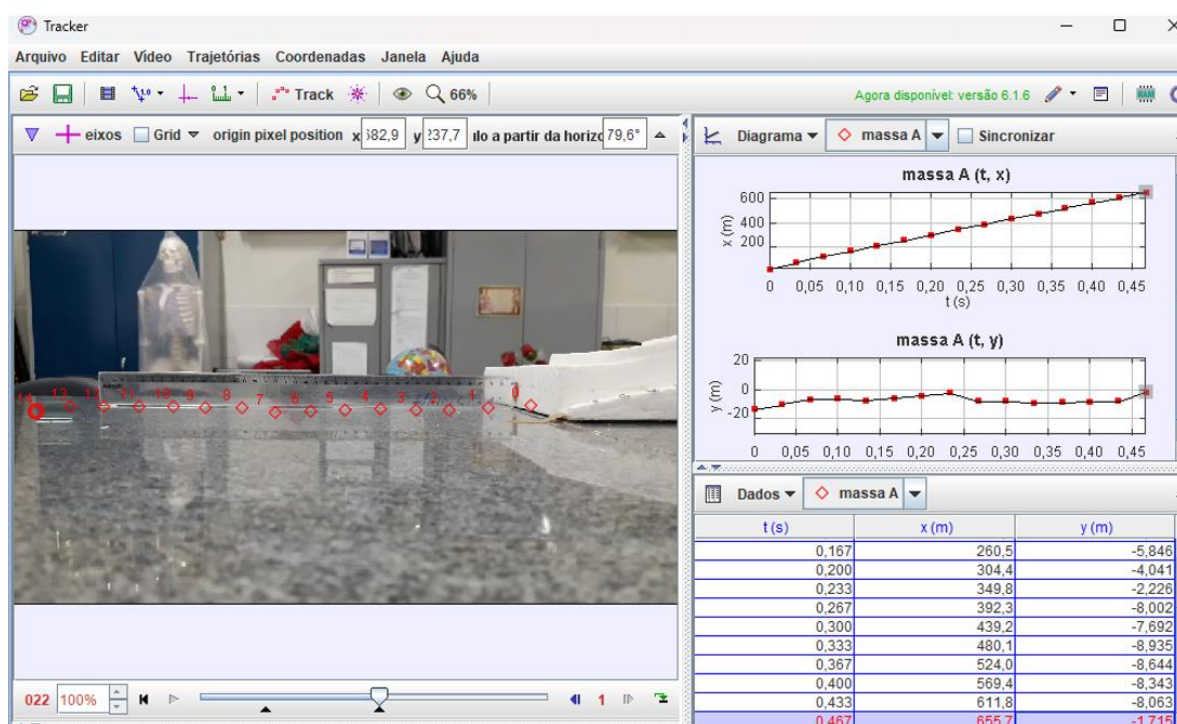
Figura 4 – Iniciando a marcação do ponto de massa.



Fonte: autoria própria.

Para marcar a posição, segure a tecla “Shift” do teclado, você verá que a seta do mouse vai mudar para um quadro com uma cruz no meio. Mantenha a tecla pressionada e clique com o botão esquerdo do mouse sobre o objeto na posição que se deseja marcar. Depois de marcar a posição desejada do objeto, o Tracker avançará para o quadro seguinte, repita os passos até o último quadro ser marcado. Para marcar automaticamente as posições do objeto no vídeo, deve-se manter pressionada a tecla Shift + Ctrl.


Figura 5 – Marcação do centro de massa do objeto em cada quadro.



Fonte: autoria própria.

Note que, à medida que vamos fazendo as marcações de posição, o Tracker faz um gráfico de posição  $x$  em função do tempo e um gráfico da posição  $y$  em função do tempo automaticamente em uma janelinha à direita do vídeo. Ao mesmo tempo, uma tabela de posição e tempo é criada logo abaixo dos gráficos. Nesse momento, já é possível fazer algumas análises no movimento que se pretende estudar. No entanto, maiores detalhes desse estudo serão dados no próximo tutorial.

## APÊNDICE E – TRACKER – MINITUTORIAL 2

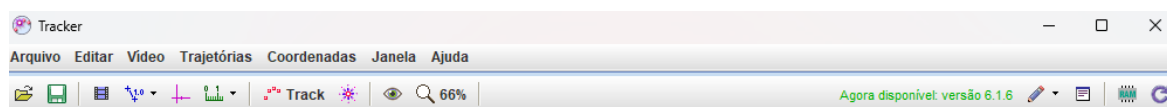
	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p><b>MNPEF</b>  Mestrado Nacional  Profissional em  Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

### APRESENTAÇÃO DO TRACKER – MINITUTORIAL 2

Nesse mini tutorial continuaremos apresentando as funcionalidades do software Tracker. Nesse tutorial 2 aprenderemos a calibrar os eixos – bastão de calibração, a inserir o sistema de coordenadas, a mudar os tipos dos gráficos, a usar as funcionalidades do ícone “control Tracker display” (formato de olho) – marcar a quantidade de pontos, numeração dos pontos, conectar os pontos com uma linha, exibir ou esconder os pontos, vetores velocidade e aceleração.

Agora, conheceremos as funcionalidades das principais ferramentas presentes na barra de tarefa. A barra de tarefas contém ferramentas úteis para uma análise quantitativa do movimento marcado, além de ferramentas de exibição de vetores.

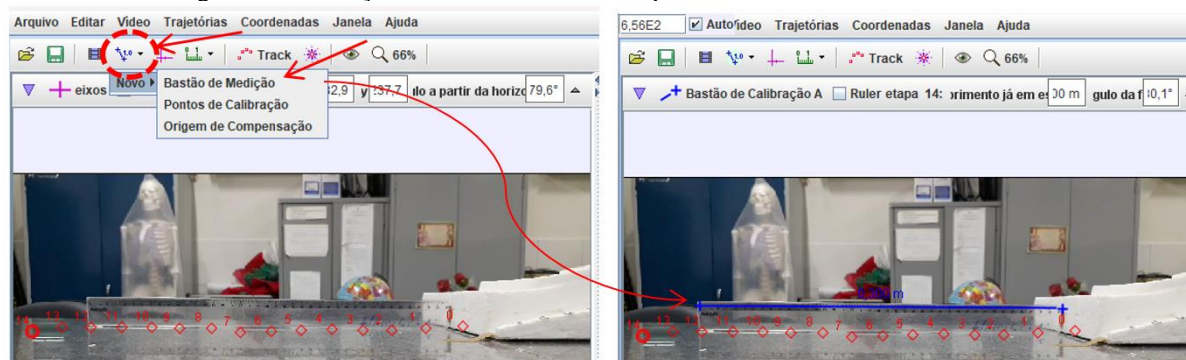
Figura 1 – Barra de tarefa do software Tracker.



