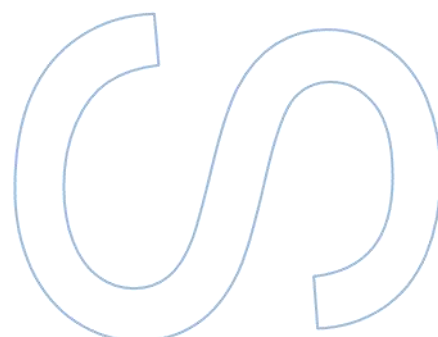
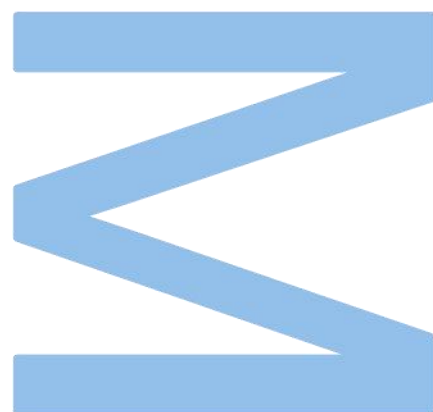


ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e



Kristiani

Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2024

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

Kristiani

Dissertação

Mestrado em Ensino e Divulgação das Ciências

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2024

Orientador

Paulo Simeão de Oliveira Ferreira de Carvalho, Professor Associado,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Marcelo Dumas Hahn, Professor Auxiliar Convidado,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Dedicatória

Ao meu marido e aos meus filhos.

Aos meus pais e aos meus sogros.

Aos meus irmãos e a todas as minhas famílias.

Agradecimentos

Agradeço a Deus que sempre guia cada passo meu onde quer que eu esteja, que sempre me socorre na minha vida. Sinto-me incapaz e apenas me entrego a Ti.

À Virgem Maria que me inspira na minha vida nos momentos mais difíceis.

Ao reitorado da UNTL que me concedeu a oportunidade de participar no exame de bolsa, e ao Instituto Camões e FDCH (Fundo de Desenvolvimento de Capital Humano de Timor-Leste) que me concederam uma bolsa para prosseguir o curso de Mestrado na Universidade do Porto.

Para a minha mãe, e irmãs que sempre me lembram e me encorajam nos momentos em que estou desesperada e ansiosa durante meus estudos em Portugal há quase 2 anos.

Para o meu querido marido que sempre me oferece apoio, incentivo e paciência durante cada etapa dos meus estudos em Portugal.

Aos Orientadores Professor Paulo Simeão e Professor Marcelo Hahn, muito obrigada pela parceria, paciência, amizade e orientação que nos deram. Enfrentamos muitas dificuldades durante os estudos na UP, tanto com o idioma português quanto com o desafio de frequentar as aulas.

Agradeço também aos outros professores que ministraram as aulas com paciência total, ajudando-nos a aprofundar o material ensinado.

Muito obrigada aos colegas docentes do Departamento do ensino de Física da Universidade Nacional Timor Lorosa'e que ajudaram a validar o painel do questionário, incluindo o Professor Teodoro Soares, Professor Paulo Alves Cabral, Professor Marianus Fatima Ude e Professora Maria Lia Felizarda Freitas. Não posso esquecer de agradecer também aos meus colegas professores, Professor Natalino e Lázaro, que dedicaram seu tempo para me ajudar a preparar o equipamento de laboratório para facilitar a produção do vídeo sobre mecânica.

Da mesma forma, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos 20 estudantes do sexto semestre que dedicaram seu tempo para participar das aulas durante três semanas usando o aplicativo Tracker e respondendo ao questionário, que são partes essenciais deste trabalho.

Obrigada também aos meus amigos em Timor, Indonésia e Portugal que sempre me apoiam no processo do meu estudo.

E a todos aqueles que me ajudaram para o sucesso dos meus estudos de mestrado, os quais não consigo mencionar um por um.

Muito obrigada.

Resumo

A atividade experimental é fundamental para desenvolver a criatividade dos estudantes na aprendizagem de física. Através das atividades experimentais, os estudantes podem realizar observações, promover elaborações e formular hipóteses.

No entanto, desenvolver atividades experimentais podem enfrentar dificuldades se não houver suporte de equipamentos de laboratório completos e modernos.

Portanto, é uma alternativa possível a utilização de um *software* de computador, especialmente o Tracker, que é útil para minimizar as dificuldades dos estudantes durante as atividades laboratoriais e, ao mesmo tempo, aprofundar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos de mecânica por meio de experiências gravadas em vídeo, que são utilizadas para analisar os parâmetros de movimento de um objeto, como posição, velocidade e aceleração.

Para determinar o interesse dos estudantes na aprendizagem de mecânica com base na análise de vídeos utilizou-se o *software* Tracker. Foi conduzida uma investigação com 20 estudantes do sexto semestre do Departamento de Ensino da Física da Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL) que possuem computador e estão a participar a disciplina de mecânica no Departamento de Física, onde há um laboratório de física com equipamentos laboratório muito limitados e a maioria deles está danificada.

O método utilizado neste estudo foi o método de investigação descritiva qualitativa, com recolha de dados através de preenchimento de questionários e entrevistas.

Os resultados deste estudo mostraram que, de forma geral, os estudantes deram respostas positivas, afirmando que estão interessados e concordam que o *software* Tracker é uma ferramenta que os ajuda a entender melhor as atividades experimentais, especialmente na aprendizagem de mecânica.

Palavras-chave: Atividade Experimental, *Software* Tracker, Aprendizagem de Mecânica, Laboratório, Investigação Descritiva Qualitativa.

Abstract

Experimental activity is essential to develop students' creativity when learning physics. Through experimental activities, students can carry out observations, promote elaborations and formulate hypotheses.

However, developing practical activities may face difficulties if there is no support from complete and modern laboratory equipment.

Therefore, it is a possible alternative to using computer software, especially Tracker, which is useful for minimizing students' difficulties during laboratory activities and, at the same time, deepening students' understanding of mechanics concepts through experiments. Videos that are used to analyze an object's motion parameters such as position, speed, and acceleration.

To determine students' interest in learning mechanics based on video analysis, the Tracker software was used. An investigation was conducted with 20 sixth semester students from the Physics Teaching Department at UNTL who have a computer and are participating in the mechanics course in the Physics Department, where there is a physics laboratory with very limited laboratory equipment and most of them are damaged.

The method used in this study was the qualitative descriptive research method, with data collection through questionnaires and interviews.

The results of this study showed that all students gave positive responses, stating that they are interested and agree that the Tracker software is a tool that helps them better understand experimental activities, especially in learning mechanics.

Keywords: Experimental Activity, Tracker Software, Mechanics Learning, Laboratory, Qualitative Descriptive Research.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Tabelas	vii
Índice de Figura	ix
Lista de Abreviaturas	xiv
Introdução	1
1. Contextualização	3
1.1 Contexto educativo em Timor Leste	3
1.2 Universidade Pública em Timor Leste (Universidade Nacional Timor Lorosa'e)	5
1.3 Utilização da tecnologia no ensino de física	6
1.3.1. A Importância das Estratégias de Aprendizagem	6
1.3.2. Aplicação (<i>Software</i>) Tracker	7
1.4 Conteúdos em Mecânica Newtoniana	8
1.4.1. Queda Livre	9
1.4.2. Forças (Leis de Newton)	10
1.4.3. Movimento harmónico (pêndulo simples)	12
1.4.4. Colisão	14
2. Problema e Objetivos da Investigação	19
2.1. Problema da Investigação	20
2.2. Questões da Investigação	20
2.3. Objetivos da Investigação	21
3. Metodologia de Investigação	21
3.1. Caracterização de Investigação	22
3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	25
3.2.1 Observação	25
3.2.2 O inquérito	26
3.2.3 Questionário	26
3.2.4 Técnicas de análise de dados.	30
4. Resultados e Discussão	31

5. Síntese das notas de campo	87
6. Conclusão	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
APÊNDICE I	99
Apêndice I - Instalação e uso do aplicativo Tracker	100
APÊNDICE II	104
Apêndice II. Atividades Experimentais Com Materiais de Baixo Custo	105
APÊNDICE III	110
Apêndice III. Roteiros de exploração para professores e guiões de exploração para estudantes.	111
APÊNDICE IV	130
Apêndice IV. PAINEL DO QUESTIONÁRIO	131
APÊNDICE V	146
Apêndice V. Questionários	147
APÊNDICE VI	153
Apêndice VI. Nota de Campo	154

Índice de Tabelas

Tabela 3.2.3	27
Características do questionário conforme a tipologia de Hill e Hill (2008) adotado por Santos e Henriques (2021, p. 14)	27
Tabela 3.2.4	31
A escala do tipo Likert de 6 pontos, para itens que exigem concordância ou discordância (Nemoto e Beglar, 2014, p. 5)	31
Tabela 4.A.4	36
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão A.4.	36
Tabela 4.B.1	42
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão B.1	42
Tabela 4.B.2	45
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão B. 2	45
Tabela 4.B.3	49
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.3	49
Tabela 4.C.4	57
Categorização das transcrições das respostas dos estudantes na Questão C.4.	57
Tabela 4.C.5.a	60
As categorias das vantagens do Tracker na transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5	60
Tabela 4.C.5.b	63

As categorias das desvantagens na transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5	63
Tabela 4.D.1.1	66
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.1.	66
Tabela 4.D.1.2	69
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.2.	69
Tabela 4.E.6	84
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.6	84

Índice de Figura

Figura 1.4.1	10
<i>Corpo deixado cair livremente da altura h</i>	<i>10</i>
Figura 1.4.2.a	11
<i>O valor da aceleração de um corpo é diretamente proporcional ao valor da resultante das forças que atua sobre o corpo de massa m</i>	<i>11</i>
Figura 1.4.2.b	12
<i>Para uma resultante das forças ($\Sigma \vec{F}_R$) atuando sobre um corpo, a aceleração é inversamente proporcional à massa do corpo. As massas se somam como escalares comuns</i>	<i>12</i>
Figura 1.4.3	13
<i>Movimento Harmónico Simples</i>	<i>13</i>
Figura 1.4.4.a	16
<i>Velocidade dos corpos A e B antes e depois de uma colisão elástica</i>	<i>16</i>
Figura 1.4.4.b	17
<i>Após uma colisão perfeitamente inelástica, os dois objetos seguem juntos na mesma direção como se fossem um único objeto</i>	<i>17</i>
Figura 1.4.4.c	17
<i>Após uma colisão inelástica, as esferas afastam-se com velocidade relativa diferente da velocidade de aproximação</i>	<i>17</i>
Figura 4.A.1	32
<i>Respostas dos estudantes na questão A.1</i>	<i>32</i>
Figura 4.A.2.a	33
<i>Respostas dos estudantes na questão A.2</i>	<i>33</i>
Figura 4.A.2.b	34
<i>Respostas dos estudantes na questão A.2 após as entrevistas</i>	<i>34</i>

Figura 4.A.3	35
<i>Respostas dos estudantes na questão A.3</i>	<i>35</i>
Figura 4.A.4.a	35
<i>Respostas dos estudantes na questão A.4</i>	<i>35</i>
Figura 4.A.4.b	38
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão A.4</i>	<i>38</i>
Figura 4.A.5	39
<i>Respostas dos estudantes na questão A.5</i>	<i>39</i>
Figura 4.A.6	40
<i>Opções de respostas dos estudantes na questão A.6</i>	<i>40</i>
Figura 4.B.1.a	41
<i>Respostas dos estudantes na questão B.1</i>	<i>41</i>
Figura 4.B.1.b	44
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.1</i>	<i>44</i>
Figura 4.B.2.a	45
<i>Respostas dos estudantes na questão B.2</i>	<i>45</i>
Figura 4.B.2.b	47
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.2</i>	<i>47</i>
Figura 4.B.3.a	48
<i>Respostas dos estudantes na questão B.3</i>	<i>48</i>
Figura 4.B.3.b	51
<i>Categorização das transcrições das respostas dos estudantes na Questão B.3 .</i>	<i>51</i>
Figura 4.C.1	52
<i>Itens das respostas dos estudantes na Questão C.1</i>	<i>52</i>
Figura 4.C.2.1	53
<i>Respostas dos estudantes na Questão C.2.1</i>	<i>53</i>

Figura 4.C.2.2	54
<i>Respostas dos estudantes na Questão C.2.2</i>	<i>54</i>
Figura 4.C.3.a	55
<i>Respostas dos estudantes na Questão C.3</i>	<i>55</i>
Figura 4.C.3.b	56
<i>Respostas dos estudantes na Questão C.3 após entrevista</i>	<i>56</i>
Figura 4.C.4	59
<i>Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão C.4</i>	<i>59</i>
Figura 4.C.5.a	62
<i>Categorização das vantagens do Tracker nas transcrições das respostas dos estudantes na questão C.5</i>	<i>62</i>
Figura 4.C.5.b	64
<i>Categorização das desvantagens de Tracker de transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5</i>	<i>64</i>
Figura 4.D.1.1.a	65
<i>Respostas dos estudantes na questão D.1.1</i>	<i>65</i>
Figura 4.D.1.1.b	67
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.1</i>	<i>67</i>
Figura 4.D.1.2.a	68
<i>Respostas dos estudantes na questão D.1.2</i>	<i>68</i>
Figura 4.D.1.2.b	70
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.2</i>	<i>70</i>
Figura 4.E.1.a	72
<i>Respostas dos estudantes na questão E.1</i>	<i>72</i>
Figura 4.E.1.b	74
<i>Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão E.1</i>	<i>74</i>
Figura 4.E.2	75

<i>Escala das respostas dos estudantes na questão E.2</i>	<i>75</i>
Figura 4.E.3.b	78
<i>Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.3</i>	<i>78</i>
Figura 4.E.4	79
<i>Escala das respostas dos estudantes na questão E.4</i>	<i>79</i>
Figura 4.E.5.a	80
<i>Escala das respostas dos estudantes na questão E.5</i>	<i>80</i>
Tabela 4.E.5	80
As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.5	80
Figura 4.E.5.b	82
<i>Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.5</i>	<i>82</i>
Figura 4.E.6.a	83
<i>Escala das respostas dos estudantes na questão E.6</i>	<i>83</i>
Figura 4.E.6.b.	85
<i>Escala das respostas dos estudantes na questão E.6</i>	<i>85</i>
Figura 4.E.7	86
<i>Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.7</i>	<i>86</i>
Figura I.1	100
<i>Onde descarregar o Software Tracker</i>	<i>100</i>
Figura I.2	100
<i>Aplicação Tracker</i>	<i>100</i>
Figura I.3.a	101
<i>Importar o vídeo</i>	<i>101</i>
Figura I.3.b	101
<i>Abrir o vídeo</i>	<i>101</i>
Figura I.4.a	102

<i>Quadro Inicial</i>	102
Figura I.4.b	102
<i>Quadro Final</i>	102
Figura I.5	102
<i>Bastão de calibração</i>	102
Figura I.6	103
<i>Eixos de Coordenadas</i>	103
Figura I.7	103
<i>Trajectoria e escolha de nova Massa Pontual</i>	103
Figura II.1	105
<i>Atividade de queda livre</i>	105
Figura II.2	107
<i>Atividade de Leis de Newton</i>	107
Figura II.3	108
<i>Atividade de Pêndulo</i>	108
Figura II.4	109
<i>Colisão perfeitamente inelástica</i>	109

Lista de Abreviaturas

EUA	ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA
OSP	<i>OPEN SOURCE PHYSICS</i>
RDTL	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DE TIMOR-LESTE
EP	ENSINO PRIMÁRIO
UNTL	UNIVERSIDADE NACIONAL TIMOR LOROSA'E
FEAH	FACULDADE DA EDUCAÇÃO ARTE E HUMANIDADES
MRU	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME
MRUV	MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Introdução

No ensino da Física, a realização de atividades práticas (nomeadamente as experimentais) é uma parte muito importante para o desenvolvimento de competências dos estudantes e também para o entendimento de leis físicas e conceitos científicos (Sarjono, 2018).

Dependendo da forma como as atividades práticas são implementadas, pode-se argumentar que elas podem estimular a criatividade dos estudantes. De acordo com Araújo e Abib (2003), ao desenvolver uma atividade experimental no ensino de física, os estudantes podem analisar os resultados obtidos e a sua análise estimular a discussão entre professores e alunos. Isso significa que as atividades experimentais são importantes para dinamizar as aulas e potenciar a aprendizagem dos alunos. Quando a atividade prática envolve a resolução de um problema ou o desenvolvimento de um projeto, criam-se condições que estimulam o desenvolvimento da criatividade nos estudantes¹. Além disso, segundo Andrade e Massabni (2011), a atividade prática permite aos estudantes realizar um conjunto de observações, o que também incentiva a elaboração e criação de hipóteses.

O desenvolvimento de competências é fundamental para os estudantes em qualquer nível de ensino, sendo a criatividade e a resolução de problemas duas componentes essenciais para que estas competências sejam desenvolvidas e mobilizadas (Rezende et al., 2004).

Em locais sócio-economicamente menos favorecidos, existe alguma dificuldade de implementação de atividades práticas e laboratoriais por falta de equipamentos e infraestruturas físicas. Em temas científicos envolvendo a gravação de imagens de corpos em movimento, a utilização de um *software* de computador para a análise de vídeos pode ajudar a minimizar tais efeitos se as atividades presenciais forem substituídas ou complementadas por filmagens da execução dessas mesmas atividades. Barbeto e Yamamoto (2002) afirmam que a análise de vídeo através do uso de um *software* não deve ser utilizada para

¹ <https://www.pilgrimsoul.com/home/creativity-in-problem-solving-innovation>

eliminar as aulas práticas laboratoriais, mas sim fornecer aos estudantes uma ajuda extra no estudo de fenómenos reais, para que eles possam ser compreendidos com maior clareza. Para estudos fenomenológicos e de modulação em Física através de filmagens, pode-se utilizar um *software* de uso livre chamado Tracker (Carvalho et al., 2014).

Cordeiro e Rodrigues (2019) explicam que o Tracker (Brown & Cox, 2009) é um *software* livre, desenvolvido por Douglas Brown, professor emérito da Cabrillo College situada na cidade de Santa Cruz, Califórnia, EUA, no âmbito do projeto *Open Source Physics* (OSP). Este *software* permite realizar a análise de vídeos quadro a quadro, possibilitando o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmaras digitais, webcams de computadores comuns ou telemóveis. É um programa gratuito e também fácil de se utilizar. Por essa razão, o Tracker vem sendo cada vez mais utilizado no ensino de Física (Parreira, 2018).

Apesar de ser possível utilizar o Tracker em outras áreas da Física que não a mecânica, é intuitivo pensar em atividades que envolvem o movimento de objetos, por isso, a maioria das atividades práticas a serem analisadas com o Tracker pertencem à mecânica. Pode-se, então, analisar o movimento de um objeto a partir das suas posições ao longo do tempo (que define a sua trajetória) e obter diversas outras informações sobre tal objeto, como por exemplo, a sua velocidade, deslocamento, aceleração, energia cinética, entre outras grandezas físicas, tendo por base a utilização do método de Euler para o cálculo indireto de várias grandezas físicas (Parreira, 2008). O programa fornece ainda gráficos que relacionam diferentes pares de grandezas, bem como a possibilidade de ajustar funções físico-matemáticas aos gráficos obtidos.

Com a utilização do Tracker por parte dos alunos, o professor pode colocar-se fora do centro do ensino, assumindo um papel de moderador e explorar mais a criatividade e os aspetos psicomotores dos estudantes. Bezerra et al. (2012) afirmam que o *software* Tracker permite, assim, que os estudantes se tornem agentes centrais e mais ativos nas atividades experimentais por análise de vídeo do que acontece com abordagens mais tradicionais.

1. Contextualização

1.1 Contexto educativo em Timor Leste

Timor-Leste é um país novo, cuja independência é recente. Isto significa que está em processos iniciais de desenvolvimento social, económico e educacional.

O sistema educativo em Timor-Leste passou por profundas transformações, reformas e fases de transição, com impacto bastante acentuado no processo de ensino-aprendizagem. Algumas etapas importantes nesta evolução do processo educativo, foram:

- a. até 1975: currículo único para todo o território nacional; língua portuguesa como única língua de ensino;
- b. de 1976 a agosto de 1999: implementação do currículo indonésio e proibição total da língua portuguesa, tanto no ensino como na administração;
- c. de 1999 até 2002: desde o período pós-referendo até ao estabelecimento do 1.º Governo Constitucional, ocorreu a implementação de um ensino de transição; ou seja, a substituição gradual da língua indonésia pelo português;
- d. A partir de 2002: grande evolução desde o período pós-referendo (2002), com maior intensidade a partir da vigência do 4.º Governo (2007-2012), sobretudo com a publicação da Lei de Bases da Educação (LBE), aprovada em outubro de 2008 (Araújo et al., 2018).

Após discussão pública sobre a questão da identidade do povo timorense, o português e o tétum tornaram-se as línguas oficiais, com o inglês e o indonésio muitas vezes as línguas faladas e também utilizadas em ambientes de trabalho. O artigo 8.º da Lei de Bases, intitulado Línguas do sistema educativo, define que “as línguas de ensino do sistema educativo timorense são o tétum e o português” (Cassiani et al., 2012, p. 191). Na governação do 4.º, 5.º e no 8.º Governo Constitucional da República Democrática de Timor-Leste (RDTL), criou-se a Lei de Base da Educação e alguns diplomas ministeriais relacionados à educação e às matérias associadas a ela (Paulino, 2022). Devido a estas diversas mudanças no sistema educativo, muitos desafios apareceram. Houve uma alteração do

currículo local baseado no currículo Indonésio, para um novo currículo focado nas necessidades de Timor-Leste. Esta adequação levou em consideração a língua Portuguesa e também como a abordagem do ensino seria feita.

Nessa perspetiva, o Plano Estratégico Nacional da Educação (2011-2030) realça que os professores devem receber formação sobre a implementação do currículo e os respetivos guias do professor. Os desafios relacionados com o novo currículo incluem a introdução do uso das línguas oficiais, tendo-se tornado claro que os professores precisavam de mais formação para implementar integralmente o currículo.

Os currículos sucedem-se para adequar o sistema educativo de um país aos desígnios nacionais. O governo de Timor-Leste, por via da cooperação internacional, implementou sérias reformas no sistema educativo, a começar pela reestruturação do currículo do ensino primário (EP). Relacionado ao currículo, especificamente na escola secundária geral de Timor Leste em 2009, o Ministério da Educação de Timor-Leste, em colaboração com a Universidade de Aveiro, implementou o projeto Falar Português, do qual resultou a produção dos novos materiais curriculares – plano curricular, programas das disciplinas, manuais do aluno e guias do professor.

Para melhorar a qualidade da educação em Timor-Leste, é necessário avaliar também o desempenho dos docentes de uma instituição de ensino superior, porque os docentes são formadores dos professores e têm um papel importante na promoção e desenvolvimento do sistema de educação do país. De acordo com Jesus (2019),

Os professores só poderão ter um bom desempenho nas suas funções se estiverem na posse de conhecimentos que os habilitem a tais funções. Estes conhecimentos são adquiridos por meio do processo formal do ensino, em salas de aula, através de experiências profissionais acumuladas ao longo do tempo e através da formação e da investigação. (p. 5)

Além disso, não apenas na perspectiva dos docentes mas também na dos estudantes, a qualidade do ensino precisa ser sustentada por uma boa infraestrutura educacional, como biblioteca e equipamentos de laboratório.

Paulino et al. (2019) descrevem que na Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL) existe uma biblioteca central, uma biblioteca de pós-graduação, bibliotecas das faculdades e bibliotecas dos departamentos. Contudo, isso é contrário à observação desta investigadora, pois no departamento do ensino da Física no qual a investigadora leciona, não há qualquer biblioteca que dê suporte aos docentes e aos estudantes. A maioria dos docentes compra os livros e manuais do seu próprio bolso ou procura referências na internet. No que respeita aos equipamentos de laboratório, estes ora estão incompletos, ora não funcionam. Araújo e Abib (2003), citados por Pena e Filho (2009), destacam que o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física, tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se ensinar e aprender Física, de modo significativo e consistente. Isso se torna um obstáculo aos docentes da UNTL na implementação do processo de aprendizagem, quando os equipamentos de laboratório não o suportam.

1.2 Universidade Pública em Timor Leste (Universidade Nacional Timor Lorosa'e)

A Universidade Nacional Timor Lorosa'e é a primeira e única universidade pública do novo país de Timor-Leste, fundada em 17 de novembro de 2000 (Pinto, 2012). A UNTL foi concebida com o intuito de responder aos desafios e requisitos de formação dos recursos humanos de Timor-Leste. Esta universidade é constituída por 9 faculdades², sendo uma dessas a Faculdade da Educação, Arte e Humanidades (FEAH). O departamento de ensino de Física é um dos departamentos da FEAH.

Até à data, no departamento do ensino de Física só existe um laboratório de Física para as diferentes unidades curriculares. O equipamento do laboratório é

² <https://untl.edu.tl/pt/universidade/historia>. Portal da Universidade Nacional Timor Lorosa'e. Consultado em 21 de novembro de 2022

muito desproporcional ao número total de alunos que ingressam no departamento: a cada ano, a média de alunos admitidos no departamento é superior a 100 alunos. Portanto, não é possível realizar atividades práticas de laboratório (Freitas, 2018). Os alunos são repartidos por várias turmas, nomeadamente cerca de 3 ou 4 turmas, para poderem aceder às instalações disponíveis.

Atualmente, muitos dos equipamentos de laboratório encontram-se avariados e não houve nenhuma adição ou reparação por indicação do governo. Além disso, o departamento ainda não possui um assistente de laboratório responsável pelos equipamentos laboratoriais. De fato, em cada período de substituição de cada diretor de departamento, o departamento de Física apresentou muitas vezes propostas para pedidos de equipamentos de laboratório, mas não houve resposta do governo. Por isso, às vezes, os professores utilizam apenas materiais simples para as atividades práticas. Cabral (2014) afirmou que para o sucesso das atividades prático-laboratoriais no ensino das Ciências Físicas, é normalmente aconselhável a existência de um espaço apropriado (laboratório) ou, no mínimo, um conjunto de materiais de laboratório que possa ser levado para uma sala. Por isso, é necessário para a realidade timorense que os professores utilizem equipamentos de laboratório/materiais simples para a implementação das atividades laboratoriais nas escolas, com o objetivo de substituir os equipamentos laboratoriais que se encontrem danificados. Por esses motivos, há desafios e constrangimentos na implementação das atividades práticas e laboratoriais de Física na UNTL. Ademais, Godinho (2021) afirmou que no ensino de Física, explorar as novas tecnologias com recurso a algum *software* pode tornar a aula mais interessante, para além de promover a curiosidade dos alunos. É por isso que a utilização do Tracker se torna tão importante para colmatar as dificuldades encontradas, nomeadamente na área da Mecânica Newtoniana.

1.3 Utilização da tecnologia no ensino de física

1.3.1. A Importância das Estratégias de Aprendizagem

A física é uma ciência que está relacionada com o mundo natural (Harefa, 2019). Portanto, faz sentido que as disciplinas de Física sejam ensinadas e estudadas nas escolas. Em Timor Leste, a disciplina de Física do equivalente 3.º Ciclo do

Ensino Básico chama-se “Ciências Físico-Naturais”, enquanto que no Ensino Secundário é conhecido pelo nome de “Física”, que também está incluída no exame nacional.

Na área da educação, os professores podem inovar e ser criativos nas estratégias de ensino, o que pode facilitar a compreensão dos conteúdos de Física por parte dos alunos. Os alunos não devem apenas memorizar matéria factual e expressões matemáticas, também devem ser capazes de se apropriar dos conceitos e significados das leis físicas.

Refira-se, a propósito, que os conceitos podem ser divididos em 3 categorias: concretos, semi-abstratos (também chamados de intermédios) e abstratos (Herron & Cantu, 1978, citado por Morais, A. M., & Neves, I. P. 2007). Os abstratos são muitas vezes de difícil compreensão até mesmo aos alunos do ensino secundário, pois implicam a compreensão de atributos ou de definições que estão na génese de cada conceito bem como os exemplos em que estes intervêm. Tais conceitos requerem que os alunos estejam num nível de desenvolvimento cognitivo que lhes permita realizar abstrações mentais. As atividades práticas facilitam o processo de aprendizagem dos conceitos abstratos, tornando-os intermédios; por seu turno, as atividades experimentais com equipamentos de laboratório ou utilizando materiais simples, tornam-se igualmente fundamentais para a aprendizagem das leis, e estabelecem relações entre conceitos.

Portanto, torna-se importante que os alunos aprendam a observar os fenómenos, analisá-los e, então, tirar conclusões acerca do que foi observado. O professor deve estar atento para também tirar conclusões sobre a aprendizagem dos alunos. Hoernig e Pereira (2004) afirmam que as atividades práticas podem ajudar os estudantes na construção do conhecimento científico, pois assim observam os fenómenos de forma clara e concreta. Então, as estratégias de ensino não devem ser apenas um amontoado de abordagens teóricas, mas também devem compreender atividades de índole prática e teórico-prática.

1.3.2. Aplicação (*Software*) Tracker

Existem muitas aplicações que oferecem suporte à aprendizagem e que são interessantes para os alunos. Uma delas é a aplicação (ou *software*) Tracker. O

Tracker é um *software* de análise de vídeo e ferramenta de modelação gratuita escrito em Java, criado no âmbito do projeto Open Source Physics - (OSP) (Alves et al., 2019). Bonventi e Aranha (2015) afirmaram que o Tracker é uma plataforma de estudo de movimentos com muitas funcionalidades, que permite um ajuste de funções bastante preciso na análise dos dados. Portanto, esta aplicação pode ser usada para facilitar a análise de um vídeo do movimento de um corpo, em atividades experimentais de Física. Também pode auxiliar no processo de medição e criação automática de gráficos associados a esse movimento.

Neste sentido, estamos convictos que a análise de vídeo é uma técnica digital que permite facilitar a realização de atividades experimentais para o ensino de Física, especificamente na área da mecânica, com o objetivo de facilitar o entendimento de conteúdos de Física pelos estudantes.

1.4 Conteúdos em Mecânica Newtoniana

A Mecânica Newtoniana é a área da física que estuda as forças e os movimentos dos corpos ou sistemas de corpos. Esta área divide-se em três partes: Cinemática, Dinâmica e Estática. De acordo com Barbosa (2004),

A Mecânica é o estudo dos movimentos de corpos materiais, a ciência que descreve e prediz as condições de repouso ou de movimento de corpos sob a ação de forças. (p. 2)

O autor também explica ainda que “a Cinemática é o estudo do movimento do corpo em relação ao tempo, à sua trajetória, à sua velocidade e à sua aceleração” (p.2).

e que

A Dinâmica estuda os sistemas em movimento, nos quais a aceleração está presente, por meio da Cinética e da Cinemática. Por sua vez, a Cinética estuda as forças associadas ao movimento do corpo. (p.2)

Em Dinâmica, introduz-se o conceito de força. Esse tópico foca-se sobre os movimentos que ocorrem sob a ação de uma dada força.

Barbosa (2004) acrescenta que

A Estática é o ramo da Mecânica que estuda os sistemas que estão em estado de movimento constante ou repouso (p. 2)

Neste trabalho, foram selecionados quatro tópicos da mecânica para serem trabalhados a partir da análise de vídeos, utilizando o programa Tracker. Os tópicos abordados foram: queda livre, forças e movimentos (movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado), movimento do pêndulo simples e colisão perfeitamente inelástica.

1.4.1. Queda Livre

O movimento de queda livre é aquele de um corpo em queda, sujeito apenas à aceleração gravítica.

O filósofo Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que a massa de um objeto poderia influenciar no tempo de queda para uma certa altura. No entanto, Galileu Galilei (1564-1642 d.C.) reforçou a ideia de que qualquer afirmação deve ser baseada em medições experimentais e observações cuidadosas, chegando à conclusão de que objetos com massas diferentes (pesados e leves), quando abandonados da mesma altura, caem simultaneamente, atingindo o solo ao mesmo tempo. Em outras palavras, removendo o efeito do ar sobre o movimento, pode-se observar que objetos grandes e pequenos, sofrem a mesma aceleração constante para baixo, conhecida como aceleração gravítica, representada, normalmente, pela letra g . O valor desta aceleração, na Terra, independe das características do objeto, como massa, densidade e forma, e apenas depende da massa da Terra e da distância dos objetos ao centro da Terra. O seu valor depende do local, mas regra geral, é de aproximadamente $9,81 \text{ m/s}^2$, à superfície da Terra (Halliday, 2016, citado por Alves, Ribeiro e Silva, 2022).

O movimento de queda livre vertical dos corpos próximos à superfície da Terra (figura 1.4.1) pode ser descrito pela equação (1), dada por:

$$y_f = y_i + v_i t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

onde y_i e v_i são a posição e velocidade iniciais do movimento e t é o tempo contado a partir do início do movimento (figura 1.4.1).

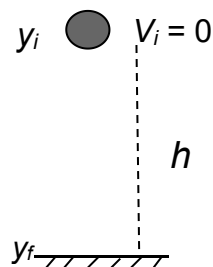
Figura 1.4.1*Corpo deixado cair livremente da altura h* 

Figura 1.4.1- acervo da autora

Esta equação será utilizada como modelo matemático no ajuste aos dados extraídos do vídeo analisado com o Tracker, para determinar o valor da aceleração gravítica local de dois objetos com massas diferentes, que caem de uma mesma altura.

1.4.2. Forças (Leis de Newton)

As três leis de Newton foram desenvolvidas pelo físico, matemático e astrónomo inglês Isaac Newton, que nasceu a 25 de dezembro de 1642 e morreu a 20 de março.

- A primeira Lei de Newton.

Newton aperfeiçoou as ideias de Galileu sobre o movimento e formulou a sua primeira lei, conhecida como lei da inércia. A primeira Lei é (Hewitt, 2015) "todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que uma força resultante não nula seja exercida sobre ele" (p. 26).

Assim, todo objeto permanecerá em repouso ou mover-se-á retilineamente com velocidade constante se a resultante das forças externas que atuam sobre o objeto for zero. Isso pode ser ilustrado quando um livro é colocado sobre uma mesa. Como a resultante das forças externas que atuam no livro (força gravítica e reação normal exercida pelo tampo da mesa) se equilibram, o livro permanecerá imóvel. Da mesma forma, quando um objeto no espaço se move retilineamente com velocidade constante, ele permanecerá com esse movimento se a resultante das forças que nele atuam for nula. Isto pode ser expresso como $\vec{F}_R = 0$,

implicando assim que a velocidade é constante e, como tal, que a aceleração do objeto é nula.

- A segunda Lei de Newton.

A Segunda Lei de Newton estabelece que a aceleração de um objeto atuado por uma força externa ou uma resultante de forças externas é diretamente proporcional ao valor da força ou da resultante das forças nele exercidas e inversamente proporcional à sua massa (Halliday & Resnick, 1983). Isso pode ser formulado da seguinte forma: $\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}_R}{m}$. A partir dessa equação, pode-se explicar que, se for aplicado a um objeto um conjunto de forças, cuja resultante seja diferente de zero, o objeto experimentará uma mudança na sua velocidade, indicando a existência de uma aceleração (figura 1.4.2).

Figura 1.4.2.a

O valor da aceleração de um corpo é diretamente proporcional ao valor da resultante das forças que atua sobre o corpo de massa m

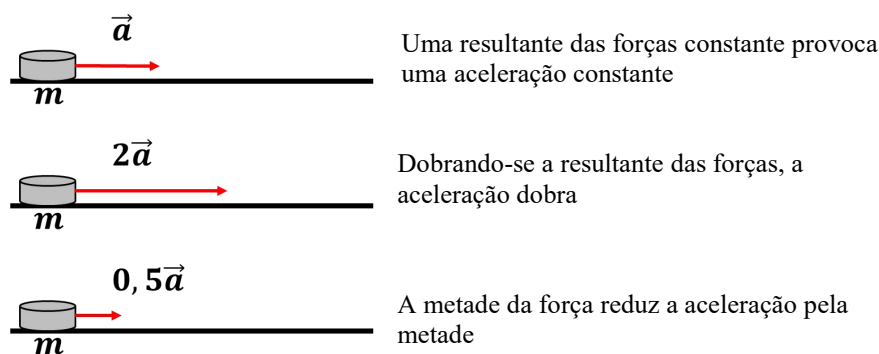


Figura 1.4.2.a- acervo da autora

Figura 1.4.2.b

Para uma resultante das forças ($\Sigma \vec{F}_R$) atuando sobre um corpo, a aceleração é inversamente proporcional à massa do corpo. As massas se somam como escalares comuns

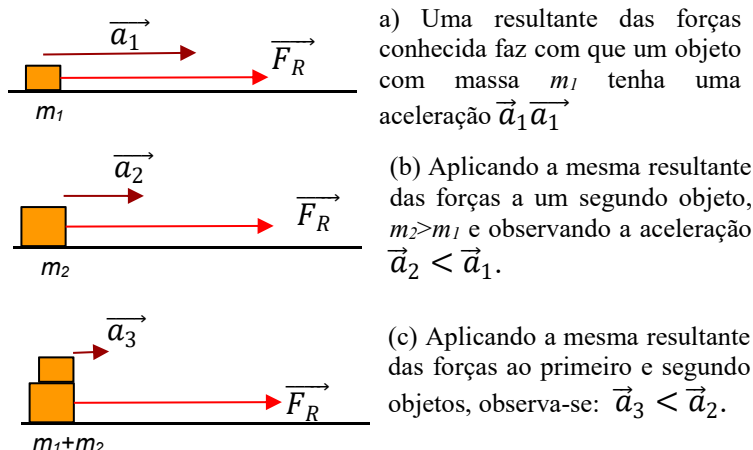


Figura 1.4.2.b- acervo do autor

- A Terceira Lei de Newton.

De acordo com Halliday e Resnick (1983),

A Terceira Lei de Newton pode ser enunciada como a cada ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações mútuas de dois corpos, um sobre o outro, são sempre iguais e dirigidas para partes contrárias. (p. 83)

Isso significa que a ação e a reação são forças de igual intensidade e têm a mesma direção (a linha que passa pelos dois corpos), mas com sentido oposto. Estas forças estão sempre aplicadas em corpos diferentes, pelo que envolvem sempre pelo menos dois corpos.

1.4.3. Movimento harmónico (pêndulo simples)

Um objeto de massa m , preso na extremidade de um fio com comprimento l , que faz um ângulo θ pequeno ($< 10^\circ$) com a direção vertical (figura 1.4.3) e descreve um movimento periódico, constitui um pêndulo simples, se a massa do fio for

desprezável, se o fio for inextensível e se a massa puder ser considerada pontual (Young & Freedman, 2016).

Para caracterizar a tensão $\vec{F}$ do fio e o período T do movimento pendular, precisamos de duas equações nas direções principais do referencial XY. Podemos calcular a aceleração centrípeta, cujo sentido aponta para o centro da trajetória circular descrita pelo pêndulo, bem como a aceleração tangencial responsável pelo movimento do pêndulo, usando as forças que atuam sobre ele como mostra a figura 1.4.3:

Figura 1.4.3

Movimento Harmónico Simples

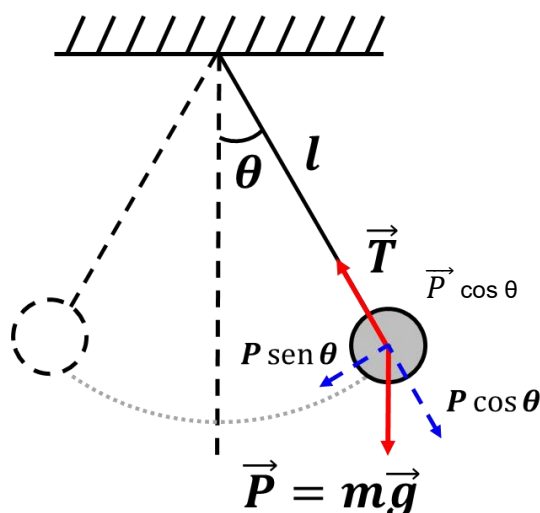


Figura 1.4.3- acervo da autora

Baseando-nos na segunda Lei de Newton, temos que a aceleração tangencial $\vec{a}_t$ do pêndulo é obtida pela relação:

$$m \vec{a}_t = - mg \sen \theta \vec{e}_t \quad (2)$$

em que $\vec{e}_t$ é o versor na direção tangente à trajetória descrita pelo pêndulo; ou seja, podemos escrever a equação anterior da forma:

$$m \vec{a}_t = - mg \sen \theta$$

Portanto,

$$a_t + g \sen \theta = 0 \quad (3)$$

Sendo o ângulo θ menor do que 10° , e x é a posição do pêndulo no eixo x , então: $\sin \theta \approx \frac{x}{l}$. Usando uma notação equivalente de (3) em ordem a x , temos então que:

$$\ddot{x} + x \frac{g}{l} = 0 \quad (4)$$

Pode-se mostrar que a equação do movimento de um pêndulo simples, em geral é

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

onde A é amplitude do movimento, ω é a frequência angular e φ é uma fase que atende as condições iniciais, constitui uma solução da equação diferencial (4).

Mostra-se ainda que a frequência angular é dada por $\omega^2 = \frac{g}{l}$.

Como $\omega = 2\pi f$ e $f = T^{-1}$, temos que:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (6)$$

Daqui resulta que o período do movimento pendular é obtido pela expressão:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (7)$$

1.4.4. Colisão

“Um choque ou uma colisão é um contacto de curta duração entre dois ou mais corpos” (Silvestre e Teixeira, 2022, p. 177). Na verdade, existe uma pequena diferença, embora subtil, entre estes dois conceitos: quando existe contacto físico a colisão designa-se por choque, quando não existe contacto físico (por exemplo, na colisão de ímanes da mesma polaridade) então chama-se simplesmente colisão.

Podemos aplicar os princípios da conservação do momento às colisões de partículas (Halliday & Resnick, 1983) quando estas ocorrem só por ação de forças internas e, também, verificar em que situações pode haver também conservação da energia do sistema. Quando as partículas colidem, é possível estabelecer uma separação entre um instante antes do choque e depois do choque. Na ausência de forças externas ao sistema (atrito, etc.), o momento linear total

dos corpos depois do choque ($\vec{p}$) é igual ao momento linear total dos corpos antes do choque ($\vec{p}$), isto é,

$$\vec{p} = \vec{p} \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n \vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p} \quad (8)$$

Admitindo que o movimento dos corpos é sempre unidirecional (segundo o eixo x), então a equação (8) reescreve-se:

$$\vec{p} = \vec{p} \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n m_i v_i \vec{i} = \sum_{i=1}^n m_i v_i' \vec{i} \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n m_i v_i = \sum_{i=1}^n m_i v_i' \quad (9)$$

No caso de uma colisão ou choque unidimensional entre dois corpos, a equação 9 toma a seguinte forma particular:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2' \Leftrightarrow m_1 (\vec{v}_1 - \vec{v}_1') = m_2 (\vec{v}_2' - \vec{v}_2) \quad (10)$$

As energias cinéticas totais antes (E_c) e depois (E_c') do choque são, neste caso:

$$E_c = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$E_c' = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

Logo a variação de energia cinética é

$$\Delta E_c = E_c' - E_c = \frac{1}{2} m_1 (v_1'^2 - v_1^2) + \frac{1}{2} m_2 (v_2'^2 - v_2^2) \quad (11)$$

Esta equação pode ser reescrita na forma:

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m_1 (v_1' - v_1)(v_1' + v_1) + \frac{1}{2} m_2 (v_2' - v_2)(v_2' + v_2)$$

O coeficiente de restituição da colisão, designado por C_R , ou simplesmente e , é definido como $C_R \equiv e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2}$.