Fonte: autoria própria.

Usando o ícone correspondente na barra de tarefa, podemos inserir o bastão de medição para calibrar os eixos. Ajuste a fita métrica de acordo com a distância de referência. Para fazer esse ajuste, clique com o botão esquerdo do mouse em uma das extremidades da fita e, em seguida, segure shift e clique em uma das extremidades da distância conhecida. Depois clique na outra extremidade da fita e novamente segurando shift clique na outra extremidade da distância de referência. Atribua o valor correspondente à distância.

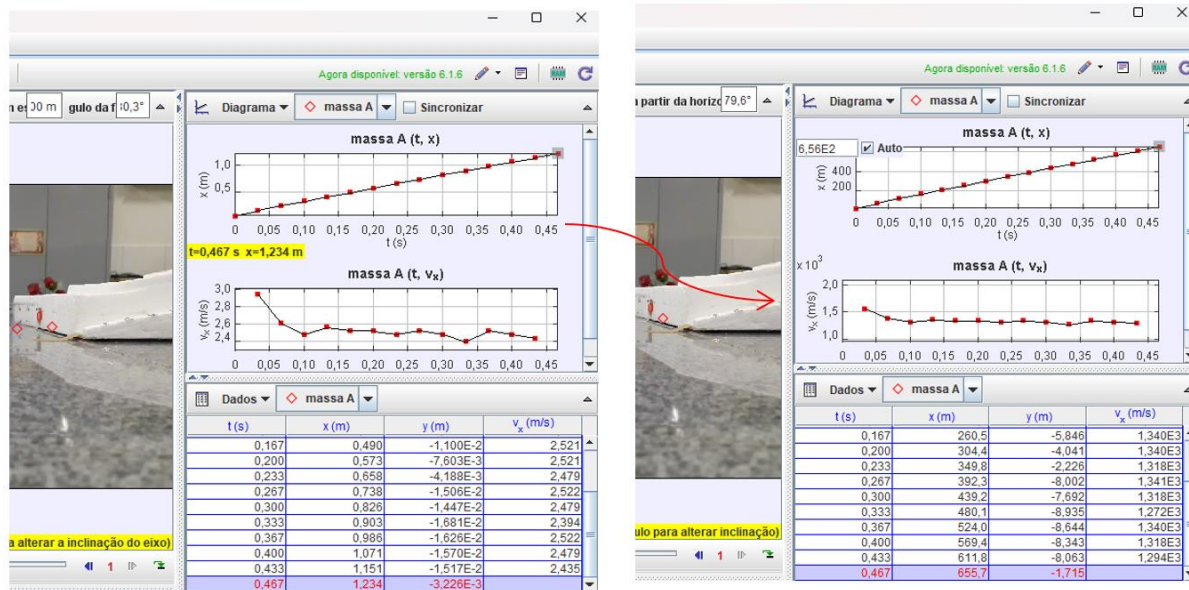
Figura 2 – Marcação da distância conhecida para calibrar os eixos cartesianos.



Fonte: autoria própria.

Observe que ao atribuir o valor para uma distância de referência, os gráficos e algumas das colunas da tabela dos dados se modificam, ficando mais próximos dos valores esperados.

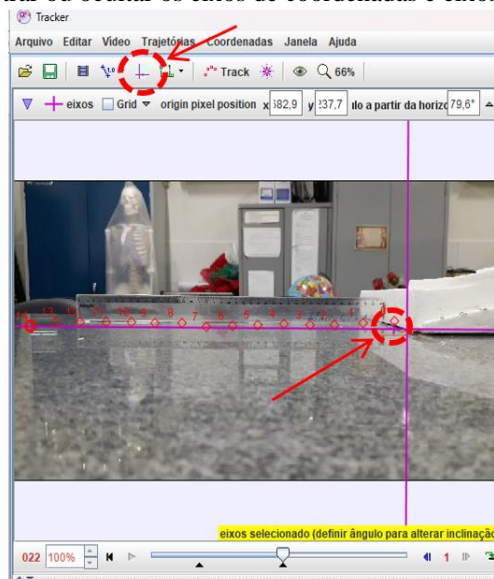
Figura 3 – Mudanças das escalas dos gráficos depois da marcação da distância de referência.



Fonte: autoria própria.

Para estabelecer um sistema de coordenadas (eixos x e y), que permitirá determinar uma origem e as posições dos objetos na tela. Clique no ícone “mostrar ou ocultar os eixos de coordenadas”, o sistema cartesiano aparecerá no centro da tela. Escolha a melhor direção para cada eixo, sabendo que o eixo que apresenta um pequeno “traço” corresponde ao eixo da coordenada x. Ao clicar e segurar essa marcação, você pode rotacionar o sistema de acordo com sua necessidade.