As colisões podem, então, ser classificadas com base na conservação (ou não) da energia cinética numa colisão.

❖ A colisão é elástica se a energia cinética é conservada.

Num choque elástico unidimensional com a condição de $m_1 = m_2$ ($C_R = 1$), os dois corpos simplesmente trocam de velocidades após o choque. Neste caso,

as velocidades dos corpos 1 e 2 trocam de sinal e permutam os valores. Por exemplo: colisões entre partículas, ou átomos, como a figura 1.4.4.a.

Figura 1.4.4.a

Velocidade dos corpos A e B antes e depois de uma colisão elástica

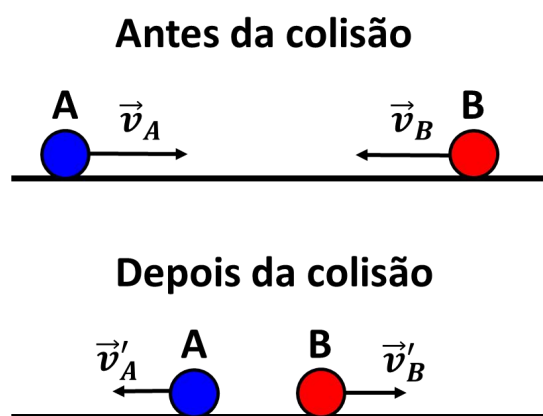


Figura 1.4.4.a- acervo da autora

- ❖ A colisão é inelástica se a energia cinética não é conservada.

A energia cinética final é menor do que o seu valor inicial ou a energia final pode exceder a inicial quando a energia potencial interna for liberada durante a colisão.

Na ausência de libertação de energia potencial interna, as colisões inelásticas podem ser classificadas de duas formas: perfeitamente inelásticas, quando após a colisão os corpos movem-se em conjunto ($C_R = 0$) e inelásticas ($0 < C_R < 1$).

O exemplo da colisão perfeitamente inelástica entre partículas pode ser observado na figura 1.4.4.b. Após a colisão, as partículas seguem juntas.

Figura 1.4.4.b

Após uma colisão perfeitamente inelástica, os dois objetos seguem juntos na mesma direção como se fossem um único objeto

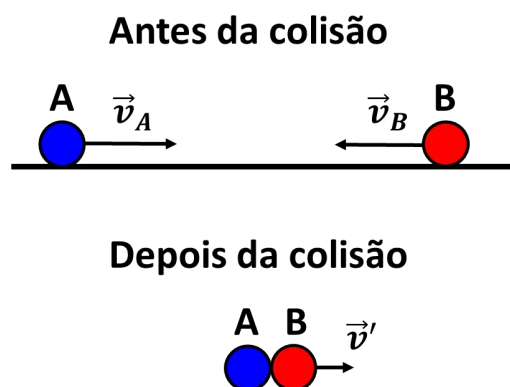


Figura 1.4.4.b- acervo da autora

Na colisão perfeitamente inelástica, a perda de energia cinética é máxima. Por exemplo: o choque entre uma bala e um alvo, quando a bala fica encravada no alvo.

A colisão é inelástica quando a energia cinética após a colisão é menor que a energia cinética antes da colisão. Um exemplo de colisão inelástica entre partículas pode ser observado na figura 1.4.4.c.

Figura 1.4.4.c

Após uma colisão inelástica, as esferas afastam-se com velocidade relativa diferente da velocidade de aproximação

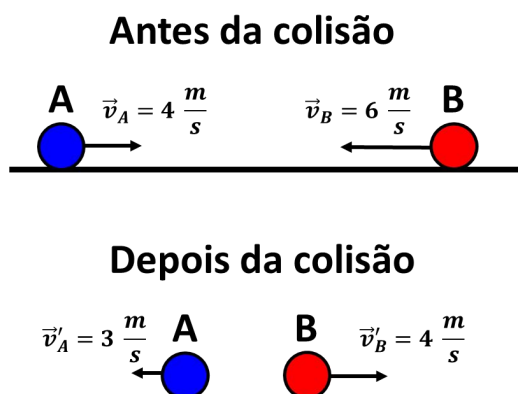


Figura 1.4.4.c- acervo da autora

Segundo Silvestre e Teixeira (2022), numa colisão pode acontecer quando:

- Todos os corpos intervenientes conservam sua integridade.
- Um dos corpos intervenientes fragmenta-se em vários pedaços.
- É transferida a massa de um corpo para outro (por exemplo, um pedaço de um corpo fica agarrado a outro).
- Um ou mais corpos coalescem num só (ou seja, passam a mover-se em conjunto). (p. 177)

Além disso, estes autores caracterizam os choques em duas classificações com base na direção da velocidade antes e depois da colisão: choque unidimensional e choque bidimensional. Num choque unidimensional, as velocidades de partículas, antes e depois do choque, têm a mesma direção, exemplo que podemos tomar para eixo dos xx . Em uma colisão bidimensional, pode acontecer quando os corpos se movimentam em direções diferentes, antes ou depois da colisão.

Relacionar a teoria e a prática nos diversos campos da Física é uma necessidade. Para a mecânica, em especial, a análise de dados obtidos por análise de vídeo permite criar esta relação na ausência de equipamentos laboratoriais. Aliás, mesmo quando há algum tipo de material laboratorial disponível, como por exemplo o *ticker tape timer*³, ainda assim pode ser preferível fazer uso da análise de vídeo, pois ocorrem erros na leitura do tempo com o cronómetro quando o fenómeno é relativamente rápido (Lusia e Rahardjo, 2017, p. 64), o que pode influenciar os resultados experimentais. Então, pode-se dizer que esse equipamento não é efetivo. Com a utilização do *software* Tracker e uma gravação de vídeo com elevada taxa de aquisição (por exemplo, 500 quadros por segundo, ou fps), Magarinus et al. (2015) afirmam que podemos observar os gráficos da posição, da velocidade e da aceleração em função do tempo. Assim, podemos

³ Em português é um marcador de tempo. Este é um dispositivo de laboratório de física utilizado para registar o movimento de um objeto fazendo marcas periódicas numa fita adesiva, que é Em português é um marcador de tempo. Este é um dispositivo de laboratório de física utilizado para registar o movimento de um objeto fazendo marcas periódicas numa fita adesiva, que é fixada no objeto em movimento. A distância entre as marcas permite o cálculo da velocidade e da aceleração.

saber as características do movimento de um objeto e obter os valores da velocidade e da aceleração.

2. Problema e Objetivos da Investigação

Antes de realizar uma investigação, é importante primeiro identificar qual o problema que está ocorrendo, para que uma solução possa ser encontrada no final desta investigação.

De acordo com Pocinho (2012), o problema é uma questão proposta em busca de uma solução. Esta etapa do processo de investigação ocupa uma posição importante entre os fundamentos teóricos da investigação e a prática científica.

Para solucionar o problema da investigação, é frequente fazer-se uso de recursos educativos específicos, construídos para o efeito ou facilmente adaptáveis para os objetivos da investigação. No caso presente, o *software* Tracker é uma ferramenta para a aprendizagem de física especialmente concebida para potenciar a aprendizagem na área curricular de mecânica, pois permite auxiliar a determinar as características do movimento de um objeto e determinar o valor da velocidade e aceleração do movimento. Assim, professores e estudantes que anteriormente só conseguiam realizar atividades práticas utilizando materiais simples e pouco precisos e memorizando conceitos, poderão facilmente realizar análises gráficas e, por exemplo, visualizar as diferenças nas características de um movimento uniforme e um movimento uniformemente variado. Os estudantes podem, desta forma, realizar as atividades de forma individual ou em grupo com este tipo de aplicação para computador. Nas referências são destacadas a importância do *software* Tracker em atividades experimentais.

Como indicado por Magarinus et al. (2017), que “para auxiliar os alunos na resolução dos problemas e na exploração dos conteúdos, pode utilizar o *software* Tracker”. (p. 482)

Assim, como destaca da Silva Fontes et al. (2019), “com esse *software*, professores e alunos podem criar, filmar e analisar experimentos com câmeras digitais caseiras, reduzindo os custos operacionais e o tempo de preparação dos experimentos”. (p. 46)

Como tal, com a implementação do *software* Tracker nas aulas de mecânica, espera-se que ele possa trazer benefícios para a prática letiva, para o processo de ensino-aprendizagem e como fator motivacional para os estudantes, construindo uma prática inovadora na utilização da tecnologia na aprendizagem.

2.1. Problema da Investigação

Neste trabalho especifica-se como público-alvo os estudantes universitários da Universidade Nacional Timor Lorosa'e da disciplina de Mecânica Clássica, que apresentam habitualmente uma falta de motivação e desinteresse nas aulas de Física. Refira-se que no departamento de ensino de física, além dos problemas acima referidos, existem outros que podem ser ultrapassados com recurso ao uso do *software* Tracker no ensino. Entre estes problemas estão aqueles que motivam essa investigação, a falta de infraestruturas experimentais nos laboratórios devido a muitos equipamentos estarem avariados e não funcionarem corretamente, bem como à ausência de apoio técnico nomeadamente de mecânica ou de eletrónica, sendo cada docente responsável pelo laboratório de ensino que leciona e respetivo equipamento científico. A maioria dos docentes utiliza o método expositivo (tradicional) dando aulas por palestra e explicação transmissiva de conhecimentos, o que leva os estudantes a perderem a motivação e interesse nas aulas, tornando-se passivos no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, há uma necessidade urgente de preparar os futuros professores com metodologias diferentes, nomeadamente apoiadas em tecnologias digitais.

2.2. Questões da Investigação

Com base no problema identificado, podemos formular um conjunto de questões que vão orientar este trabalho de investigação.

- De que forma a análise de vídeos pode motivar os alunos no ensino e aprendizagem da Mecânica?
- Será que a análise de vídeos pode suprir a ausência de condições laboratoriais para o ensino da Mecânica?
- Quais perceções têm os estudantes sobre a aprendizagem de conceitos de Mecânica por meio da análise de vídeos?

2.3. Objetivos da Investigação

A partir da problemática apresentada, os objetivos do trabalho são proporcionar um ensino ativo com a utilização do *software* Tracker, de modo a motivar os estudantes a terem um papel mais ativo na sua própria aprendizagem.

Para alcançar esse objetivo específico, traçamos como objetivos gerais:

- Analisar vídeos de Mecânica usando a aplicação (o *software*) Tracker pode suprir a ausência de condições laboratoriais no ensino da Mecânica.
- Analisar como os estudantes avaliam as atividades com vídeo implementadas na investigação.
- Investigar como os estudantes se sentem motivados pelas atividades envolvendo a análise de vídeo.
- Analisar os comentários dos estudantes quanto à sua percepção de aprendizagem

3. Metodologia de Investigação

Este estudo envolveu uma investigadora que é professora e com experiência de lecionação na unidade curricular de Mecânica no departamento de física da UNTL, possuindo também experiência na utilização de computadores como recurso educativo. Para atingir os objetivos da investigação, a investigadora ministrou aulas para os estudantes que frequentaram a unidade curricular de mecânica, especialmente os estudantes do 6.º semestre. A recolha de dados foi realizada por meio de questionários e entrevistas com os estudantes.

As fases da investigação incluíram:

- Selecionar um programa informático de análise de vídeo: o *software* Tracker.
- Construir ou escolher 4 vídeos sobre mecânica com os temas selecionados para este estudo, nomeadamente o movimento de queda livre, forças (leis de Newton), movimento harmónico simples e colisão perfeitamente inelástica.
- Construir guiões de exploração para serem usados em pequenos grupos.
- Elaborar o questionário para os estudantes.

- Formar o painel com os docentes do departamento de física da UNTL com o objetivo de fazer a validação do questionário antes de o passar aos estudantes.
- Ensinar os estudantes a utilizarem o *software* Tracker e implementar a sua utilização nas aulas.
- Pedir aos alunos que preencham os questionários preparados.
- Fazer uma avaliação descritiva-qualitativa dos questionários utilizando escalas de Likert.
- Elaborar um guião de entrevista para complementar os resultados obtidos pelo questionário.

3.1. Caracterização de Investigação

Esta investigação foi concebida à luz de um estudo do caso, utilizando uma abordagem de análise qualitativa descritiva. A análise descritiva é a fase inicial deste processo de estudo dos dados recolhidos. Foi usado o método qualitativo para organizar, resumir e descrever os aspetos importantes de um conjunto de características observadas, ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos. As ferramentas descritivas utilizadas são tipicamente gráficos, tabelas e também medidas de síntese como percentagens, índices e médias (Reis, 2002). De acordo com Monteiro (2021), a metodologia qualitativa numa investigação ocorre quando o objetivo desta não é a obtenção de dados numéricos, mas para analisar as características do trabalho, dando enfoque à compreensão e discussão acerca dos dados obtidos. E essa investigação tem características (Nunes et al., 2017)

“Relacionadas diretamente aos métodos de recolha de dados aplicados, dentre os quais destacam-se as entrevistas, os grupos focais e os questionários, bem como a revisão sistemática de literatura”. (p. 235)

Também para Creswell (2010) citado por Nunes et al. (2017),

“As questões e procedimentos emergem do próprio contexto onde ela se insere, a recolha dos dados é comumente realizada no ambiente do participante, a análise dos dados é construída indutivamente a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações sobre o significado dos dados são feitas pelo investigador. Desta forma, a investigação qualitativa possui estilo indutivo, foco no significado individual e na complexidade de uma situação. (p. 235)

Assim, consideramos que esta investigação enquadra-se num estudo de caso, tendo por base a natureza do estudo em si, bem como a intenção de melhor compreender o fenómeno de estudo *in loco* e também obter conclusões a partir de uma análise qualitativa das informações obtidas.

Segundo Godoy (1995) citado por Freitas e Jabbour (2011), as características de uma abordagem qualitativa podem ser descritas da forma seguinte:

- a investigação qualitativa tem o ambiente natural com a fonte direta de dados e o investigador como instrumento fundamental;
- a investigação qualitativa é descritiva;
- o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida é a preocupação essencial do investigador;
- os investigadores utilizam o enfoque indutivo na análise de seus dados;
- a investigação qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico inferencial na análise dos dados;
- parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve;
- envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do investigador com a situação estudada, procurando compreender os fenómenos segundo a perspectiva dos participantes da situação em estudo.

➤ População

De acordo com Marroti et al. (2008),

“A população ou universo é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”. (p. 187)

A população deste estudo foi constituída pelos estudantes do sexto semestre distribuídos por duas turmas, nomeadamente a turma A com um total de 38 estudantes e a turma B com um total de 36 estudantes, todos do departamento de Ensino da Física, da Faculdade de Educação, Artes e Humanidade (FEAH) na Universidade Nacional de Timor Lorosa'e, em Díli-Timor Leste.

➤ Amostra

Segundo Marconi e Lakatos (1990),

A amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo. (p. 30)

A amostra desta investigação é de 20 estudantes da turma A e B do sexto semestre, que frequentavam a unidade curricular de mecânica, sendo esta amostragem priorizada para estudantes que possuíam computadores e estudantes selecionados que podiam usar programas de computador. A técnica de amostragem nesta investigação é baseada na técnica de *purposive sampling* (amostragem proposital). Além disso, essa é uma técnica de seleção de amostra não aleatória que é escolhida deliberadamente devido à qualidade da amostra. Etikan et al. (2016) afirmam que essa técnica costuma ser utilizada em investigações qualitativas, onde os investigadores identificam e selecionam amostras experientes, dispostas e capazes de comunicar suas opiniões de forma articulada, expressiva e reflexiva. O principal objetivo da *purposive sampling* é focar em características específicas de uma população que é de interesse, o que lhe permitirá melhor responder às suas questões de investigação. De acordo com Rai e Tapa (2015),

A purposive sample é um subconjunto não representativo de uma população maior e é construída para atender a uma necessidade ou propósito muito específico. (p. 6)

Assim, na amostragem, as amostras são selecionadas da população que possuem determinados critérios e com base em determinados objetivos para as necessidades da investigação.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Técnicas de recolha de dados.

Para estudo, a investigadora selecionou algumas técnicas de recolha de dados. Moresi (2003) define técnica de recolha de dados como “o conjunto de processos e instrumentos elaborados para garantir o registro das informações, o controle e a análise dos dados”. McMillan e Schumacher (2001) citado por Teixeira (2015), também argumentam que a qualidade dos dados obtidos depende de técnica de recolha de dados a fazer na investigação, e analisada em determinado contexto. Com relação às técnicas de recolha de dados, ela afirma que são predominantemente utilizadas na investigação qualitativa, nas perspetivas fenomenológica/interpretativa ou crítica/dialética. Algumas dessas técnicas são: inquérito (por entrevista), observação, uso de diários e análise documental. Para a recolha de dados de forma quantitativa ou qualitativa, podem ser utilizadas também outras técnicas, como o inquérito por questionário.

Neste trabalho, usou-se o inquérito como técnica de recolha de dados, utilizando o questionário para os estudantes universitários, bem como a entrevista.

3.2.1 Observação

A observação é uma técnica de recolha dos dados muito importante durante a pesquisa, especialmente nesta, que é qualitativa. Como declaram Ana e Lemos (2018), através da observação, o investigador pode ver, ouvir e examinar os fatos, os fenómenos que se pretende investigar. Além disso, segundo ele, essa técnica de observação pode possibilitar o estabelecimento de um contato próximo entre o investigador e o fenómeno estudado.

Durante este trabalho, a investigadora fez observações desde o início da gravação do vídeo sobre o tópico de específicos de conceito da mecânica, solicitou aos docentes do departamento de física da Faculdade de Educação, Artes e Humanidade que realizassem a validação do questionário, selecionou amostras, implementou o ensino baseado na análise de vídeos com o aplicativo Tracker, solicitando aos estudantes que apresentassem os resultados da análise dos vídeos através do Tracker, fornecendo feedback a todo o grupo após as atividades. As observações da investigadora foram todas registradas na forma de notas de campo, observando cada atividade e explicando quaisquer dúvidas que ocorreram durante o processo da atividade. De acordo com Driessnack et al. (2007), as notas de campo são extensas anotações feitas por investigadores para auxiliar na realização de observações e investigações sobre o grupo em estudo, de modo que provavelmente não possam ser identificadas numa simples entrevista.

3.2.2 O inquérito

Ghiglione e Matalon (2001) e Carmo e Ferreira (2008) citado por Sá et al. (2021), referem-se ao inquérito como um processo de investigação que tem como objetivo a obtenção de respostas pelas amostras que escolhem via escrita ou oral. A técnica de recolha de dados como inquérito, assume-se em dois formatos por instrumentos de recolha de dados: o questionário e a entrevista (Santos & Henriques, 2021).

Para esta investigação utilizamos a técnica de inquérito por questionário em língua portuguesa. O questionário serviu para descobrir se os estudantes se sentiam motivados e interessados na aprendizagem, nomeadamente após o uso do *software* Tracker, especificamente na área da mecânica.

3.2.3 Questionário

Um questionário é um instrumento utilizado na técnica "inquérito que consiste em perguntas escritas, cujo objetivo é obter respostas de uma amostra selecionada.

Dependendo das características das perguntas, o questionário pode dividir-se em três tipos: aberto, fechado e misto. Na tabela apresenta-se uma distinção entre os

diferentes tipos de questionários, de acordo com a tipologia de Hill e Hill (2008) adotado por Santos e Henriques (2021).

Tabela 3.2.3

Características do questionário conforme a tipologia de Hill e Hill (2008) adotado por Santos e Henriques (2021, p. 14)

Os tipos de questionário	Caraterísticas de respostas	Caráter de informação
Abertas	construídas e escritas pelo próprio respondente	Qualitativa, quando o investigador não tem tempo para efetuar entrevistas ou ainda quando não há muita literatura ou a que existe não dá indicações acerca das variáveis mais relevantes
Fechadas	O respondente tem que escolher entre um conjunto de opções de resposta alternativas fornecidas pelo autor do questionário.	Quantitativa com carácter extensivo, ou quando pretende criar uma nova variável
Misto	misto contempla perguntas de resposta aberta e fechada	qualitativa para contextualizar e complementar a informação quantitativa

Neste trabalho, foi utilizado um questionário misto, no qual os estudantes respondem às questões e têm a oportunidade de justificar as respostas. O questionário neste estudo é composto por várias secções que foram preenchidas pelos estudantes, incluindo:

- ❖ Informações gerais.

Questões que estão relacionadas com os dados pessoais do respondente.

❖ Perceção da aprendizagem.

Questões que descrevem a perceção dos estudantes sobre a situação de aprendizagem da mecânica, após a realização da investigação.

❖ Análises de vídeo do Tracker.

Têm como objetivo verificar se a análise de vídeo utilizando o Tracker pode ajudá-los a compreender melhor os conteúdos e resolver exercícios de mecânica de forma eficaz.

❖ Utilização do aplicativo Tracker.

As perguntas do questionário têm como objetivo avaliar se os estudantes encontram dificuldades na utilização do Tracker e se consideram que a investigadora conseguiu implementar de forma adequada esse *software*. Além disso, o questionário visa avaliar as vantagens e desvantagens que os estudantes encontram no uso do Tracker.

❖ Motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do Tracker.

Esta secção tem como objetivo analisar se o Tracker pode aumentar a motivação e o interesse dos estudantes na aprendizagem da mecânica.

❖ Processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o *software* Tracker.

Questões focadas em descobrir as interpretações dos estudantes na análise de vídeos usando o Tracker, em cada um dos quatro tópicos de mecânica escolhidos.

A sequência de recolha de dados usada pela investigadora, foi:

- Para fazer a validação do questionário, a investigadora teve de os distribuir aos docentes do departamento de física da UNTL que estudaram em Portugal e que lecionam neste departamento. Os docentes preencheram o questionário e fizeram uma avaliação da concordância

entre as perguntas do questionário e as categorias existentes. Esta etapa produziu a validação do conteúdo do questionário, antes de ser distribuído aos estudantes para a recolha de dados.

- Apresentar as etapas na análise do vídeo com o Tracker para os estudantes.
- Implementar as atividades de investigação com as seguintes fases:
 - a. Realizar e gravar as experiências do movimento de objetos utilizando uma câmara de telefone.
 - b. Inserir o vídeo do movimento de um objeto no Tracker.
 - c. Ensinar os conteúdos de mecânica baseados em análise de vídeos, utilizando Tracker.
 - d. Determinar o valor da velocidade e aceleração de movimentos.
 - e. Descrever as características de cada movimento do objeto, baseando-se nos resultados obtidos.
- Apresentação dos resultados da análise de vídeo com o Tracker por parte dos estudantes.
- Distribuir o questionário e pedir aos estudantes para o preencherem, com o objetivo de conhecer a motivação e o interesse dos estudantes pelos conteúdos de Física após terem utilizado o Tracker como ferramenta de ensino e aprendizagem.
- Analisar os resultados dos questionários dos estudantes de forma qualitativa descritiva para determinar as respostas dos estudantes ao uso do Tracker na análise de gráficos.
- A investigadora também utilizou o inquérito por entrevista quando os resultados obtidos foram pouco satisfatórios, a fim de compreender se os estudantes realmente entenderam as questões.

Os instrumentos de recolha de dados.

Os instrumentos de recolha de dados preparados pela investigadora para realizar essa pesquisa, foram o questionário, notas de campo e entrevistas.

Os materiais necessários a serem utilizados em conjunto com o Tracker foram os seguintes:

- Computador.

➤ Telefone com câmara.

➤ Equipamentos específicos de cada experimento

1) Queda Livre.

Os equipamentos da queda livre são: fita métrica; bolas (pequena e grande), balança e mesa.

2) Forças (Leis de Newton).

Os equipamentos das leis de Newton são: carro de brinquedo (carrinho), linha de costura, objeto para puxar o carrinho, trilho do carrinho, roldana e balança.

3) Movimento harmônico (pêndulo).

Os equipamentos do pêndulo são: suporte, régua, linha de costura, transferidor, objeto preso (bola) e balança.

4) Colisão unidimensional perfeitamente inelástica.

Os equipamentos deste experimento são: dois carrinhos (um dos carrinhos tem um parafuso⁴), trilho do carrinho e balança.

3.2.4 Técnicas de análise de dados.

Após obter os resultados dos questionários, a investigadora analisou-os, avaliando o sucesso ou não sucesso da utilização do Tracker pela amostra. De acordo com Almeida (2016), a escala do tipo Likert é uma escala psicométrica frequentemente usada em investigações, para determinar o nível de concordância do entrevistado ao responder a uma afirmação. A escala de Likert foi criada pelo psicólogo e investigador americano Rensis Likert (1903-1981), com o objetivo de medir com maior detalhe as atitudes de uma amostra. Nemoto e Beglar (2014) escreveram que, sempre que possível, deve-se utilizar uma escala com 6 itens, para obrigar o respondente a tomar uma decisão sem possibilidade de meio-termo. Tendo sido esta a opção tomada nesta investigação. A Tabela 3.2.5 mostra um exemplo de uma escala do tipo-Likert com 6 itens.

⁴ Isto tornará possível que, quando dois carrinhos colidirem, se movam juntos.

Tabela 3.2.4

A escala do tipo Likert de 6 pontos, para itens que exigem concordância ou discordância (Nemoto e Beglar, 2014, p. 5)

1	2	3	4	5	6
<i>Strongly Disagree</i>	<i>Disagree</i>	<i>Slightly Disagree</i>	<i>Slightly Agree</i>	<i>Agree</i>	<i>Strongly Agree</i>

Neste estudo, os estudantes selecionaram respostas numa escala de 1 a 6, onde a seguinte associação foi feita:

1 = Discordo Totalmente (DT)/Muito Difícil (MD); 2 = Discordo (D)/Difícil (D); 3 = Discordo Parcialmente (DP)/Difícil Parcialmente (DP); 4 = Concordo Parcialmente (CP)/Fácil Parcialmente (FP); 5 = Concordo (C)/Fácil (F) e 6 = Concordo Totalmente (CT)/Muito Fácil (MF).

As questões presentes no questionário foram formuladas de forma que as respostas contidas nos itens de 1 a 3 expressam respostas consideradas “negativas”, enquanto que as respostas associadas aos itens 4 a 6 expressam respostas consideradas “positivas”.

A partir dos dados obtidos nos questionários, fez-se uma análise estatística descritiva que foram analisados e interpretados em conjunto com as respostas dadas pelos estudantes nas questões abertas. O objetivo de utilizar uma escala do tipo Likert é conhecer como se distribuem as respostas dos estudantes numa escala ordinal. Ainda, nas questões abertas, a investigadora categorizou as transcrições das respostas dos estudantes de cada questão numa tabela. A partir desta tabela, a investigadora pôde criar categorias que contêm a maioria das opiniões dos estudantes.

4. Resultados e Discussão

Após os estudantes responderem ao questionário, foram extraídos os dados com base nas categorias e questões existentes. A investigadora apresenta as respostas

na escala de Likert na forma de gráficos, que ajudam a interpretar esses resultados. Numa primeira reação, pode-se dizer que a utilização do Tracker como ferramenta de ensino e aprendizagem da mecânica Newtoniana foi considerada bem-sucedida, pois a maioria dos estudantes deram uma resposta positiva à intervenção realizada. Respostas positivas incluem sentimentos de interesse ao aprender e a percepção de que é mais fácil entender os conceitos de mecânica usando o Tracker. A seguir apresentam-se os resultados da análise de dados usando essa escala.

A. Questionário relacionado com a percepção da aprendizagem.

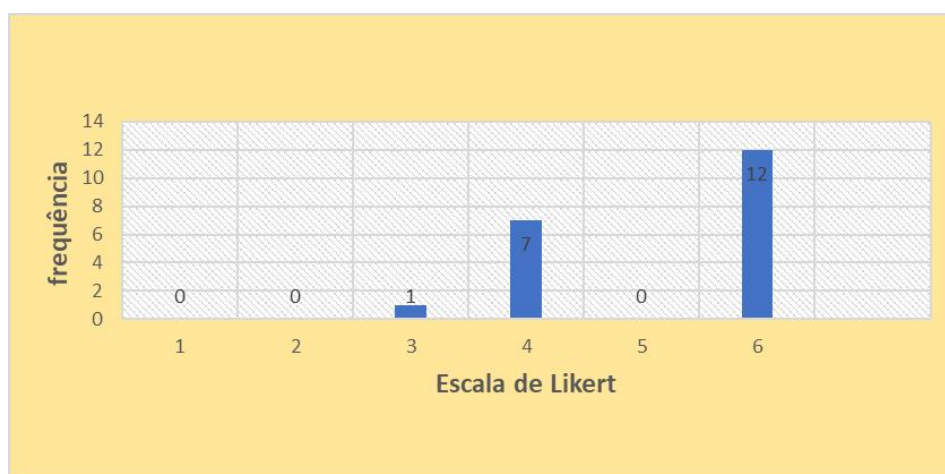
As questões 1 a 3 e 5 são questões fechadas, enquanto a questão número 4 é uma questão aberta.

1. A aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais.

Com base nos resultados das respostas dos estudantes na escolha da escala, foi elaborada a Figura 4.A.1.

Figura 4.A.1

Respostas dos estudantes na questão A.1



Como se pode observar pela Figura 4.A.1, apenas 1 estudante discordou que a aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais, enquanto 19 estudantes concordaram com a afirmação. Isso sugere que, para a grande maioria dos estudantes, a aprendizagem dos

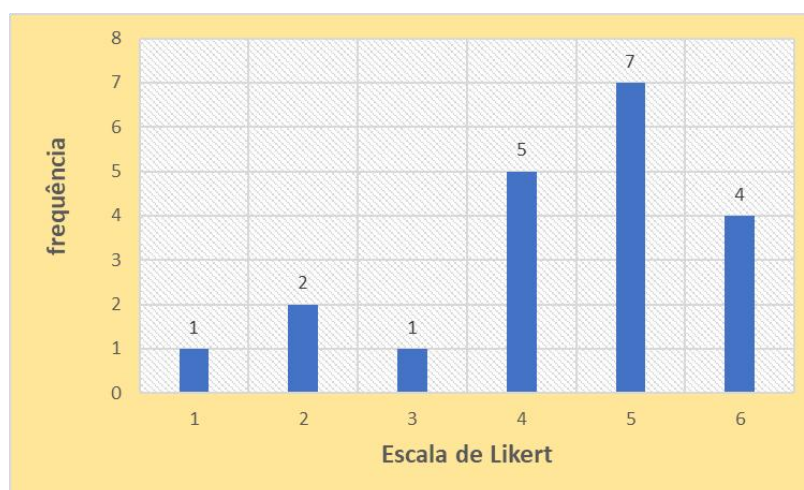
conteúdos de mecânica deve ser acompanhada pela realização de atividades laboratoriais.

2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.

Os resultados das respostas dos estudantes, após a escolha de uma escala, estão representados na Figura 4.A.2.a.

Figura 4.A.2.a

Respostas dos estudantes na questão A.2

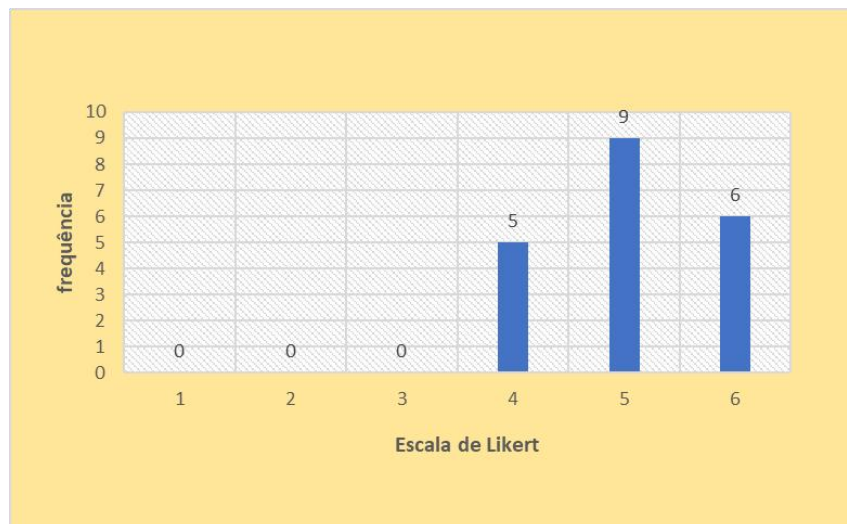


Pela Figura 4.A.2.a, verifica-se que 4 estudantes discordaram de que a aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais, enquanto 16 estudantes concordaram com a afirmação. Pode-se concluir que a maioria dos estudantes concordou que a aprendizagem da mecânica beneficia com a realização de atividades laboratoriais.

No entanto, como as questões 1 e 2 eram inter-relacionadas e houve uma diferença no número de estudantes que responderam a essas duas questões, a investigadora realizou novamente entrevistas com todos e obteve resultados conforme a Figura 4.A.2.b:

Figura 4.A.2.b

Respostas dos estudantes na questão A.2 após as entrevistas



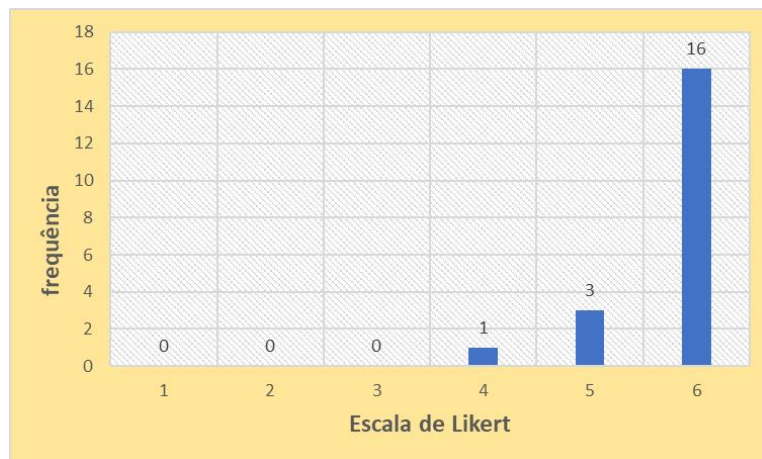
Quatro estudantes que inicialmente não concordavam se a aprendizagem da mecânica é melhorada com a realização de atividades laboratoriais acabaram por mudar as suas respostas para concordar, após as entrevistas. A razão para essa mudança foi o entendimento de que até então, o professor de mecânica nunca conduziu atividades laboratoriais devido à avaria de todos os equipamentos. No entanto, se o laboratório estiver equipado com todos os materiais necessários e funcionando corretamente, isso pode de fato melhorar a aprendizagem da mecânica. Assim, com base nos resultados da figura após as entrevistas, pode-se concluir que todos os estudantes concordam que a aprendizagem da mecânica é melhorada com a realização de atividades laboratoriais.

3. O software Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.

A Figura 4.A.3 apresenta os resultados das respostas dos estudantes após a escolha de uma escala na questão 4.A.3.

Figura 4.A.3

Respostas dos estudantes na questão A.3



Na Figura 4.A.3, é possível observar que todos os 20 estudantes concordaram que o software Tracker pode substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.

4. A aprendizagem de mecânica com o software Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta.

A seguir apresenta-se uma figura que mostra as respostas dos estudantes para a questão A.4.

Figura 4.A.4.a

Respostas dos estudantes na questão A.4



Na Figura 4.A.4.a, é possível observar que todos os estudantes concordaram que a aprendizagem de mecânica com o software Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta. Existem categorias que podem ser criadas com base nas razões das respostas escritas dos estudantes, como apresentado na Tabela 4.A.4:

Tabela 4.A.4

As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão A.4.

Categoria	Transcrições
1. O <i>software</i> Tracker é um software completo de mecânica que tem gráficos e tabelas.	“Diferença com utilização de Tracker que pode ajudar mais completa [gráficos e tabelas] do laboratório da mecânica”.
2. O <i>software</i> Tracker pode substituir/completar as atividades laboratoriais.	“Ajuda nas atividades laboratoriais que não dispõem de equipamentos”. “Capacidade [de realizar as experiências] quando não há disponibilidade de equipamentos de laboratório”. “O Tracker pode facilitar a compreensão sobre o tópico da mecânica quando não tem os equipamentos que a completam”. “Para completar a prática experimental”. “Pode ajudar os estudantes durante a prática”.

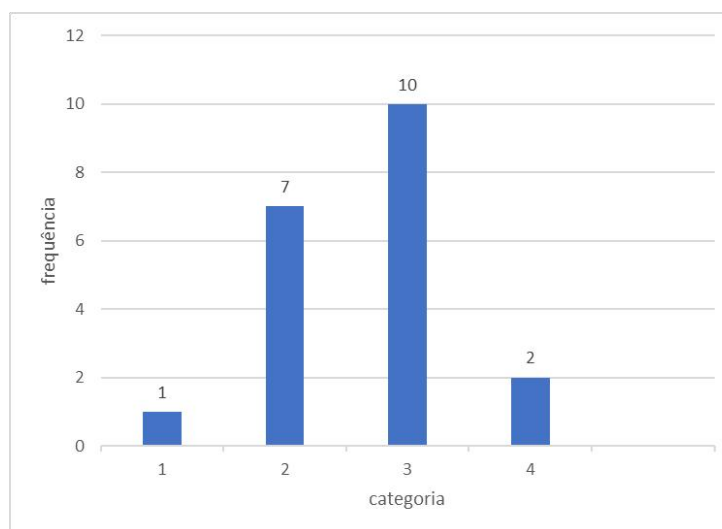
	“É mais prático utilizar o Tracker, porque não precisa muito de materiais”. “Facilita a realização da prática com o Tracker”.
3. O Tracker apresenta diversas vantagens.	“Com a utilização do Tracker, podemos compreender melhor do que com a prática que só compreendemos em pouco”. “O Tracker pode aumentar o conhecimento da mecânica”. “Pode facilitar o conhecimento do conceito mecânico”. “Pode aprender mais o conteúdo da mecânica com Tracker”. “O Tracker pode aumentar a compreensão dos estudantes”. “O Tracker pode ajudar os estudantes a compreender mais sobre o tópico da mecânica”. “Pode aprender mais sobre tecnologia moderna” “O aplicativo Tracker, poderia ajudar os estudantes a obter resultados de dados precisos por meio da análise de vídeo sobre tópico da mecânica”. “Ajuda a determinar valores através da análise de vídeo”. “É mais fácil a utilização do Tracker em atividade

	laboratório”.
4. Com a utilização do Tracker, pode ajudar os estudantes a analisar um vídeo da mecânica.	“Possibilita a análise dos resultados”. “Pode ajudar na análise de um vídeo da mecânica”.

A partir da Tabela 4.A.4, é possível criar uma figura categorizando as transcrições das respostas dos estudantes, conforme demonstrado na Figura 4.A.4.b.

Figura 4.A.4.b

Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão A.4



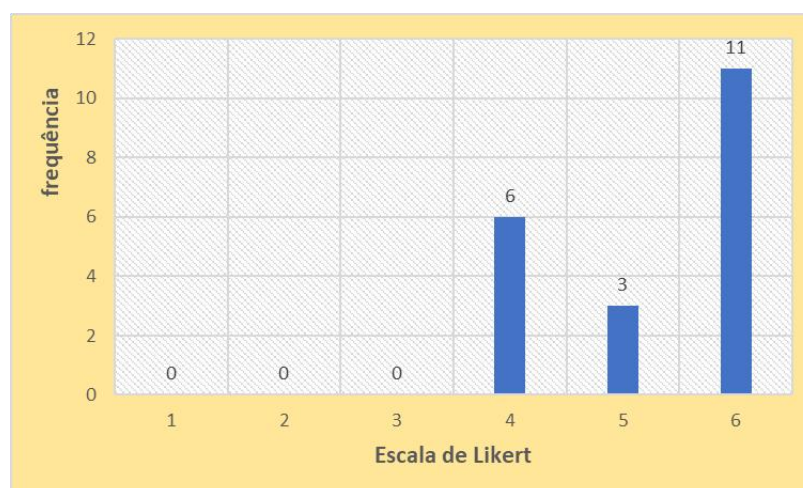
A interpretação da Figura 4.A.4.b, permite dizer que a maioria dos estudantes consideraram que a razão principal para que a aprendizagem de mecânica seja valorizada com o software Tracker, deve-se ao facto desta ferramenta complementar/substituir as aulas experimentais e ter a vantagem de tornar mais compreensível os conteúdos de mecânica.

5. Terminadas as aulas com o aplicativo Tracker no ensino da mecânica, qual é a sua opinião sobre o seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?

Esta questão é fechada, portanto, os estudantes simplesmente escolhem a escala existente, sem fornecer razões.

Figura 4.A.5

Respostas dos estudantes na questão A.5



Conforme observado na Figura 4.A.5, pode-se afirmar que toda a amostra concorda com a afirmação de que, ao finalizar as aulas com o Tracker no ensino da mecânica, os estudantes podem ampliar sua compreensão dos conceitos mecânicos que estão sendo estudados.

6. No ensino de mecânica com o software Tracker, que abordagem de ensino e aprendizagem considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades?

Na questão A.6, os estudantes podem assinalar uma ou mais opções disponíveis. Estas opções incluem:

Opção 1. Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo

Opção 2. Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor

Opção 3. Explicação do fenómeno feita pelo professor e sem discussão com os estudantes

Opção 4. Demonstração prática feita apenas pelo professor

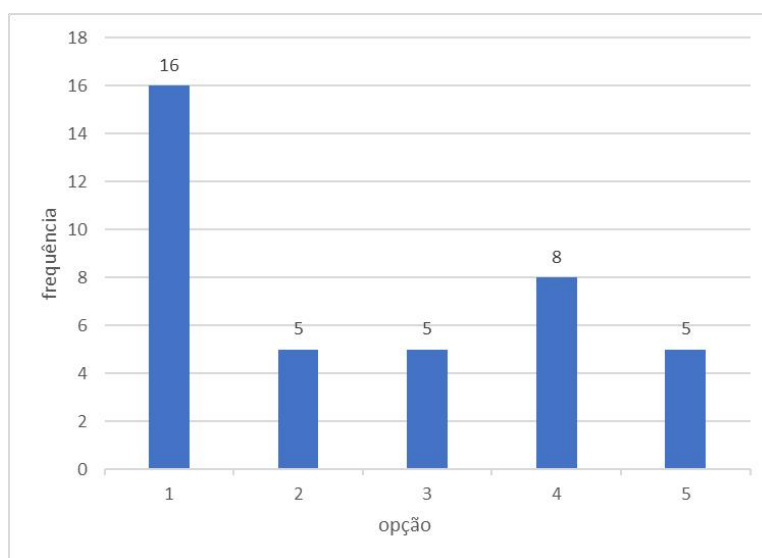
Opção 5. Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes

Opção 6. Outros: Quais?

A partir dos resultados das respostas dos estudantes, obteve-se a Figura 4.A.6:

Figura 4.A.6

Opções de respostas dos estudantes na questão A.6



Com base na Figura 15, conclui-se que a maioria dos estudantes optou pela primeira opção, indicando que a discussão é a abordagem mais útil para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades de mecânica com o *software* Tracker.