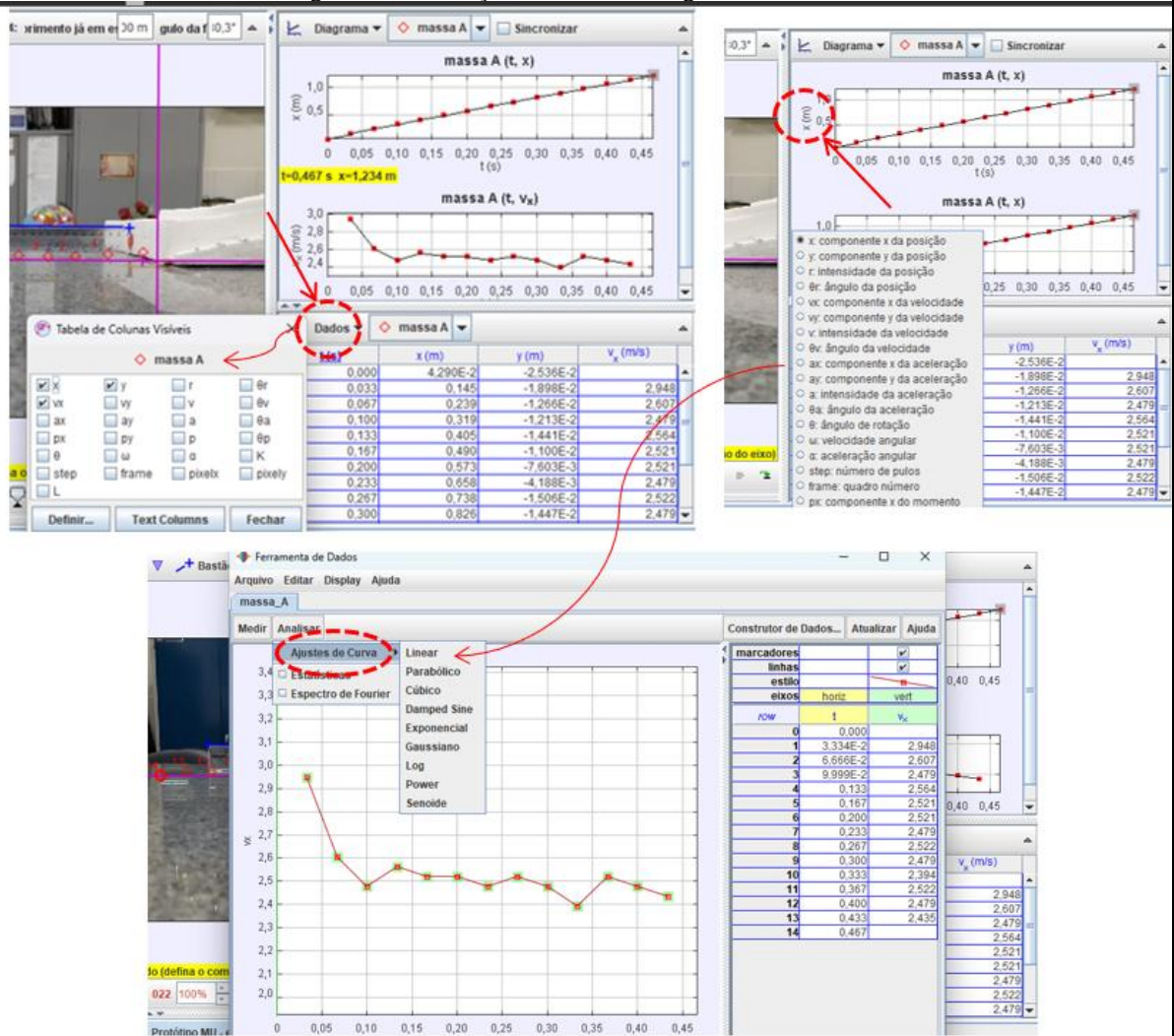
Figura 4 – Ícone para mostrar ou ocultar os eixos de coordenadas e eixos devidamente posicionados



Fonte: autoria própria.

Para fazer uma análise mais precisa, é possível mudar as variáveis que aparecem na tabela de dados como também as variáveis presentes nos eixos dos gráficos. Em Dados, acessar a tabela de variáveis e escolher as variáveis a serem expostas. Com um clique é possível mudar a variável em cada gráfico e, com um duplo clique no gráfico, é possível fazer sua análise como ajuste de curva.

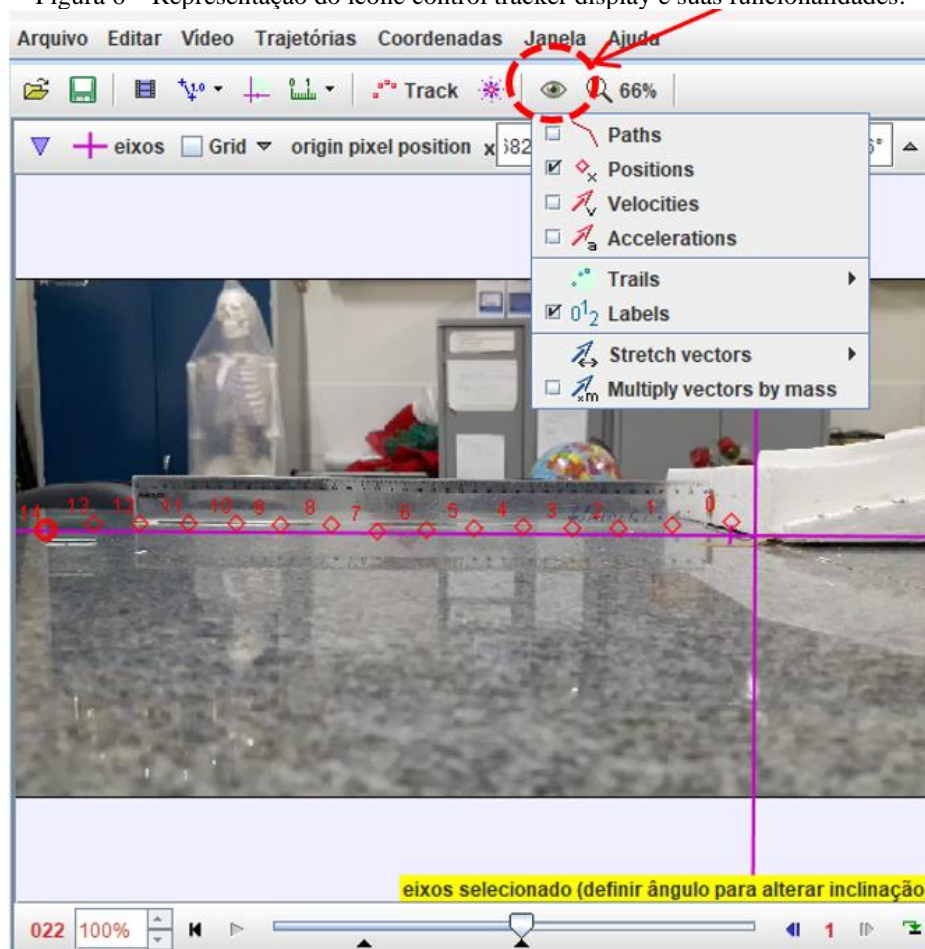
Figura 5 – Mudança de variáveis nos gráficos e tabelas



Fonte: autoria própria.

O ícone “control tracker display” (formato de olho) contém ferramentas úteis para uma análise quantitativa do movimento marcado, além de ferramentas de exibição de vetores.

Figura 6 – Representação do ícone control tracker display e suas funcionalidades.





Fonte: autoria própria.

Obedecendo a sequência com que aparecem na imagem, temos as seguintes funcionalidades:

- ✓ Conecta os pontos da captura com uma linha.
- ✓ Exibe ou esconde as posições marcadas.
- ✓ Exibe o vetor velocidade.
- ✓ Exibe o vetor Aceleração.
- ✓ Marca a quantidade das posições da captura a serem exibidas.
- ✓ Coloca a numeração nos pontos, para saber a sequência temporal deles.
- ✓ Aumentar o comprimento dos vetores velocidade ou aceleração.

**APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA: ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES**

	<p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b>  <b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b>  <b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b>  <b>Profº:</b> _____  <b>Aluno(a):</b> _____</p>	 Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física										
<p><b>AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – ABORDAGENS FÍSICAS AO ASSISTIR DESENHOS, FILMES OU SÉRIES</b></p> <p>1. Qual o seu sexo?  a) ( ) Masculino      b) ( ) Feminino</p> <p>2. Qual sua idade? _____</p> <p>3. Você possui computador, celular, smartphone ou tablet?  a) ( ) sim                      b) ( ) Não</p> <p>4. Qual a finalidade de uso do seu computador, celular, smartphone ou tablet? Marque a opção que demanda o maior tempo diário de uso.  a) ( ) comunicação  b) ( ) estudar (pesquisas, vídeo aulas...)  c) ( ) entretenimento (jogar, assistir vídeos, desenhos, filmes ou séries)</p> <p>5. Quantas horas diárias você usa seu computador, smartphone ou tablet para entretenimento (jogar, assistir vídeos, desenhos, filmes ou séries)?  a) ( ) entre 0 e 1  b) ( ) entre 1 e 2  c) ( ) entre 2 e 3  d) ( ) entre 3 e 4  e) ( ) mais que 4</p> <p>6. Eu gosto de desenhos animados, filmes ou séries:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td align="center" colspan="2"><b>Positivo</b></td> <td align="center">⋮</td> <td align="center" colspan="2"><b>Negativo</b></td> </tr> <tr> <td align="center">( ) <b>Concordo totalmente</b></td> <td align="center">( ) <b>Concordo</b></td> <td></td> <td align="center">( ) <b>Discordo</b></td> <td align="center">( ) <b>Discordo totalmente</b></td> </tr> </table> <p>7. Você assiste a desenhos, filmes e séries? Se sim, quais?  a) ( ) Não  b) ( ) Sim _____</p> <p>8. Você faz alguma associação dos conceitos físicos aprendidos em sala de aula com as cenas e acontecimentos presentes nos filmes, séries ou desenhos?  a) ( ) Não, não vejo nenhuma relação  b) ( ) Sim. Percebo alguma relação, mas não sei qual o conceito físico.  c) ( ) Sim. Percebo alguma relação, mas não sei relacionar o que foi aprendido em sala com o que foi transmitido nas cenas.</p>			<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>		( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>		( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>
<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>									
( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>		( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>								

d) ( ) Sim, e sei qual conceito físico justifica tais cenas.

9. Você faz algum questionamento sobre a possibilidade ou impossibilidade de alguma cena de desenho animado ocorrer na vida real?

- a) ( ) Sim, sempre que aparece.  
 b) ( ) Sim, em algumas cenas.  
 c) ( ) Não, nunca havia parado pra pensar sobre isso.

10. Os conceitos de Física apresentados pelo professor não se aplicam as situações apresentadas nos desenhos.

<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>	
( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>	⋮	( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>

11. Em algum desenho animado, filme ou série você já percebeu algum conceito aprendido nas aulas de Física?

- a) ( ) Não  
 b) ( ) Sim. Qual desenho? Qual conceito?

---



---



---

12. Qual das palavras abaixo define melhor a Física para você?

- a) ( ) difícil;  
 b) ( ) importante, pois faz parte do dia a dia;  
 c) ( ) desnecessária;  
 d) ( ) fácil;  
 e) ( ) outros: \_\_\_\_\_


13. Você considera Física uma disciplina difícil?

- a) ( ) Sim, porque consiste apenas em aplicar fórmulas matemáticas.  
 b) ( ) Sim, porque os conceitos de Física apresentados pelo professor não se aplicam as situações cotidianas.  
 c) ( ) Nem tanto, tenho apenas dificuldade em entender o problema, em compreender o que está sendo pedido.  
 d) ( ) Nem tanto, entendo o problema, só não sei realizar os cálculos necessários.  
 e) ( ) Não acho Física uma disciplina difícil.

14. O uso de desenhos animados pode ajudar na compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas de Física.

<b>Positivo</b>		⋮	<b>Negativo</b>	
( ) <b>Concordo totalmente</b>	( ) <b>Concordo</b>	⋮	( ) <b>Discordo</b>	( ) <b>Discordo totalmente</b>

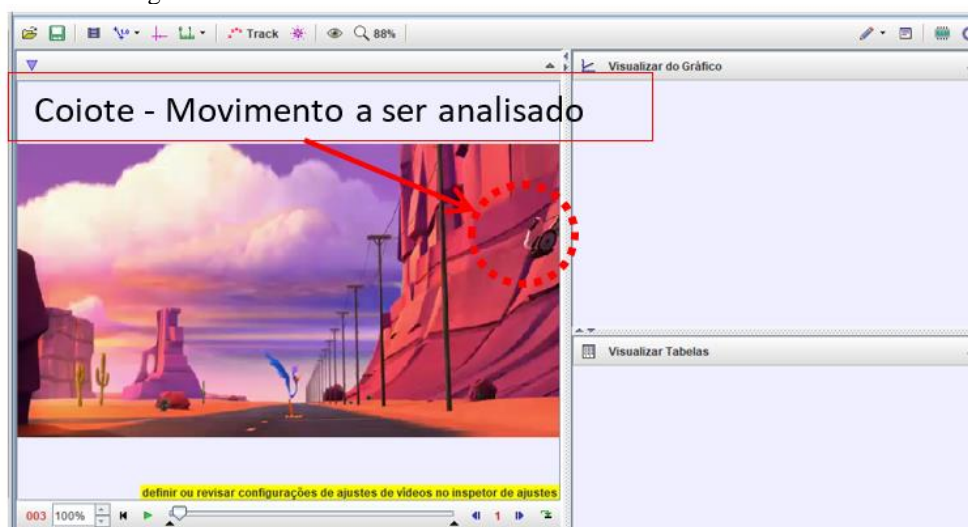
## APÊNDICE G – ROTEIRO PARA VIDEOANÁLISE NO DESENHO PAPA-LÉGUAS E COIOTE

	<p style="margin: 0;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Profº:</b> _____</p> <p style="margin: 0;"><b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red; margin: 0;">MNPEF</p> <p style="margin: 0; font-size: 0.8em;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Esse roteiro é destinado à análise de algumas cenas presentes no desenho Papa-Léguas e Coiote, mas pode ser aplicado em qualquer outro desenho, filme ou série. Os vídeos mencionados são pequenos (3 min 7 s e 7 min 31 s) e podem ser abertos no Tracker sem a necessidade de cortar, no entanto, mesmo pequenos podem demorar algum tempo para carregar. Para evitar a espera, o vídeo pode ser cortado próximo ao tempo de análise. A seguir temos algumas imagens demonstrando os passos iniciais para a videoanálise.