Síntese dos resultados da secção A:

A maioria dos estudantes concorda que o Tracker desempenha um papel crucial na aprendizagem, sendo considerada uma boa opção para aprimorar a compreensão dos conceitos de mecânica. Além disso, consideram que a ferramenta complementa (ou, na sua ausência, substitui) as aulas experimentais e resulta melhor quando é promovido um debate de ideias, ou seja, quando a ferramenta é utilizada com uma metodologia de ensino ativa.

B. Questionário relacionado com as análises de vídeo do Tracker.

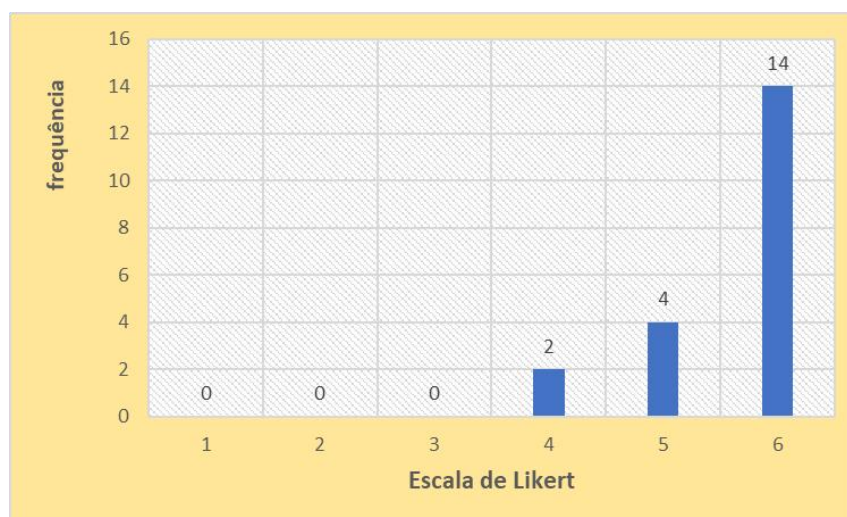
Na Categoria B, encontram-se três questões abertas, nas quais os estudantes podem selecionar respostas nas escalas de 1 a 6, ao mesmo tempo em que fornecem explicações para suas escolhas.

1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?

A seguir, apresenta-se uma figura que mostra os resultados das respostas dos estudantes à Questão 1, após terem selecionado a escala disponível.

Figura 4.B.1.a

Respostas dos estudantes na questão B.1



A Figura 4.B.1 permite concluir que todos os estudantes concordaram que as análises de vídeo podem facilitar a aprendizagem dos conteúdos estudados na área de mecânica. As categorias de razões escritas pelos estudantes incluem:

Tabela 4.B.1*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão B.1*

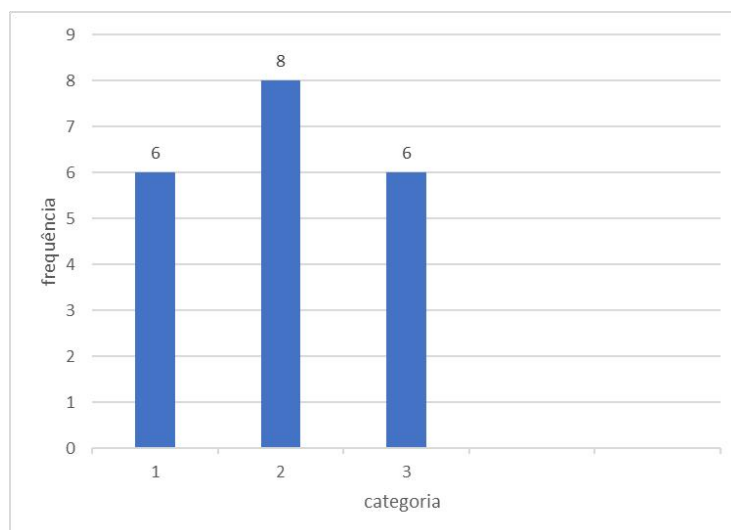
Categoria	Transcrições
1. O <i>software</i> Tracker é eficaz para identificar os movimentos de objetos nos vídeos através de equações e gráficos.	“Pode ajudar os estudantes a identificar as equações”. “Pode facilitar a aprendizagem na área da mecânica, relacionando-se com a equação de cada tópico”. “A partir da equação da mecânica no Tracker, podemos entender melhor o conteúdo”. “Podemos entender melhor o conteúdo da mecânica através do gráfico e tabelas do Tracker”. “Pode justificar a fórmula na mecânica”. “Pode justificar a equação”.
2. A análise do Tracker pode auxiliar os estudantes na aprendizagem, ajudando-os a compreender mais sobre o conteúdo da mecânica.	“Pode facilitar aos estudantes a compreensão do conteúdo da mecânica”. “Pode melhorar a compreensão do conteúdo da mecânica”. “Pode analisar vídeos com o aplicativo Tracker em cada tópico da mecânica”. “Pode analisar vídeos com o aplicativo Tracker, como exemplo, no conteúdo de queda livre”.

	“Podemos analisar o conteúdo do pêndulo simples”. “Pode facilitar a aprendizagem na área da mecânica”. “Ao analisar o vídeo de Tracker, poderá aumentar o conhecimento da mecânica”. “Pode ajudar os estudantes a aprender mais o conteúdo da mecânica”.
3. A análise de Tracker pode determinar os valores das grandezas mecânicas.	“Podemos determinar mais facilmente o valor da aceleração gravitacional”. “Pode justificar o valor da aceleração da gravidade”. “Pode determinar os resultados referidos”. “Podemos determinar o valor da velocidade da mecânica”. “Fácil para determinar os valores das grandezas da mecânica”. “Pode determinar os resultados de forma precisa e completa”.

A partir da Tabela 4.B.1, é possível criar a Figura 4.B.1 categorizando as transcrições das respostas dos estudantes.

Figura 4.B.1.b

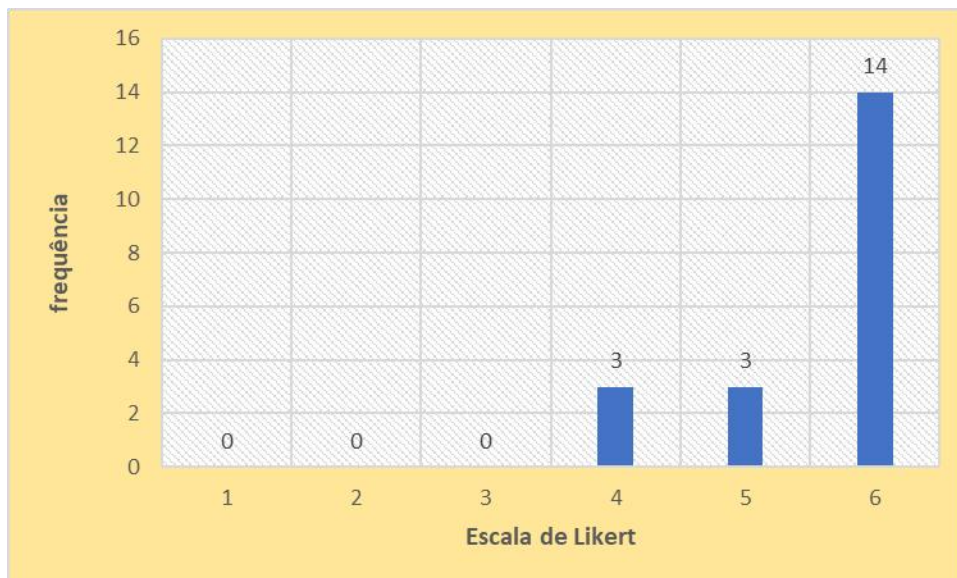
Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.1



Com base na Figura 4.B.1.b, percebe-se que as análises de vídeo facilitaram a aprendizagem, uma vez que este software pode determinar os valores das grandezas estudadas na análise do vídeo e auxiliar os estudantes a compreender mais sobre o conteúdo da mecânica. Ademais, os gráficos fornecem uma visão sobre o comportamento de grandezas físicas e o uso de equações permite obter o valor numérico de muitas dessas grandezas.

2. De que maneira a análise de vídeo baseado no software Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?

A seguir, apresenta-se uma figura com os resultados das respostas dos estudantes após escolherem um dos valores da escala que consideraram adequada.

Figura 4.B.2.a*Respostas dos estudantes na questão B.2*

Com base na Figura 4.B.2.a, observa-se que todas as respostas concordaram com a afirmação de que a análise de vídeo baseada no *software* Tracker pode ajudar a resolver exercícios de mecânica. As categorias de razões apresentadas pelos estudantes incluem:

Tabela 4.B.2*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão B. 2*

Categoria	Transcrições
1. O Tracker fornece gráficos e equações, pelos quais é possível determinar os valores da aceleração e da velocidade do movimento.	"A análise de gráficos e equações no Tracker pode calcular aceleração e velocidade." "É possível analisar vídeos de cada tópico da mecânica." "Com a equação do Tracker, é possível calcular a aceleração da

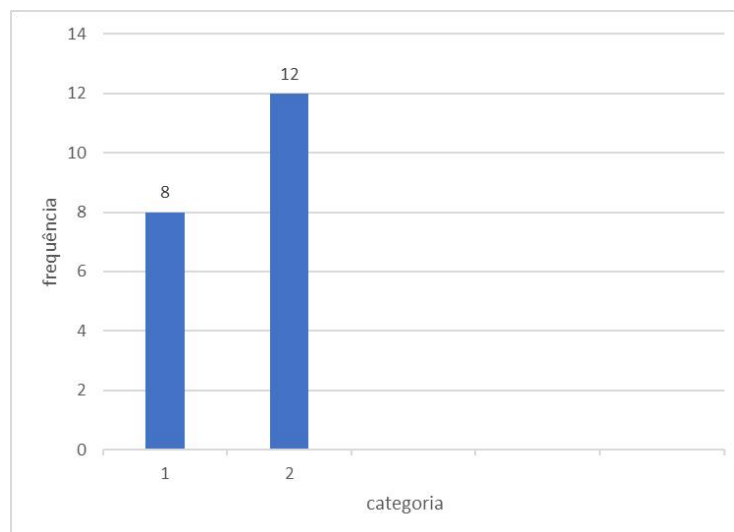
	gravidade." "Pode determinar a posição inicial e final, assim como outras grandezas da mecânica com gráficos." "É possível analisar a velocidade inicial e final." "É possível analisar o valor da aceleração da gravidade." "Pode calcular os dados." "Ajuda a analisar o gráfico de cada movimento".
2. Pode resolver os exercícios de maneira mais simples e fácil utilizando o Tracker.	"Pode descobrir o resultado mais facilmente". "Pode ajudar a resolver os exercícios, como o cálculo da aceleração da gravidade, entre outros". "Com analisar vídeo pode resolver o exercício". "Pode resolver os exercícios de maneira mais fácil". "Com a equação do Tracker, é possível resolver o exercício." "No Tracker, há facilidade completa para resolver exercícios." "Pode auxiliar na resolução dos exercícios de mecânica." "Pode ajudar a resolver os exercícios facilmente."

	"Auxilia na resolução de exercícios de cada tópico da mecânica." "Pode ser mais útil na resolução de exercícios de mecânica." "É fácil resolver os exercícios com o Tracker." "Facilita aos estudantes a resolução de exercícios."
--	--

A partir da Tabela 4.B.2, é possível obter um gráfico categorizando as transcrições das respostas dos estudantes, conforme apresentado na Figura 4.B.2.b.

Figura 4.B.2.b

Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.2



A partir da Figura 4.B.2.b, pode-se inferir que a análise de vídeo, utilizando o *software* Tracker, auxilia na resolução de exercícios de mecânica sem a necessidade de cálculos matemáticos complicados. Em vez disso, a abordagem se

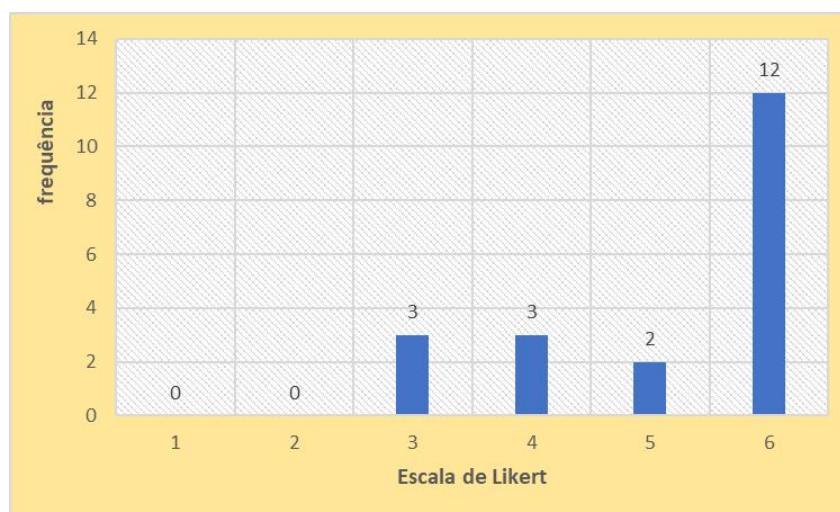
baseia na análise de vídeo e nas equações do Tracker, tornando o processo mais fácil.

3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o software Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a?

A seguir, apresenta-se uma figura das respostas dos estudantes após escolherem um dos itens disponíveis na escala de Likert, que consideram apropriada.

Figura 4.B.3.a

Respostas dos estudantes na questão B.3



Conforme observado na Figura 4.B.3.a, três estudantes discordaram ligeiramente da afirmação de que, ao assistir às aulas de mecânica e aprender a utilizar o software Tracker, sentem-se capazes de realizar análises de vídeos de forma autónoma, sem a necessidade de ajuda do professor. Pelo contrário, os outros 17 estudantes concordaram que desenvolveram autonomia para trabalhar com a ferramenta. Isto sugere a perceção de que a autonomia foi desenvolvida ou, pelo menos, mobilizada.

As categorias das razões apresentadas pelos estudantes incluem:

Tabela 4.B.3*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na Questão B.3*

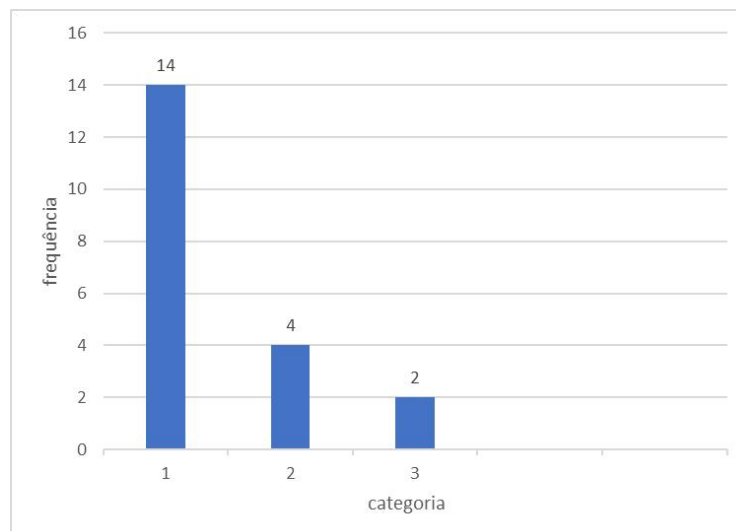
Categoria	Transcrições
1. Os estudantes sentem-se capazes de realizar análises de forma autónoma, sem a necessidade de ajuda do professor, após participarem das aulas de mecânica utilizando o aplicativo Tracker.	"Eu sinto que posso fazer isso sozinho." "Posso fazer sozinho." "Sem ajuda do professor, posso aprender bem porque é mais fácil." "Não preciso mais da ajuda do professor, pois já sei analisar vídeos." "Sinto que sou capaz autonomamente." "Sou capaz de determinar o valor da aceleração da gravidade." "Com o Tracker, sinto que é mais fácil aprender." "Sim, sou capaz autonomamente depois de aprender com a professora." "Me sinto capaz de efetuar uma análise sozinho." "Depois da explicação da professora, me sinto capaz de analisar sozinho." "Sim, sou capaz autonomamente." "Posso fazer autonomamente a análise de um gráfico do Tracker." "Posso resolver exercícios de mecânica sem ajuda da

	professora." "Sim, me sinto capaz."
2. Os estudantes não se sentem capazes de analisar o Tracker sem a ajuda da professora.	"Não posso fazer sem a ajuda do professor porque é a primeira vez que estou aprendendo." "Necessito de orientação da professora, pois ainda não me sinto capaz de fazer sozinho/a." "Não posso fazer sem a ajuda do/a professor/a porque primeira vez que aprender". "Preciso de orientação da professora porque ainda não me sinto capaz de fazer sozinha".
3. Também podemos aprender mais sobre o Tracker utilizando o YouTube e o Google.	"Sem a ajuda da professora, podemos realizar análises por conta própria, mas também podemos aprender através do YouTube." "Posso aprender mais utilizando o Google."

A partir dos resultados da Tabela 4.B.3, é possível criar uma figura categorizando as transcrições das respostas dos estudantes, como apresentado na Figura 4.B.3.b.

Figura 4.B.3.b

Categorização das transcrições das respostas dos estudantes na Questão B.3



A Figura 4.B.3.b, mostra que a grande maioria dos estudantes deste estudo se sentem capazes de realizar análises de forma autónoma, sem a necessidade de ajuda do professor, após participarem das aulas de mecânica utilizando o aplicativo Tracker. Alguns, que ainda não se sentem confiantes para trabalhar autonomamente, referem que poderão fazê-lo apenas com a ajuda de meios audiovisuais como o YouTube, o que revela um princípio de autonomia.

Síntese dos resultados de secção B:

Um número significativo de estudantes concorda que a análise de vídeos com o Tracker pode auxiliar e facilitar os estudantes, permitindo que resolvam exercícios de mecânica de forma autónoma. Um resultado significativo deste estudo é a perceção da mobilização da competência de trabalhar de forma autónoma com o software, em virtude da simplicidade e facilidade na sua manipulação e dos resultados que facilmente podem ser extraídos.

C. Questões relacionadas com a utilização do aplicativo Tracker.

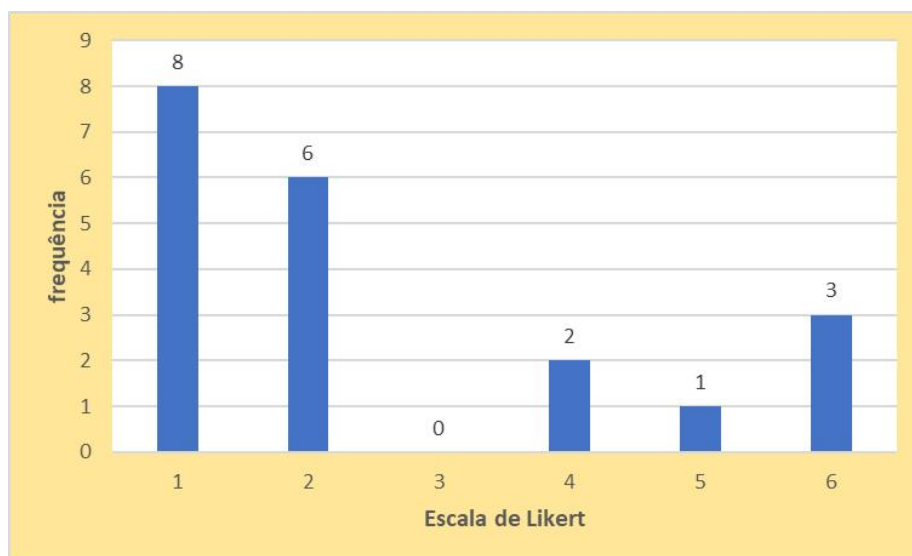
Nesta categoria, as questões 1 e 2 são fechadas, enquanto as questões de 3 a 5 são abertas.

1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker?

A Figura 4.C.1 exibe os resultados das respostas dos estudantes ao selecionarem o grau de concordância com a questão.

Figura 4.C.1

Itens das respostas dos estudantes na Questão C.1



Com base na Figura 4.C.1, observa-se que 14 estudantes não estão familiarizados com o aplicativo Tracker, enquanto outros 6 estão familiarizados com esse aplicativo. Este resultado parece absurdo face às respostas à questão 3 do grupo B, pelo que se tentou entender a origem desta situação. O que se descobriu foi que os estudantes interpretaram que pelo facto de nunca terem usado o Tracker com o professor anterior, então não estavam familiarizados antes de a investigadora apresentar este software. Tratou-se, assim, de uma má interpretação da questão por parte dos estudantes, o que mais uma vez confirma a existência de um problema linguístico devido, provavelmente, à coexistência de duas línguas faladas diferentes na sala de aulas.

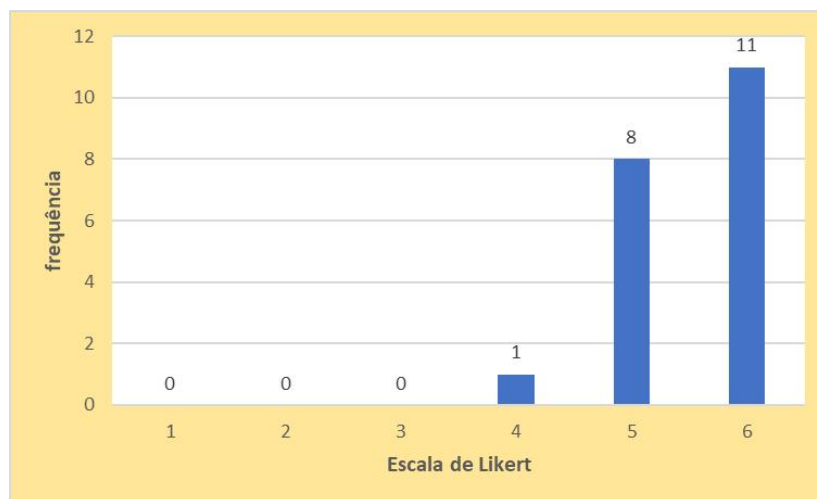
2.1. Considero que foi... baixar o aplicativo no computador.

A seguir estão as respostas dos estudantes. Os estudantes selecionaram respostas na escala de 1 a 6, onde 1 = Muito Difícil (MD), 2 = Difícil (D), 3 = Difícil

Parcialmente (DP), 4 = Fácil Parcialmente (FP), 5 = Fácil (F) e 6 = Muito Fácil (MF).

Figura 4.C.2.1

Respostas dos estudantes na Questão C.2.1



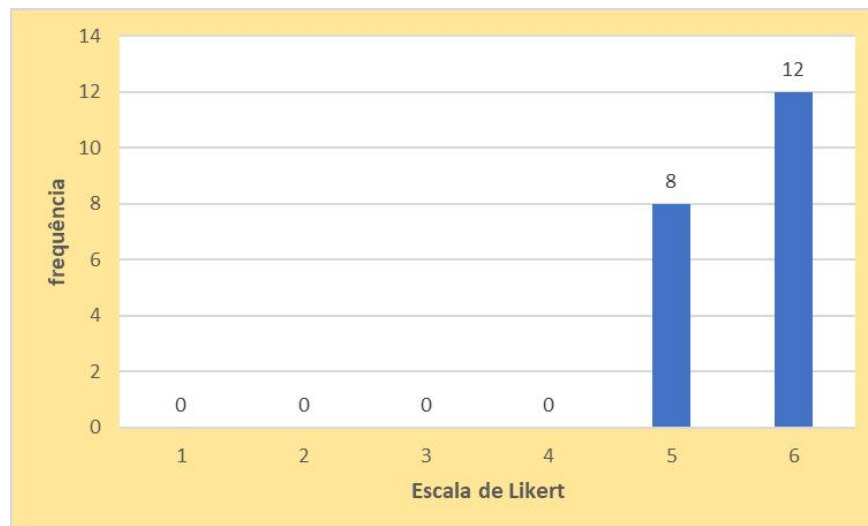
Através da Figura 4.C.2.1, observa-se que todos os estudantes acham fácil baixar o aplicativo Tracker no computador.

2.2. Considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.

A Figura 4.C.2.2 representa as respostas dos estudantes ao escolherem um dos itens da escala de Likert.

Figura 4.C.2.2

Respostas dos estudantes na Questão C.2.2



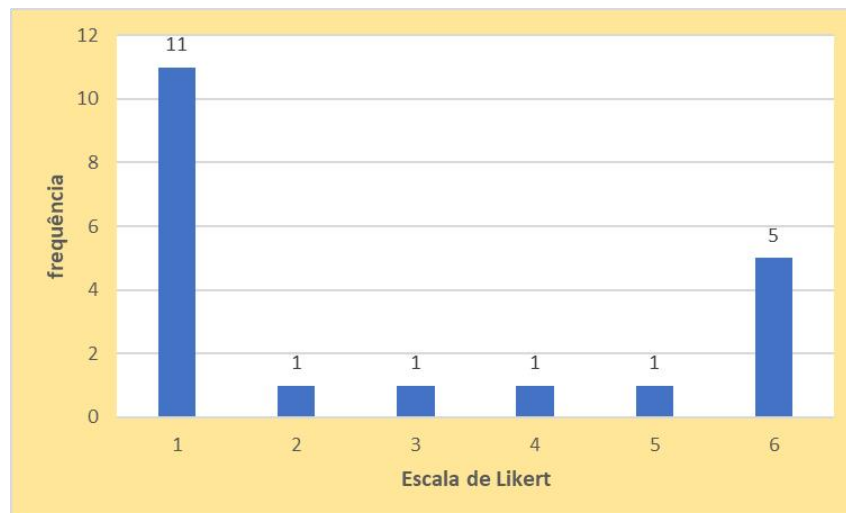
Com base na Figura 4.C.2.2, pode-se observar que todos os estudantes consideram fácil instalar o aplicativo Tracker no computador.

3. Considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o *software* Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?

A seguir está uma figura em escala Likert que representa as respostas dos estudantes ao escolherem uma das escalas na Questão C.3. Os estudantes selecionaram respostas na escala de 1 a 6, onde 1 = Discordo Totalmente (DT), 2 = Discordo, 3 = Discordo Parcialmente (DP), 4 = Concordo Parcialmente (CP), 5 = Concordo (C) e 6 = Concordo Totalmente (CT).

Figura 4.C.3.a

Respostas dos estudantes na Questão C.3

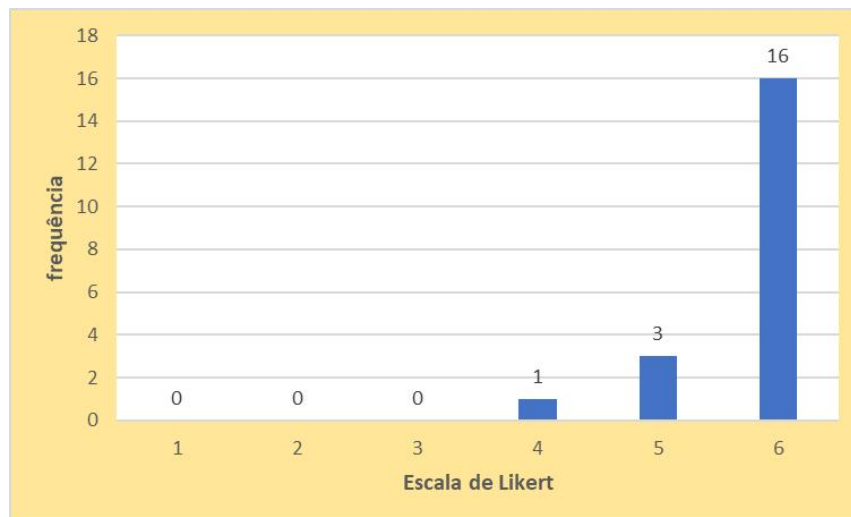


Conforme observado na Figura 4.C.3.a, 13 estudantes discordaram que o professor ensinou adequadamente como utilizar o *software* Tracker durante o processo de ensino e aprendizagem. Suas razões incluíram a informação de que o professor anterior que ministrou a disciplina de mecânica nunca utilizou esse aplicativo por falta de conhecimento. Por outro lado, 7 estudantes concordaram com essa afirmação, mencionando que após a investigadora ensinar mecânica com essa afirmação, mencionando que após a investigadora ensinar mecânica com o aplicativo Tracker, sentiram que isso os auxiliou na resolução dos exercícios.

Diante dessas respostas, a investigadora conversou com os estudantes sobre a questão e esclareceu que deviam ter como referências apenas as aulas da investigadora. Após este esclarecimento os estudantes responderam novamente à questão, obtendo-se os resultados apresentados na Figura 4.C.3.a.

Figura 4.C.3.b

Respostas dos estudantes na Questão C.3 após entrevista



Houve alteração nos resultados após a entrevista, com destaque para 11 estudantes que inicialmente escolheram o item 1, optando posteriormente pelo item 6. Além disso, outros 2 estudantes, que originalmente tinham escolhido os itens 2 e 3, modificaram suas respostas para o item 5. A razão para essas mudanças foi a interpretação equivocada da pergunta, pois pensaram que o professor mencionado era um professor anterior que nunca havia utilizado o software Tracker. Eles sugeriram substituir a palavra 'professor' por 'professora' ou 'investigadora'. Com base na Figura 4.C.3.b, pode-se concluir que toda a amostra concorda que a professora ou a investigadora ensinou de forma adequada como utilizar o software Tracker durante o processo de ensino e aprendizagem.

4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do *software* Tracker?

Aqui estão várias categorias de respostas dos estudantes à questão C.4.

Tabela 4.C.4*Categorização das transcrições das respostas dos estudantes na Questão C.4.*

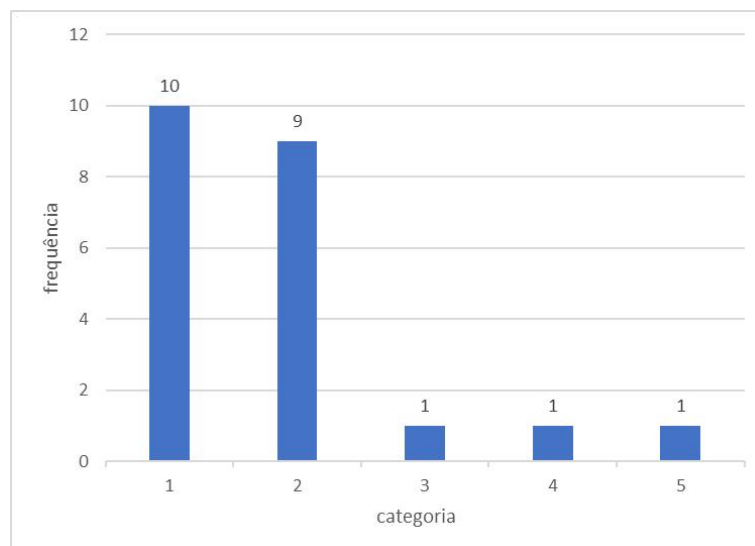
Categoria	Transcrições
1. A maioria não possui computador próprio e para alguns os computadores têm pouca capacidade de memória.	“Ausência de computador” “A capacidade de memória do computador é muito pequena”. “Computador de má qualidade”. “Não tenho um computador”. “Não tenho um laptop”. “Não Possuo um computador”. “Não tenho computador, apenas peço emprestado aos colegas”. “Há falta de computadores”. “A capacidade do computador é muito baixa”. “Não tenho um computador”.
2. Primeira vez que tomaram conhecimento sobre o Tracker.	“Falta de conhecimento sobre o Tracker”. “Falta de conhecimento em programas de Tracker”. “Menos conhecimento de computadores”. “Menos conhecimento de computadores e Tracker”. “Não saber utilizar muito bem o Tracker”. “Não dominar programação de computadores”. “Pela primeira vez saber sobre o

	Tracker”. “Menos conhecimento sobre o Tracker”. “Não dominar programação de Tracker”.
3. Falta de equipamentos modernos para gravar vídeos.	“Não há equipamento moderno para gravar vídeos”.
4. É muito difícil analisar o gráfico de um vídeo de mecânica.	“É muito difícil analisar o gráfico”.
5. Precisa de mais tempo para analisar o vídeo.	“gastar tempo para analisar vídeos”.

Na figura 4.C.4 quantificamos o número de respostas por categoria conforme apresentado na tabela 4.C.4, levando-se em consideração que as respostas dadas pelos estudantes podem estar incluídas em uma ou mais categorias.

Figura 4.C.4

Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão C.4



Pela figura 4.C.4, podemos perceber que há duas grandes dificuldades encontradas pelos estudantes. A primeira delas está relacionada com os estudantes não possuírem computadores próprios ou os computadores não serem adequados para correrem o Tracker. A segunda razão está associada com o desconhecimento do programa por parte dos estudantes e, portanto, ainda não tirarem o devido partido da sua utilização.

5. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o *software* Tracker?

Esta questão é aberta e não pede aos estudantes que escolham um item de uma escala. As categorias de respostas dos estudantes à questão C.5 são as seguintes:

Tabela 4.C.5.a

As categorias das vantagens do Tracker na transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5

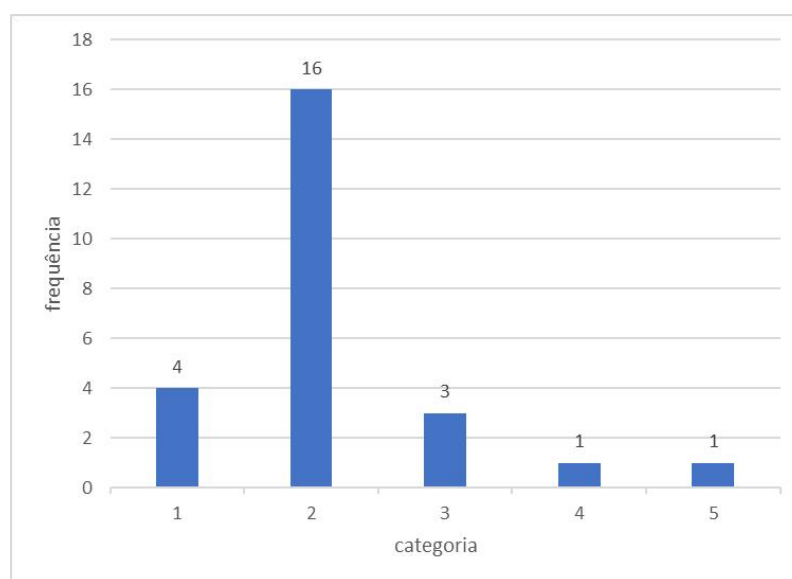
Categoria (vantagens)	Transcrições
1. Pode-se substituir as atividades laboratoriais que não requerem equipamentos modernos.	“Pode ajudar nas atividades laboratoriais quando não há equipamentos mais adequados”. “Pode auxiliar na realização de práticas experimentais sem materiais modernos”. “Não é necessário ter equipamentos modernos”. “O Tracker pode complementar uma prática experimental”.
2. Com a análise de vídeo do Tracker, é possível realizar cálculos para resolver os exercícios de mecânica de forma mais fácil e rápida.	“Auxilia no cálculo rápido de dados”. “Realiza cálculos automaticamente”. “Podemos realizar análise de vídeo mais facilmente”. “Torna mais fácil resolver os exercícios de mecânica”. “É mais fácil analisar o conteúdo de mecânica”. “Facilita a compreensão dos cálculos de mecânica”. “É fácil descobrir os resultados”. “É muito fácil calcular a aceleração da gravidade”.

	“Pode justificar o valor da aceleração da gravidade”. “Permite resolver exercícios de mecânica”. “Permite a análise de vídeos de mecânica”. “Auxilia na descoberta dos resultados”. “Ajuda os estudantes a realizar análises gráficas”. “Permite resolver rapidamente os exercícios ”. “Facilita a análise de vídeos de mecânica pelos estudantes”. “Contribui para uma compreensão mais profunda na análise de gráficos”.
3. Com o Tracker, os estudantes podem compreender e aprender mais sobre a descrição das grandezas da mecânica.	“Com o Tracker, é possível compreender melhor, pois ele descreve todos os elementos”. “Aumentar as capacidades em relação ao Tracker”. “Pode aumentar o conhecimento dos estudantes”.
4. Com o Tracker é mais fácil, então pode minimizar as atividades laboratoriais.	“Utilização de Tracker pode minimizar as atividades laboratoriais”.
5. Outros	“Não é mais necessário realizar cálculos”

A partir da tabela 4.C.5.a, é possível criar a figura 4.C.5.a que apresenta o número de estudantes alocados em cada uma das categorias.

Figura 4.C.5.a

Categorização das vantagens do Tracker nas transcrições das respostas dos estudantes na questão C.5



Pela figura 4.C.5a, é possível perceber que a maioria dos estudantes refere como vantagens que a análise de um vídeo de mecânica utilizando o *software* Tracker, inclui a capacidade de realizar cálculos para resolver os exercícios de mecânica de maneira mais fácil e rápida.

De entre as desvantagens apontadas, estas foram categorizadas como indica a tabela 4.C.5.b:

Tabela 4.C.5.b

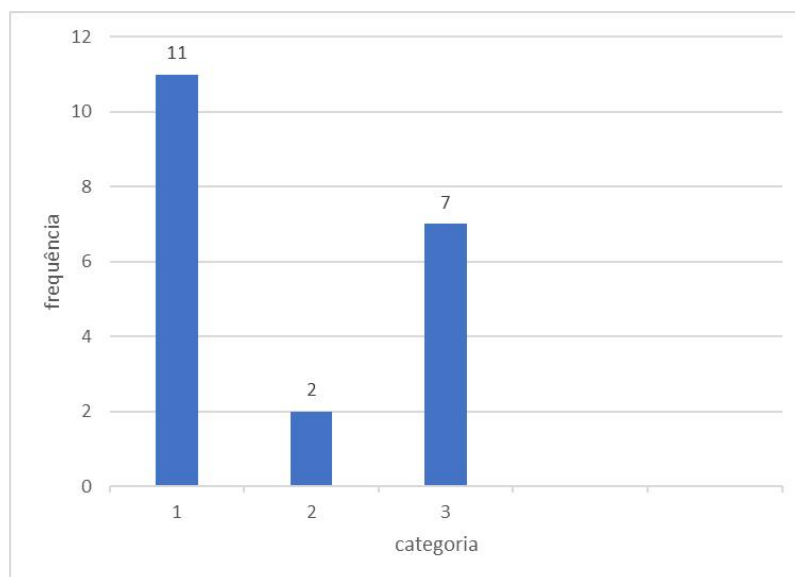
As categorias das desvantagens na transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5

Categoria (desvantagens)	Transcrições
1. Os estudantes têm dificuldades para instalar o Tracker devido a vários constrangimentos (tamanho do ficheiro, memória e idade do computador).	“Tenho dificuldade para instalar porque a memória do computador é mais baixa”.(2) “Cada vez tenho dificuldade para instalar”.(2) “Tenho computador que não tem qualidade” (3). “Programa de Tracker tem tamanho que muito grande”(3). “Tenho computador que não tem qualidade”.
2. Os estudantes não têm computador.	“Não tenho computador”. “Falta computador”.
3. Os estudantes não dominam o Tracker, portanto precisam de mais tempo para treinar e utilizar o Tracker corretamente.	“Não domina o programa de Tracker”. (2) “Tem que fazer exercícios frequentes utilizar um Tracker”. “Precisa muito tempo para aplicar um Tracker” (2). “Fazer um vídeo da mecânica corretamente”.(2)

A partir da tabela 4.C.5.b, pode-se criar uma figura que mostra a quantidade de respostas por categoria.

Figura 4.C.5.b

Categorização das desvantagens de Tracker de transcrição das respostas dos estudantes na questão C.5



Pela figura 4.C.5.b pode-se perceber que as maiores desvantagens apontadas pelos estudantes na utilização do *software* Tracker são a falta de condição do computador (ou simplesmente, não o ter) e o domínio da ferramenta.

Síntese dos resultados da secção C:

Muitos estudantes não estavam familiarizados com o Tracker. Depois que a investigadora lhes ensinou como utilizar o *software*, eles finalmente conseguiram utilizá-lo bem e perceberam que havia muitas vantagens na sua utilização. Em particular, apontaram a facilidade em resolver problemas de mecânica, a possibilidade de usar a análise gráfica e as equações de ajuste para obter valores de grandezas. As desvantagens apresentadas pelos estudantes são relacionadas com condições financeiras e não pedagógicas. Ninguém refere como problema a velocidade da internet, que é grave em Timor-Leste, porque o programa usado foi o de regime offline (aplicação instalada e a correr diretamente do computador) e não a sua versão online (que não necessita instalação da plataforma Java nem da aplicação).

D. Questões relacionadas com a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker.

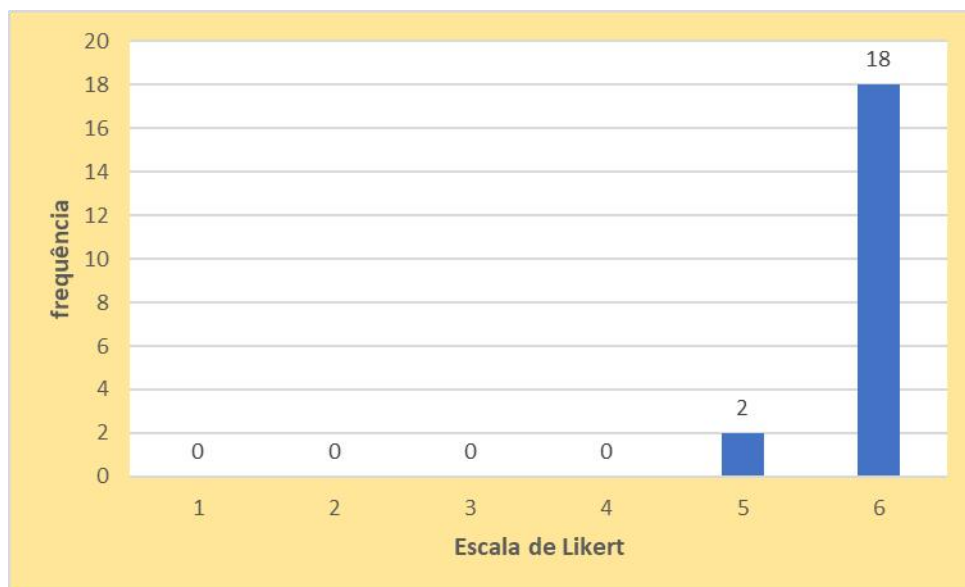
Existem 2 questões nesta categoria, nomeadamente os números 1 e 2. Ambas as questões são com resposta do tipo Likert, com possibilidade para os estudantes justificarem as suas escolhas.

1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica.

A seguir a figura 4.D.1.1.a apresenta as respostas dos estudantes para cada item da Likert na questão D.1.1. Os estudantes escolheram respostas da escala 1 a 6, onde a escala 1 = Discordo Totalmente (DT), a escala 2 = Discordo, a escala 3 = Discordo Parcialmente (DP), a escala 4 = Concordo Parcialmente (CP), a escala 5 = Concordo (C) e a escala 6 = Concordo Totalmente (CT).

Figura 4.D.1.1.a

Respostas dos estudantes na questão D.1.1



Na figura 4.D.1.1.a pode-se observar que toda a amostra concorda que as experiências virtuais contribuíram para aumentar o interesse deles pelo estudo da mecânica, o que sugere uma elevada eficácia no uso deste software. A partir da

justificação da resposta foi possível categorizar as razões pelas quais os estudantes apresentaram tal concordância com a questão:

Tabela 4.D.1.1

As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.1.