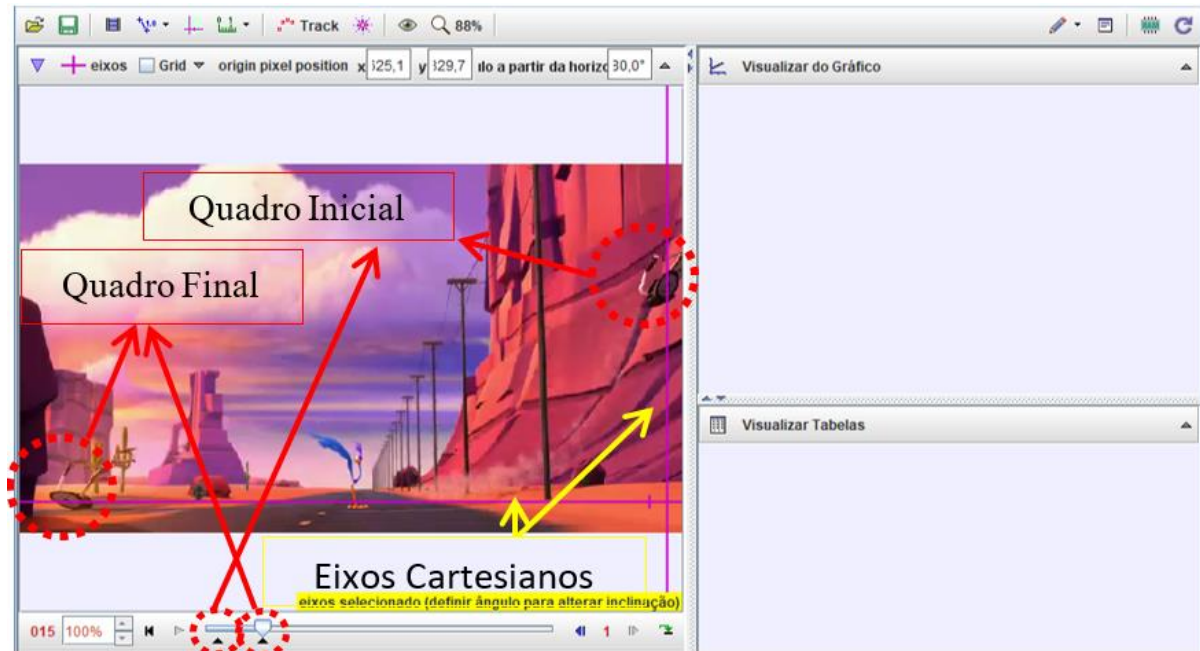
### Movimento 1 – Coiote

Figura 1- Vídeo aberto no Tracker com o movimento a ser analisado.



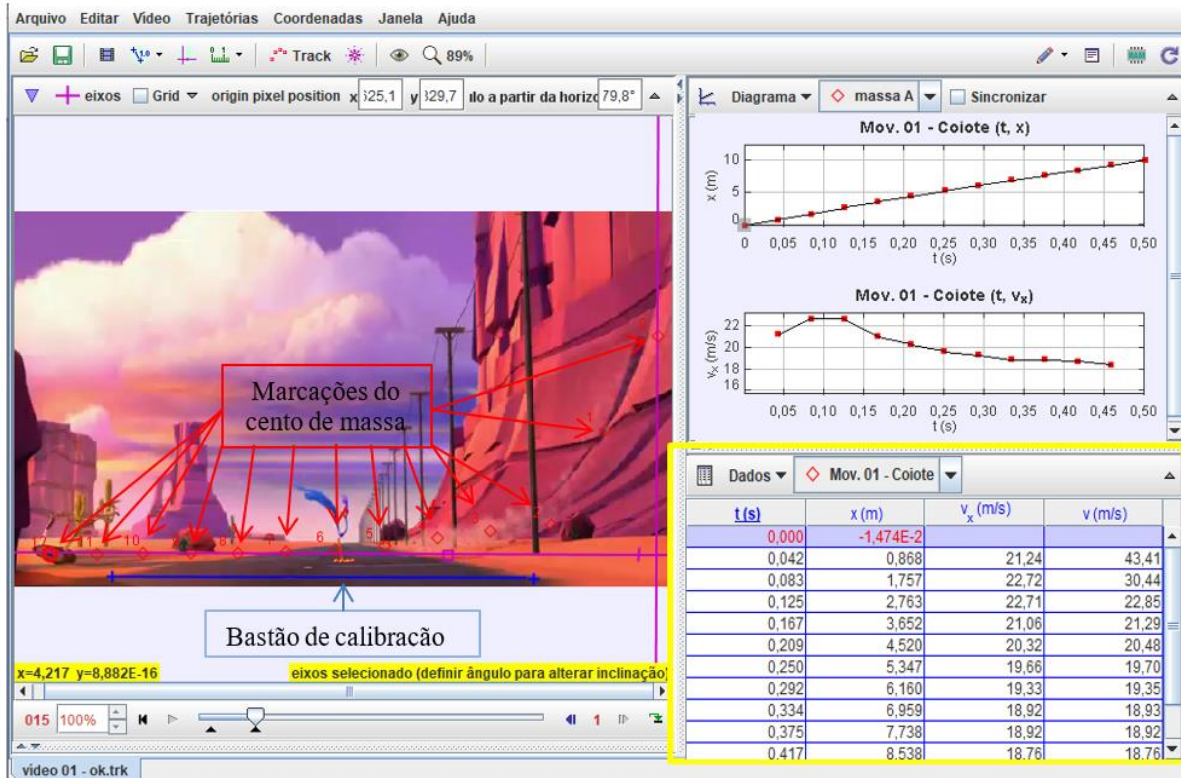
Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Marcação do quadro inicial e final, criação dos eixos de coordenadas já posicionados de forma conveniente.



Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Inserção do bastão de calibração e marcação do centro de massa para cada quadro.



Fonte: autoria própria.