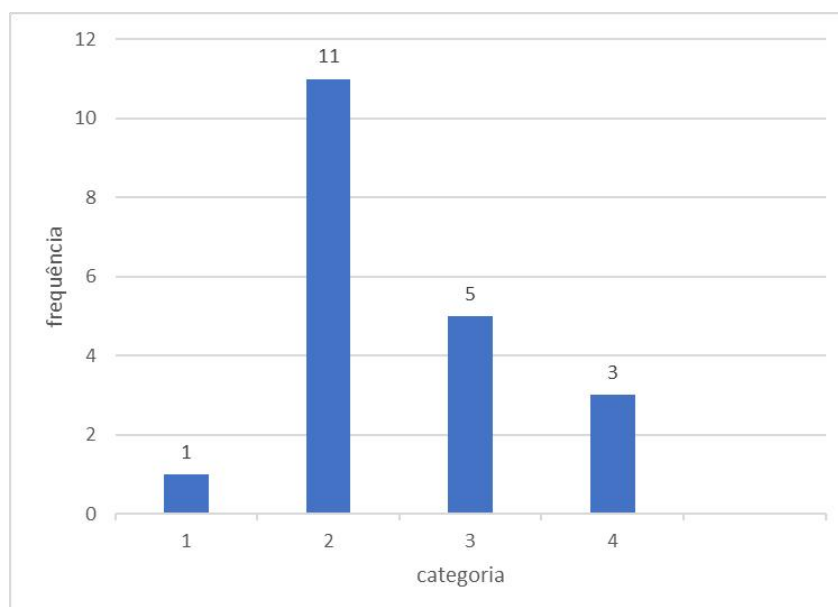
Categoria	Transcrições
1. Com as experiências virtuais é possível aprender sobre tecnologia.	“Pode aprender a tecnologia”.
2. Com as experiências virtuais é mais fácil analisar os gráficos e resolver os exercícios de mecânica.	“Pode aprender mais mecânica”. “Fácil para aprender e resolver os exercícios”. (2) “Pode analisar gráfico com mais facilidade”. “Pode justificar e analisar o valor”. “Pode analisar ou justificar o valor da mecânica”. “Ajuda a descobrir o resultado”. (2) “Para resolver exercícios”. “É muito fácil aprender mecânica”. “Pode ajudar a fazer um gráfico”.
3. Com as experiências virtuais é possível aumentar as capacidades e conhecimento sobre Tracker e conteúdo de	“Pode aumentar as nossas capacidades”. “Aumentar o conhecimento de Tracker”.

mecânica.	“Pode aumentar o conhecimento de Tracker e mecânica”. “Completa o conhecimento e facilita a prática”. “Pode aumentar a nossa capacidade de Tracker”.
4. Outros	“Fácil de entender para praticar”. “Pode descrever mais facilmente”. “Pode ajudar a realizar uma prática de Tracker”.

A partir da tabela 4.D.1.1, é possível apresentar a quantidade de respostas em cada categoria, como mostrado na Figura 4.D.1.1.b.

Figura 4.D.1.1.b

Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.1



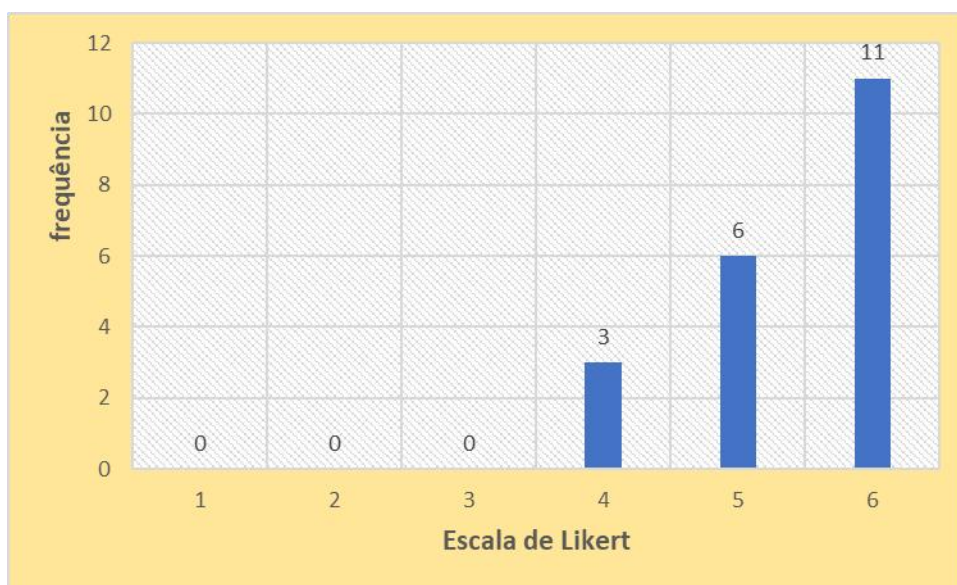
Pela figura 4.D.1.1.b, pode-se observar que a percepção dos estudantes é que as experiências virtuais contribuíram para aprender mais facilmente e para aumentar o conhecimento no estudo da mecânica, pois tornam mais fácil a resolução dos exercícios.

1.2 Considera que a utilização do *software* Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?

A figura a seguir representa as respostas dos estudantes ao escolherem um dos itens presentes na escala na *questão D.1.2*.

Figura 4.D.1.2.a

Respostas dos estudantes na questão D.1.2



A partir da figura 4.D.1.2.a, pode-se observar que todos os estudantes consideram que a utilização do *software* Tracker os motivou para as aulas de mecânica. Existem várias categorias de razões pelas quais eles escreveram, incluindo:

Tabela 4.D.1.2*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.2.*

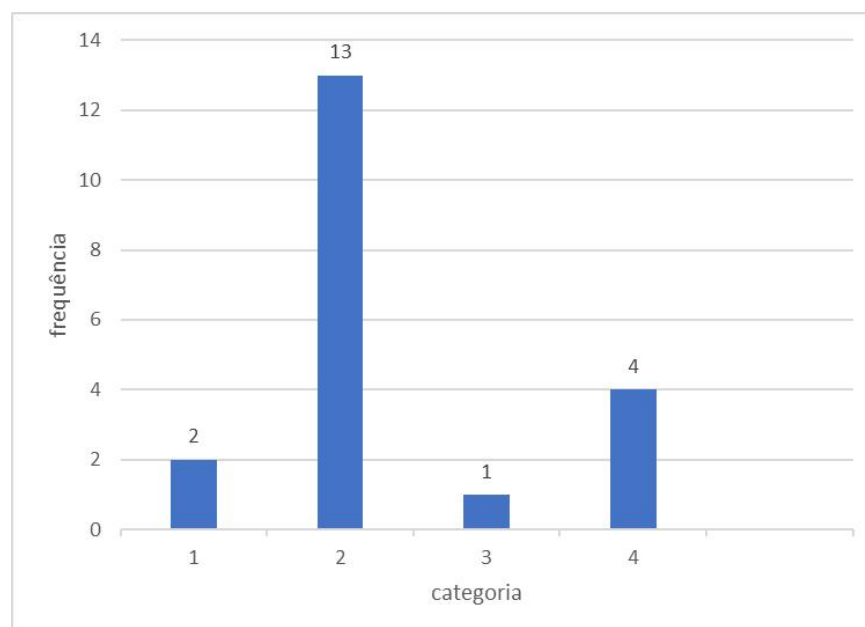
Categoria	Transcrições
1. Torna mais fácil compreender e descrever as características dos movimentos na mecânica.	“Descrever as características do movimento”. “Descrever as características do movimento da mecânica”.
2. Possibilita uma compreensão mais fácil do conteúdo da mecânica e facilita a prática experimental com equipamentos simples.	“Podemos aprender o conteúdo da mecânica”. “Pode compreender o conteúdo da mecânica com mais facilidade”. “Pode compreender mais sobre o movimento da mecânica”. “Pode motivar aulas de mecânica”. “Pode compreender mais e motivar a aula sobre o movimento da mecânica”. “Pode aprender muito sobre a mecânica”. “Pode aprender aula de mecânica”. “É mais fácil para aprender”. “Para completar uma prática experimental”. “Pode praticar com equipamentos simples”. “Pode motivar a fazer prática” .

	“Pode ajudar a fazer prática”. “Para facilitar a prática experimental”.
3. O Tracker é uma tecnologia avançada.	“Tracker é uma tecnologia avançada”.
4. É mais fácil analisar vídeo e identificar resultados.	“Muito fácil para analisar vídeo”. “Identificar resultados”. “Pode analisar os gráficos”. “Com equações que podem ajudar a analisar vídeo”.

A partir da tabela 4.D.1.2, é possível apresentar a quantidade de respostas dos estudantes por categoria, como mostrado na figura 4.D.1.2.b.

Figura 4.D.1.2.b

Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão D.1.2



Pela figura 4.D.1.2.b pode-se explicar claramente que a utilização do *software* Tracker motivou-os para as aulas de mecânica, pois possibilita uma compreensão

mais fácil do conteúdo da mecânica e facilita a prática experimental com equipamentos simples.

Síntese da secção D:

Muitos estudantes demonstram motivação em aprender mais nas aulas de mecânica ao utilizarem o Tracker, pois o mesmo é capaz de facilitar a interpretação das atividades experimentais. Este pode ser aplicado em atividades experimentais que não disponham de instalações laboratoriais completas.

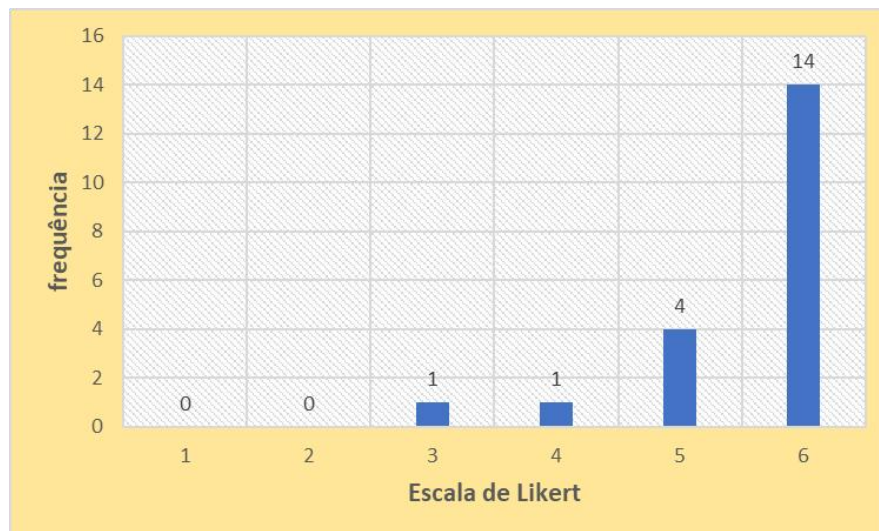
Todavia, destaque-se que os estudantes compreendem que o *software* de Tracker não deve eliminar as atividades experimentais quando elas são possíveis de realizar, mas ao utilizá-lo, pode completar as atividades experimentais para as tornar mais efetivas na aprendizagem. Esta é a vantagem da utilização de um *software* que pode auxiliar as atividades de laboratórios como destacam Rodrigues et al. (2013; 2014; 2017) e Carvalho et al. (2013) , principalmente nas atividades experimentais do departamento de física da UNTL. Assim, o que é considerado difícil pelos estudantes na interpretação do conteúdo de mecânica, poderá ser resolvido e compreendido com mais facilidade com a utilização do Tracker.

E. Questionário sobre o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o *software* de Tracker.

Existem 7 questões na categoria E. Os números 2, 4 e 7 são questões fechadas.

1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o *software* Tracker?

A seguir está uma figura em escala Likert que representa as respostas dos estudantes ao escolher uma das escalas na questão E.1. Os estudantes escolheram respostas nos itens de 1 a 6, onde o item 1 = Muito Difícil (MD), o item 2 = Difícil (D), o item 3 = Difícil Parcialmente (DP), o item 4 = Fácil Parcialmente (FP), o item 5 = Fácil (F) e o item 6 = Muito Fácil (MF).

Figura 4.E.1.a*Respostas dos estudantes na questão E.1*

A partir da figura 4.E.1.a, pode-se observar que 19 estudantes conseguem interpretar o valor da aceleração da gravidade na queda livre por meio da análise do gráfico obtido a partir do vídeo utilizando o Tracker. Existem várias categorias de razões que foram indicadas pelos estudantes para justificar tais respostas:

Tabela 4.E.1*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.1.*

Categoria	Transcrições
1. A facilidade de interpretação dos valores de aceleração gravitacional em queda livre ocorre a partir do movimento dos objetos no vídeo.	“A partir do movimento dos objetos no vídeo”.
2. A facilidade de interpretação dos	“Através da tabela e da equação”.

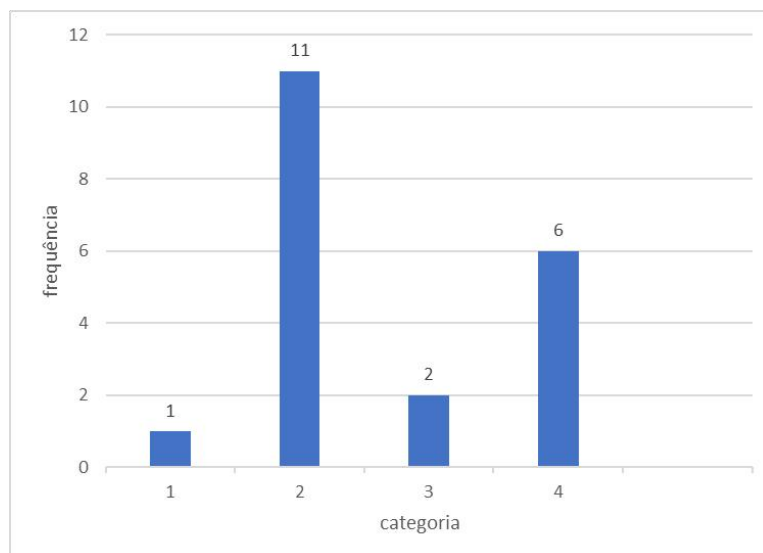
valores de aceleração gravitacional em queda livre ocorre através da tabela e da equação.	“No Tracker, pode mostrar a equação”. “Tem a formulação no Tracker”. “No Tracker, tem a fórmula para calcular o valor”. “Fazer ajustes na formulação”. “Fazer a comparação entre a teoria e o resultado da equação”. “Através da formulação”. “No Tracker, tem tabela e equação”. “No Tracker, tem tabela para ver o valor de aceleração da gravidade”. “No Tracker, tem a formulação”. “Fazer ajustes na equação”.
3. A facilidade de interpretação dos valores de aceleração gravitacional em queda livre ocorre através de um gráfico”.	“Identificar o valor através de um gráfico”. “Através do gráfico”.
4. A facilidade de interpretação dos valores de aceleração gravitacional em queda livre ocorre com a análise de vídeo no Tracker.	“Com analisar vídeo no Tracker”. “Análise de vídeo para calcular um valor de aceleração da gravidade”.

	“É fácil para determinar o valor de g com o Tracker”. “É mais fácil encontrar o valor de g com análise de vídeo”. “Fácil para determinar o valor de g, sem fazer longos cálculos”. “Pode calcular o valor mais rápido”.
--	--

Com as categorias apresentadas na tabela 4.E.1, é possível apresentar a Figura 4.E.1.b que mostra a quantidade de respostas dos estudantes por categoria.

Figura 4.E.1.b

Categorização da transcrição das respostas dos estudantes na questão E.1



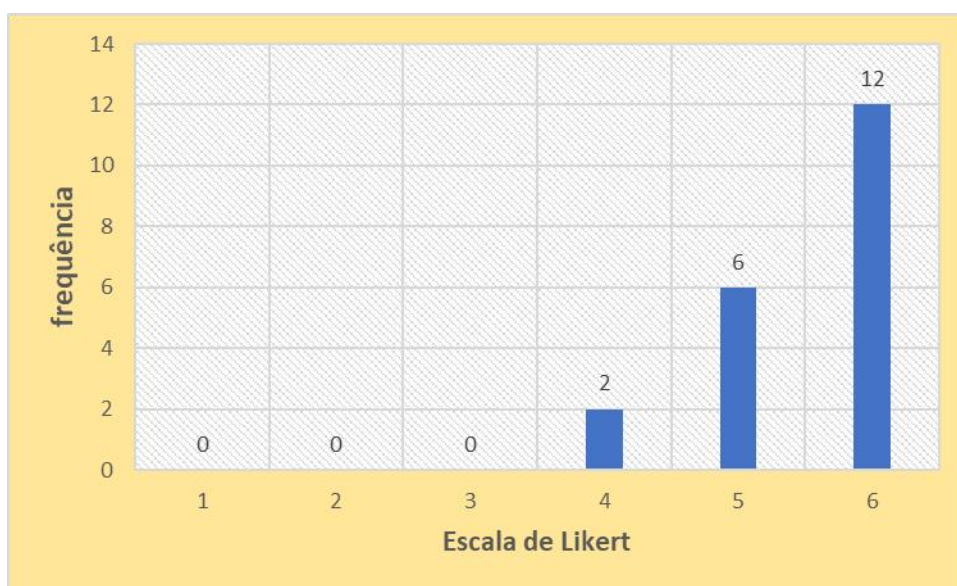
Pela Figura 4.E.1.b, pode-se observar que a facilidade de interpretação dos valores de aceleração gravitacional em queda livre ocorre através da tabela e da equação. Aqui, entende-se a importância que os estudantes dão ao tratamento analítico dos resultados experimentais.

2. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.

A seguir está uma figura que representa as respostas dos estudantes ao escolher um dos itens na questão E.2. Esta questão é fechada.

Figura 4.E.2

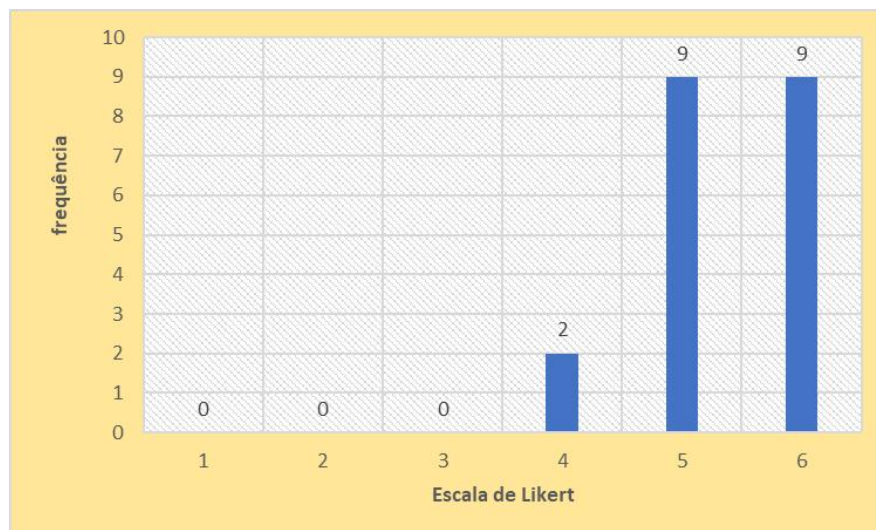
Escala das respostas dos estudantes na questão E.2



A partir da figura 4.E.2, pode-se explicar que através da utilização do software Tracker, todos os estudantes podem analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes em queda livre.

3. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.

A seguir, apresenta-se uma figura que representa as respostas dos estudantes ao escolher um dos itens na escala de Likert na questão E.3. Esta questão é aberta.

Figura 4.E.3.a*Escala das respostas dos estudantes na questão E.3*

A partir da figura 4.E.3.a pode-se inferir que todos os estudantes podem facilmente interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre, através da utilização do *software* Tracker.