### Possíveis análises para os dados e gráficos

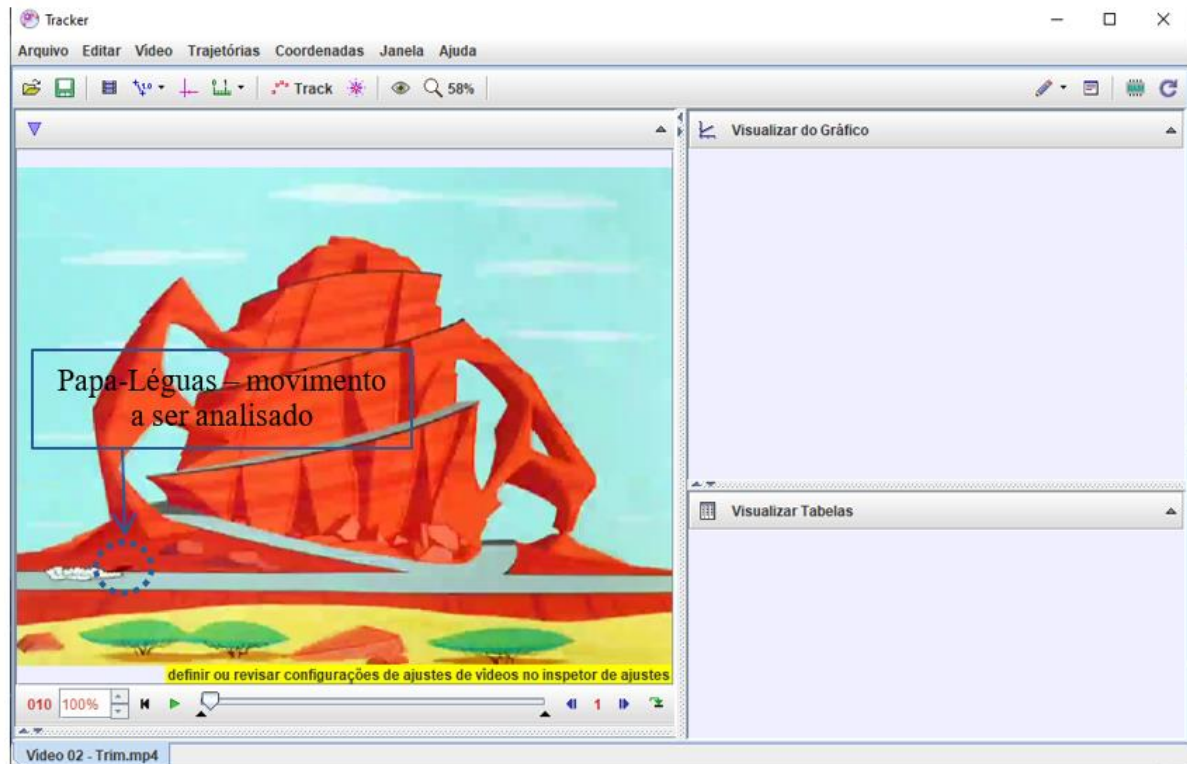
Inserida todas as ferramentas, já podemos fazer a análise dos dados. Para isso, usaremos os dados contidos no quadro amarelo da Figura 3, apresentada anteriormente. A tabela de dados foi manipulada de modo a apresentar apenas os valores de interesse, tempo (s), coordenada  $x$  (m), módulo da velocidade (m/s) e velocidade na componente  $x$  (m/s). Analisando essa tabela, podemos perceber que na posição do quadro 1 o corpo em estudo (coiote) apresenta uma velocidade na componente  $x$  de 21,24 m/s que vai diminuindo gradativamente à medida que o corpo se desloca para o último quadro (quadro 12), atingindo uma velocidade de 18,43 m/s. Tal movimento nos leva a acreditar que em momentos anteriores, onde a montanha era mais íngreme, a velocidade desse corpo era maior e foi diminuindo à medida que esse corpo ia descendo, como podemos visualizar na coluna correspondente ao módulo da velocidade. Nesse momento, podemos questionar os alunos sobre os fatores que justificaria tal redução na velocidade e o porquê desse movimento ser diferente do movimento apresentado por uma esfera descendo, sem deslizar, um plano inclinado (o professor pode chamar a atenção dos alunos sobre as forças dissipativas).

Ainda na tabela de dados, é possível perceber que, a partir do quadro 6, o corpo apresenta um movimento com pequenas variações na velocidade, mostrando que após a descida da montanha o corpo apresenta um movimento quase uniforme ao longo de uma reta. Nesse trecho do vídeo, é possível descartar a componente  $y$  e fazer uso apenas da componente  $x$  da velocidade. Esse movimento fica mais evidente observando o gráfico da velocidade  $x$  em função do tempo ( $v_x \times t$ ), abaixo na Figura 3. No primeiro gráfico, da posição em função do tempo, é possível perceber também que o corpo percorreu distâncias aproximadamente iguais para intervalos de tempo com valores próximos.

Dessa forma, podemos concluir que é possível fazer videoanálise em desenhos animados, que apesar de cômico, pode ser usado como incentivo e objetos de conhecimento para se trabalhar os conceitos iniciais de cinemática como movimento, repouso, posição, trajetória, velocidade e aceleração. Não sei se no momento de suas criações é usada alguma exigência técnica para que seus movimentos não fujam da realidade ou se foi coincidência, mas o movimento acima, analisado no desenho Papa-Léguas, apresentou características comuns aos movimentos desenvolvidos em situações reais.

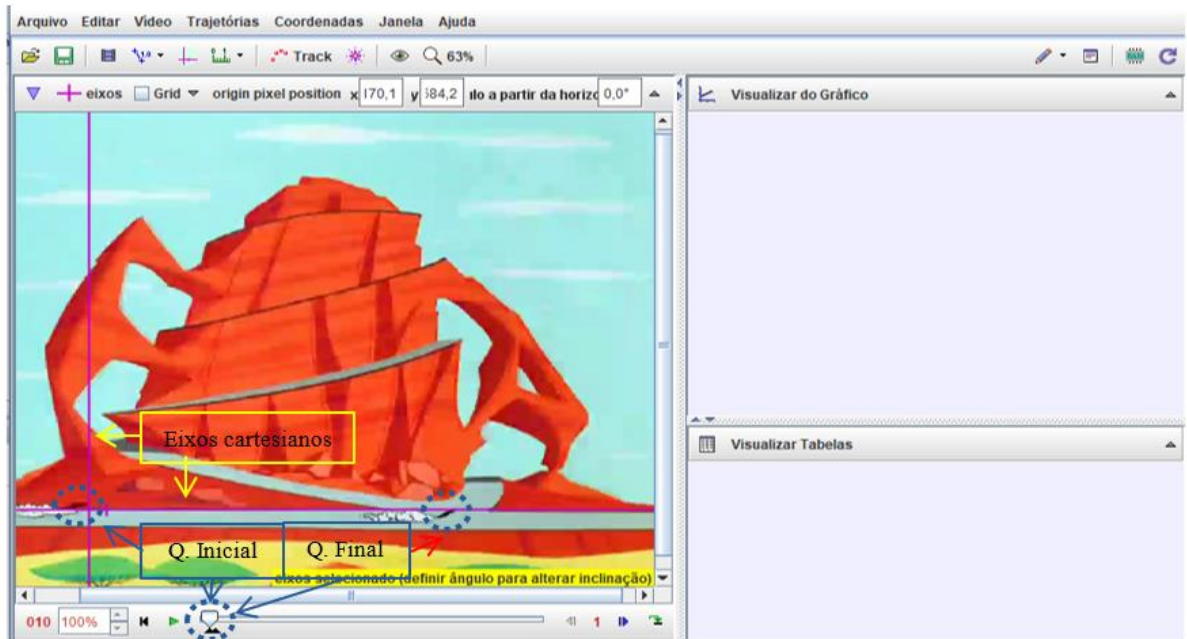
## Movimento 2 – Velocidade do Papa-Léguas

Figura 4 - Vídeo aberto no Tracker com o movimento a ser analisado.

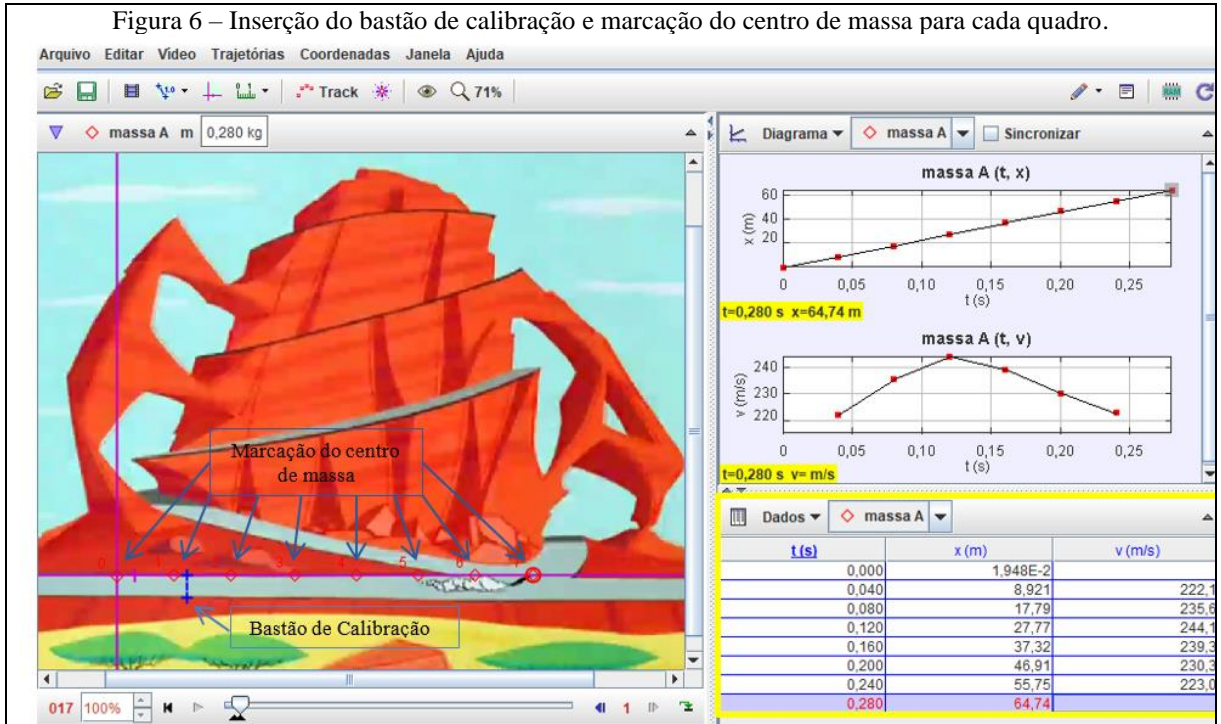


Fonte: autoria própria.

Figura 5 – Marcação do quadro inicial e final e criação dos eixos de coordenadas já posicionados de forma conveniente.



Fonte: autoria própria.

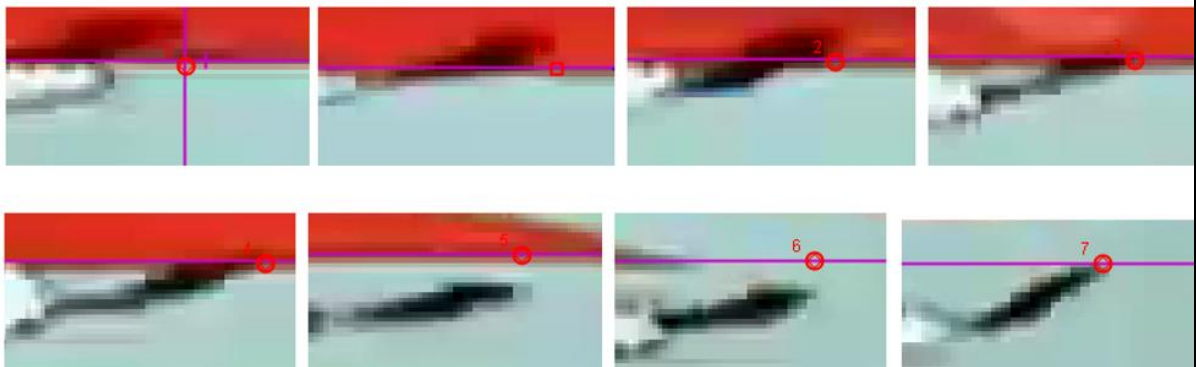


Fonte: autoria própria.

### Possíveis análises para os dados e gráficos

Nesse vídeo, a marcação do centro de massa exigiu maior atenção, visto que não temos uma imagem bem definida do Papa-Légua, temos apenas o deslocamento de uma sombra (como pode ser constatado na Figura 7). O quadro foi marcado sempre nos primeiros pixels que supostamente seriam a cabeça do personagem animado. O bastão de calibração foi posicionado na pista que, por não apresentar sinalização central, foi considerada como pertencente a um trecho de mão única com largura de 3,5 metros.

Figura 7 – Marcação do centro de massa para cada quadro.




Fonte: autoria própria.

Analisando os dados (quadro amarelo na Figura 6) é possível perceber, que para a distância selecionada, o Papa-Légua inicia seu movimento com uma velocidade mínima 222,1 m/s (primeiro quadro) e vai aumentando sua velocidade até atingir uma velocidade máxima de 244,1 m/s (terceiro quadro) na região central do percurso analisado. Essa velocidade vai diminuindo à medida que o personagem se desloca para uma região de curva, atingindo uma velocidade de 223,0 m/s. Sendo assim, é possível deduzir que o personagem animado

desenvolveu uma velocidade máxima, em uma região de reta, e reduziu sua velocidade para fazer uma curva com segurança. Esse movimento é propenso a uma discussão, visto que tal atitude (reduzir a velocidade ao fazer uma curva) é racional e comum na realidade. O gráfico da velocidade em função do tempo ( $v \times t$ ) evidencia a discussão anterior, onde é possível perceber claramente o aumento e a redução da velocidade.

Continuando com a análise dos dados, é possível concluir que a velocidade do Papa-Léguas é de aproximadamente 244,1 m/s? Não temos essa confirmação, visto que esse valor pode mudar à medida que mudamos o valor de referência (Bastão de Calibração) e que em outros episódios esse personagem desenvolve velocidades comparáveis à velocidade de mísseis e foguetes. No entanto, na cena em estudo, para a distância de referência e o percurso selecionado, podemos afirmar que essa é, sim, a velocidade máxima para o Papa-Léguas.

## APÊNDICE H – AVALIAÇÃO PÓS-TESTE

	<p style="margin: 0;"><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Mestrado Profissional em Ensino de Física</b></p> <p style="margin: 0;"><b>Profº:</b> _____</p> <p style="margin: 0;"><b>Aluno(a):</b> _____</p>	<p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red; margin: 0;">MNPEF</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>
<p><b>AVALIAÇÃO PÓS-TESTE</b></p> <p>1. O que você achava da disciplina de Física antes e depois da atividade? Algo mudou? Por quê?</p> <p>2. Você acha que as atividades trabalhadas nas últimas aulas facilitaram a sua compreensão dos conceitos ligados ao movimento? Se sim, por quê?</p> <p>3. Como você relacionava gráficos aos diversos tipos de movimento, antes da atividade? E agora? Acha que o uso de um software como o Tracker ajudou?</p> <p>4. Onde você achou que entendeu melhor os conceitos de cinemática: nas aulas expositivas? Ou nas atividades deste projeto?  <input type="checkbox"/> Nas aulas expositivas      <input type="checkbox"/> Nas atividades do projeto</p> <p>5. Antes da aplicação desse produto você fazia alguma associação dos conceitos físicos aprendidos em sala de aula com as cenas e acontecimentos presentes nos filmes, séries ou desenhos?  a) <input type="checkbox"/> Não, não via nenhuma relação.  b) <input type="checkbox"/> Não, achava que não seria possível aprender Física com desenhos animados.  c) <input type="checkbox"/> Sim, percebia alguma relação, mas não sabia qual o conceito físico.  d) <input type="checkbox"/> Sim, percebia alguma relação, mas não sabia relacionar o que foi aprendido em sala com o que foi transmitido nas cenas.  e) <input type="checkbox"/> Sim, e sabia qual conceito físico justifica tais cenas.</p> <p>6. Depois da aplicação desse produto você passou a fazer algum questionamento sobre a possibilidade ou impossibilidade de alguma cena de desenho animado ocorrer na realidade?  a) <input type="checkbox"/> Sim, sempre que aparece.  b) <input type="checkbox"/> Sim, em algumas cenas.  c) <input type="checkbox"/> Não, não mudou em nada o meu modo de assistir.</p> <p>7. Os conceitos de Física apresentados pelo professor se aplicam as situações apresentadas nos desenhos.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Positivo</b></p> <p><input type="checkbox"/> Concordo totalmente    <input type="checkbox"/> Concordo</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p style="border-left: 1px dashed black; height: 20px; width: 10px;"></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Negativo</b></p> <p><input type="checkbox"/> Discordo    <input type="checkbox"/> Discordo totalmente</p> </div> </div>		

8. O uso de desenhos animados pode ajudar na compreensão dos conceitos trabalhados nas aulas de Física.

**Positivo**
**Negativo**

Concordo totalmente     Concordo     Discordo     Discordo totalmente

9. O gráfico a seguir representa o movimento unidimensional de uma partícula. A partir da leitura do gráfico, responda as questões abaixo:



a) Complete a tabela com os dados do gráfico:

Posição(km)		10		7,5	0				15
Tempo (h)	0		4			9	11	14	

b) A partícula para em algum instante? Justifique sua resposta.

c) Estime a distância total percorrida pela partícula entre  $t = 2$  h e  $t = 15$  h.

d) Qual foi o deslocamento da partícula entre  $t = 2$  h e  $t = 15$  h?

e) O movimento descrito pela partícula no intervalo  $t = 2$  h e  $t = 4$  h é igual ao movimento realizado no intervalo  $t = 11$  h e  $t = 15$  h? Justifique sua resposta.

f) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula esteve parada.

$t = 0$  h a  $t = 2$  h

$t = 2$  h a  $t = 4$  h

$t = 4$  h a  $t = 5$  h

$t = 5$  h a  $t = 9$  h

$t = 9$  h a  $t = 11$  h

$t = 11$  h a  $t = 15$  h

g) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento com velocidade constante e diferente de zero.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

h) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula apresenta um movimento acelerado.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

i) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula possui velocidade positiva.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

j) Marque o(s) intervalo(s) em que a partícula possui velocidade negativa.

- $t = 0 \text{ h a } t = 2 \text{ h}$
- $t = 2 \text{ h a } t = 4 \text{ h}$
- $t = 4 \text{ h a } t = 5 \text{ h}$
- $t = 5 \text{ h a } t = 9 \text{ h}$
- $t = 9 \text{ h a } t = 11 \text{ h}$
- $t = 11 \text{ h a } t = 15 \text{ h}$

k) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 2 \text{ h}$  e  $t = 4 \text{ h}$ .

l) Calcule a velocidade média entre os instantes  $t = 5 \text{ h}$  e  $t = 7 \text{ h}$ .

m) As velocidades encontradas nas questões k) e l) são iguais? Justifique sua resposta.

n) Invente uma história que descreva o movimento representado pelo gráfico.