Algumas categorias puderam ser explicitadas a partir das respostas dadas pelos estudantes :

Tabela 4.E.3*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.3*

Categoria	Transcrições
1. Os estudantes podem facilmente interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre, através da utilização do <i>software</i> Tracker pois ele exibe a equação, resultados, tabelas e gráficos (dados completos).	“Mostra com a equação, características, resultados, tabelas e gráficos”. “Pode interpretar tabela e gráfico”. “Tem tabelas para determinar o valor”. “Tem vídeo e gráficos”. “Tem dados completos”. “Tem dados que completam e

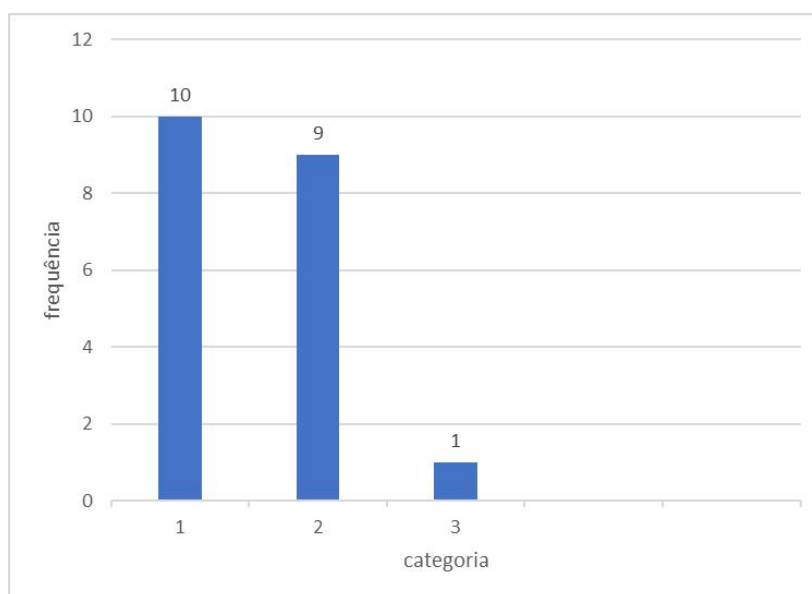
	podem identificar as características”. “Tem equação que pode resolver o resultado”. “Tem vídeo para analisar e resolver resultados”. “Tem dados completos”. “Tem valor na tabela para determinar aceleração e a velocidade”.
2. Os estudantes podem facilmente interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre, através da utilização do <i>software</i> Tracker, porque é mais fácil interpretar o resultado valor de g.	“Pode determinar o resultado diretamente”. “Pode descobrir o resultado e pode tirar imediatamente uma conclusão”. “Mais fácil para demonstrar o resultado”. “Com o Tracker, pode interpretar o resultado mais facilmente”. “Pode demonstrar mais facilmente o resultado”. “É mais fácil interpretar o resultado”. “Fácil para determinar o valor da queda livre”. “Pode determinar o valor de g com mais facilidade”. “Pode determinar o resultado e pode tirar uma conclusão”.
3. Os estudantes podem facilmente interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das	“Tracker é muito efetivo no cálculo de g”.

caraterísticas da queda livre, através da utilização do <i>software</i> Tracker, porque ele é um aplicativo muito efetivo no cálculo de "g".	
--	--

A partir das respostas, pode-se mostrar a figura 4.E.3.b que descreve o número de respostas por categoria:

Figura 4.E.3.b

Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.3



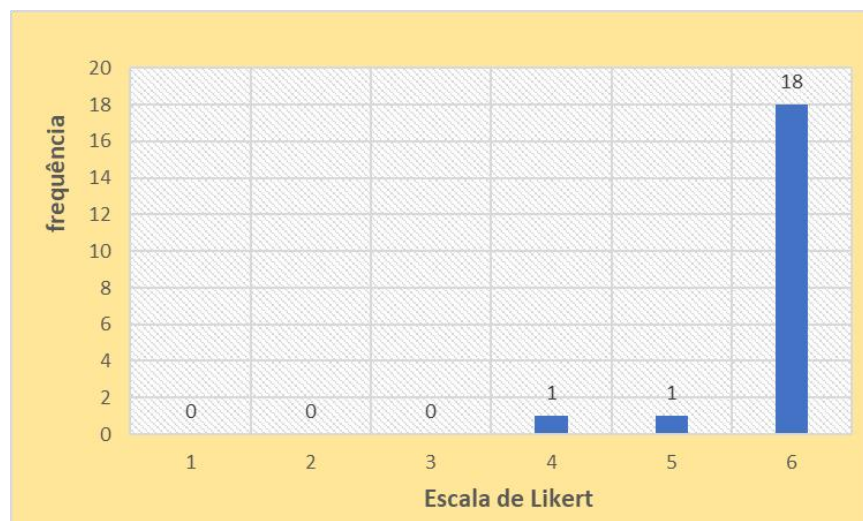
Pela figura 4.E.3.b, pode-se explicar que os estudantes conseguem facilmente interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das caraterísticas da queda livre, através da utilização do *software* Tracker, pois ele mostra a equação, resultados, tabelas e gráficos (dados completos). Ou seja, as funcionalidades do Tracker são bem perceptíveis para os estudantes que o utilizam.

4. Através da utilização do *software* de Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.

A seguir está uma figura em escala Likert que representa as respostas dos estudantes ao escolher uma das respostas possíveis na questão 4. Esta questão é fechada.

Figura 4.E.4

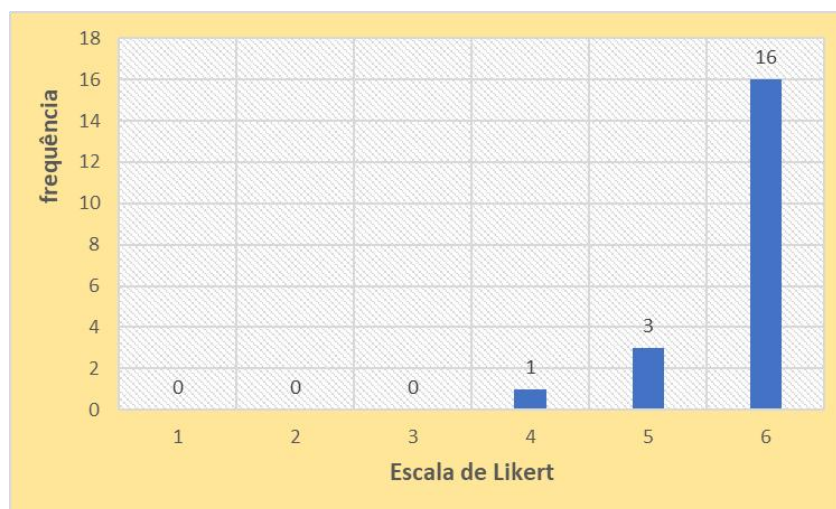
Escala das respostas dos estudantes na questão E.4



A figura 4.E.4, mostra que todos os estudantes pensam que através da utilização do software de Tracker, é fácil interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.

5. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.

Esta questão é uma questão aberta, onde os estudantes são solicitados a indicar o seu grau de concordância e a justificar as suas respostas. A seguir está uma figura em escala Likert que representa as respostas dos estudantes ao escolher uma das escalas na questão E.5.

Figura 4.E.5.a*Escala das respostas dos estudantes na questão E.5*

Na figura 4.E.5.a podemos observar que todos os estudantes concordam que o software permite interpretar e tirar conclusões facilmente sobre as características do MRU e MRUV. Foram várias as categorias das respostas apresentadas pelos estudantes:

Tabela 4.E.5*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.5*

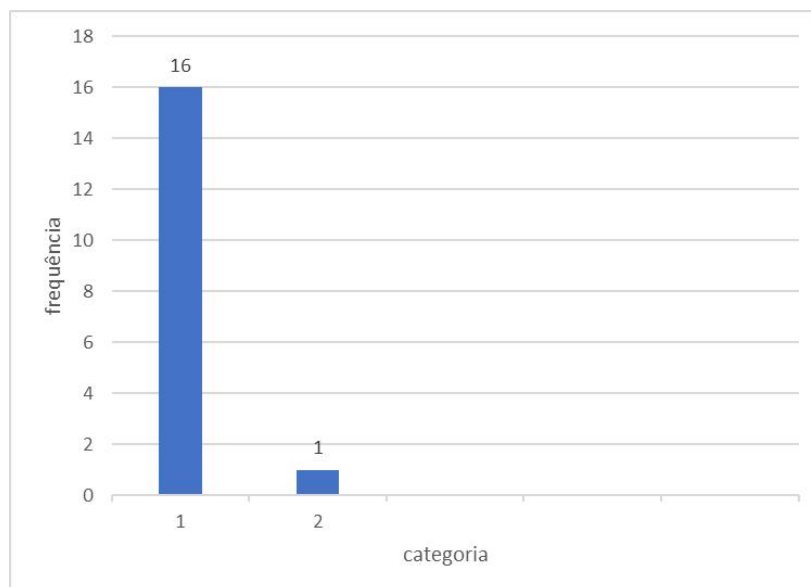
Categoria	Transcrições
1. Os estudantes interpretam e concluem facilmente as características do MRU e MRUV, através da utilização do <i>software</i> de Tracker, porque ele tem menu (tabela, gráfico, e fórmula) que está completo.	“No Tracker, tem tabela para saber o valor da velocidade e aceleração”. “Fácil para determinar o valor através de tabela e gráfico”. “Mostrando na tabela o valor de velocidade e aceleração”. “No Tracker, tem a fórmula para determinar o resultado”. “Tracker tem o gráfico”. “No Tracker, tem a fórmula”.

	“No Tracker, tem o gráfico”. “No Tracker, tem dados nas tabelas”. “Na tabela, tem dados da aceleração”. “Todos os resultados estão na tabela do Tracker”. “Tem gráfico para analisar vídeo”. “Tem tabela para saber o valor”. “Tem tabelas para determinar o valor”. “O resultado está na tabela”. “O aplicativo Tracker é um aplicativo mais completo para analisar vídeo”. “Tracker tem um menu (gráfico, tabela e fórmula) que é completo para analisar MRU E MRUV”.
2. Os estudantes interpretam e concluem facilmente as características do MRU e MRUV através da utilização do <i>software</i> de Tracker, porque o Tracker é um aplicativo mais efetivo.	“Tracker é um aplicativo efetivo para calcular o valor da aceleração”.

A partir da tabela 4.E.5, pode-se criar uma figura 4.E.5.b com o seguinte.

Figura 4.E.5.b

Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.5



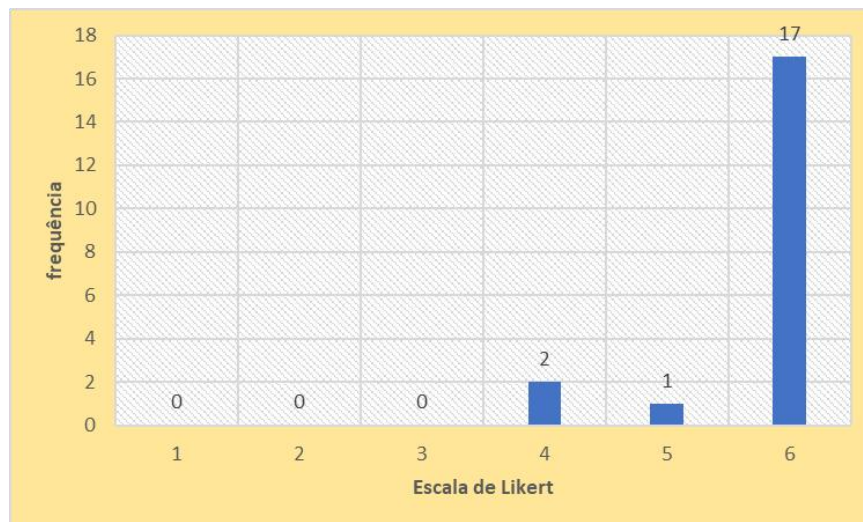
Pela figura 4.E.5.b pode-se explicar que os estudantes interpretam e concluem facilmente as características do MRU e MRUV, através da utilização do *software* Tracker, devido à existência de um menu de opções (tabela, gráfico, e fórmula) que completa a análise dos movimentos.

6. Através da utilização do *software* de Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.

Esta questão é uma questão aberta, onde os estudantes são solicitados a escolher uma escala de 1 a 6, como a questão do número E.6, e a justificar as suas respostas. A seguir está uma figura em escala Likert que representa as respostas dos estudantes ao escolher uma das escalas na questão E.6.

Figura 4.E.6.a

Escala das respostas dos estudantes na questão E.6



A partir da figura 4.E.6, pode ser explicado que todos os estudantes podem facilmente determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples através da utilização do *software* Tracker. Algumas categorias das razões apresentadas pelos estudantes, são:

Tabela 4.E.6*As categorias de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.6*

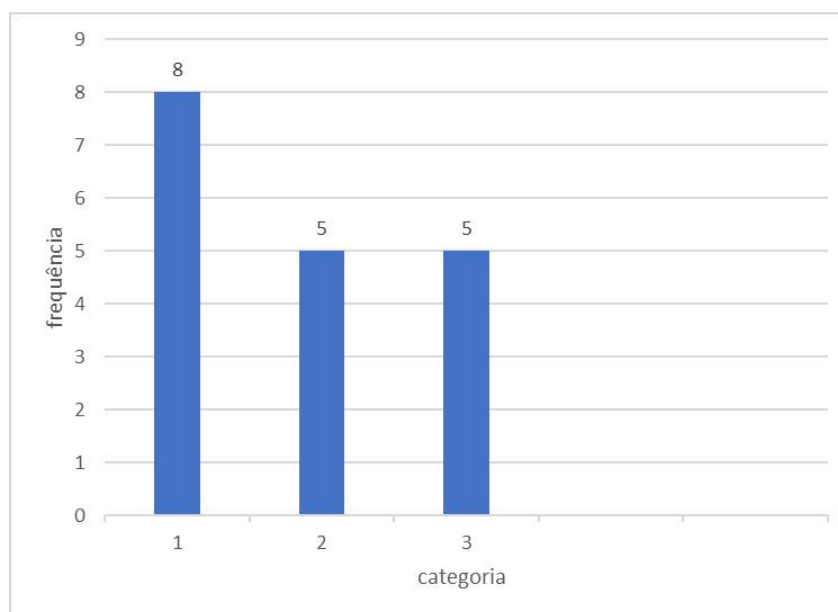
Categoria	Transcrições
1. Para determinar o valor de g de um pêndulo simples, pode-se utilizar uma tabela e ajustar a equação.	“Utiliza a equação do Tracker”. “Com ajuste da equação do Tracker”. “Com a fórmula do Tracker”. “Com a fórmula”. “Com a fórmula”. “Utiliza uma fórmula para determinar o valor”. “Para determinar o valor de g, pode-se utilizar uma tabela”. “Através do valor de aceleração na tabela”.
2. Analisar o vídeo do pêndulo simples pode permitir determinar o valor de g .	“Com analisar o vídeo”. “Com analisar o vídeo do Tracker”. “Com analisar o vídeo do pêndulo simples”. “Com analisar o vídeo do pêndulo no Tracker”. “Analisar um vídeo de pêndulo simples”.
3. O aplicativo Tracker é muito efetivo no cálculo da aceleração da gravidade do pêndulo simples.	“Com cálculo simples para determinar g”. “Tracker é um aplicativo mais efetivo para calcular o valor de g”,

	“O Tracker é um aplicativo melhor para aprender”. “O aplicativo Tracker é muito efetivo na calculação da aceleração”. “O Tracker é o aplicativo mais efetivo para calcular o valor de g”.
--	---

Para saber quantos estudantes escolheram esta categoria, pode-se observar na figura 4.E.6.b.

Figura 4.E.6.b.

Escala das respostas dos estudantes na questão E.6



Pelo gráfico, pode-se explicar que para determinar o valor de g de um pêndulo simples, pode-se utilizar uma tabela e ajustar a equação. Tal como já acontecia com a caracterização dos movimentos retilíneo uniforme e retilíneo uniformemente acelerado, a facilidade em obter tabelas, gráficos e o ajuste de uma função físico-matemática, são os aspetos de maior realce nas justificações dos estudantes como vantagens do Tracker na aprendizagem da cinemática.

7. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.

Essa questão é uma questão fechada, onde os estudantes são solicitados a escolher uma escala de 1 a 6.

A figura 4.E.7 representa as respostas dos estudantes ao escolher uma das escalas na questão E.7.

Figura 4.E.7

Categorização de transcrição das respostas dos estudantes na questão E.7



A figura 4.E.7 mostra que 19 pessoas sentem que podem interpretar e determinar facilmente o valor do momento linear antes e depois de uma colisão. Apenas uma pessoa escolheu a escala 3 (difícil parcialmente) para essa afirmação.

Síntese dos resultados da secção E:

Muitos estudantes podem interpretar facilmente as tabelas, mas sobretudo os gráficos dos movimentos provenientes da análise dos vídeos. Tal permite-lhes determinar os valores necessários das grandezas físicas associadas a cada tipo de movimento e tirar boas conclusões das propriedades/características de cada tópico dos movimentos em mecânica. É de assinalar que os alunos quase sempre

destacam as mesmas vantagens na utilização do *software*, quer este seja aplicado à queda livre ou ao movimento pendular, o que mostra a consistência da sua utilização como ferramenta didática. Estes aspetos têm sido destacados por vários autores, desde a apresentação do Tracker como ferramenta didática (Brown & Cox, 2009) até à sua análise como ferramenta didática para estudantes portugueses (Carvalho et al., 2014).

5. Síntese das notas de campo

As etapas de observação desde o início da investigação até o final, já descritas no Apêndice V na forma de notas de campo, deram informações pormenorizadas de cada atividade realizada e dos obstáculos enfrentados durante a pesquisa. Das análises efetuadas às notas de campo, podem retirar algumas conclusões que seguidamente são apresentadas de uma forma resumida.

Parece ser um sentimento geral entre os estudantes que os vídeos de corpos em movimento habitualmente usados para os estudos da mecânica, podem ser feitos mesmo utilizando equipamentos simples e limitados, disponíveis no laboratório de física do departamento de física da UNTL.

A observação é uma técnica muito importante para entender a atitude dos participantes de um estudo, neste caso na aprendizagem de mecânica utilizando uma ferramenta digital.

Na recolha dos dados com o *software* Tracker, muitos estudantes demonstraram interesse em participar, mas devido à falta de computadores com capacidade de processamento e memória para o fazer, apenas uma parte dos alunos pôde realizar as tarefas individualmente. Isto deveu-se às limitações financeiras dos estudantes para comprar equipamentos modernos e atualizados. Assim, o trabalho em grupo veio minimizar essa situação.

Na constituição dos grupos, cada grupo preparou o seu computador, mas houve problemas durante a implementação. Às vezes, um ou dois grupos tinham computadores com baixa capacidade de memória e dificuldade em instalar o

software. Além disso, mesmo após a instalação, os computadores, às vezes, desligavam sozinhos devido a essa falta de memória disponível.

Ao observar as atividades de cada grupo na análise dos vídeos, a investigadora notou que alguns grupos enfrentaram dificuldades em compreender a determinação de grandezas físicas de mecânica. Contudo, após uma breve explicação da investigadora sobre o funcionamento do programa, os estudantes conseguiram entender bem o que era pretendido.

Na apresentação dos resultados da análise dos vídeos de mecânica com o *software* Tracker, cada grupo conseguiu atingir os objetivos das tarefas, apesar das diferenças notadas nos resultados de cada grupo.

No preenchimento dos questionários pelos estudantes, às vezes houve dificuldade de interpretação do texto devido às dificuldades em entender a língua portuguesa. Quando tal aconteceu, houve necessidade de uma intervenção da investigadora para explicar o que se pretendia com a respetiva questão, tal como foi explicado no Capítulo 4.

Finalmente, registre-se que a participação dos professores do departamento de física da UNTL na validação dos conteúdos dos questionários por um painel de especialistas, foi realizada atempadamente e bem-sucedida, embora ocasionalmente tenha sido dificultada pela disponibilidade de tempo de cada professor.

6. Conclusão

Nesta investigação foi usado o método descritivo qualitativo, no qual os dados obtidos são descritos de forma natural. Não apenas os estudantes estão envolvidos nesta investigação, mas também alguns docentes desempenharam um papel vital na validação do painel do questionário elaborado pela investigadora.

Os dados obtidos a partir do preenchimento do questionário por 20 estudantes do 6º semestre do departamento do ensino de física da Universidade Nacional de Timor Lorosa'e, foram analisados utilizando uma escala de Likert de 6 ítems. Para

as perguntas abertas, foi solicitada uma explicação das razões que levaram cada estudante a escolher o respetivo item na escala fornecida; para analisar essas razões, a investigadora agrupou e categorizou cada resposta numa tabela fazendo uma análise de conteúdo. Em seguida, os dados foram visualizados e analisados de forma descritiva. Os dados obtidos não se limitaram ao preenchimento do questionário. Quando os resultados não correspondem (manifestaram discrepâncias acentuadas e contraditórias entre questões semelhantes) foi realizada uma entrevista para determinar se os estudantes envolvidos compreendem (havia interpretado corretamente), ou não, as perguntas feitas. Isso ocorreu porque os estudantes enfrentaram dificuldades no uso e compreensão do português. Isso foi fundamental para evitar mal-entendidos na interpretação das questões no questionário e para aumentar a credibilidade dos resultados obtidos no questionário.

No geral, esta pesquisa recebeu uma resposta positiva da maioria dos estudantes. Eles só haviam aplicado (conheciam) o *software* Tracker pela primeira vez nesta investigação sobre a aprendizagem da mecânica, e apenas uma pequena parte deles tinha conhecimento teórico da aplicação Tracker. Após este trabalho sobre atividades práticas e experimentais visando a aprendizagem da mecânica, no final, todos os estudantes se sentiram interessados e concordaram que o *software* Tracker é uma ferramenta que pode ajudá-los a entender melhor as atividades experimentais.

Nesta investigação, a investigadora não apenas ensinou aos estudantes como usar o aplicativo Tracker no tópico de mecânica para analisar vídeos, mas também os envolveu ativamente em grupos para apresentar os resultados de cada tópico. Portanto, neste caso, os estudantes não apenas aprenderam a analisar vídeos com o Tracker, mas também tiveram oportunidade de adquirir conhecimentos de comunicação e tecnologias de informação para apresentar os resultados a outros grupos.

Tendo como referência as questões de investigação que se encontram no subcapítulo 2.2, podemos concluir com esta investigação que a análise de vídeo pode motivar os estudantes do departamento de física da UNTL na aprendizagem

e ensino da mecânica. Esta abordagem requer a utilização de equipamentos simples, sem necessidade de recorrer a equipamentos muito modernos, tornando-se assim uma vantagem pedagógica devido à limitação dos equipamentos laboratoriais existentes no departamento. O mais importante na análise e produção de vídeos é ter um computador e uma câmara. Além disso, a aplicação Tracker usada na análise dos vídeos permite obter resultados na forma de tabelas e gráficos, sendo ainda possível usar equações para o cálculo de grandezas físicas em mecânica, sem realizar cálculos matemáticos muito complexos. Isso motiva muito os estudantes a aprender mecânica pois torna mais simples a análise dos movimentos usando a multiplicidade de representações permitidas pelo *software*. Assim, o que os estudantes consideravam difícil torna-se mais fácil com a aplicação Tracker.

Também podemos concluir que a análise de vídeo pelo Tracker pode compensar a falta de condições do laboratório para o ensino da mecânica, especialmente no departamento de física da UNTL. Atualmente, todos os equipamentos de laboratório no departamento estão muito avariados, e não há técnicos para repará-los devido à falta de fundos e apenas dependem do apoio governamental. Portanto, tudo depende da criatividade dos professores em ensinar para tornar a aprendizagem mais ativa e incentivar a criatividade dos estudantes. E com esta investigação, os estudantes participantes, futuros professores de física em Timor-Leste, mostraram compreender que o Tracker é um dos *softwares* que pode complementar o laboratório com elevado potencial de aprendizagem.

Através da análise de vídeo no ensino da mecânica, pode-se concluir que há várias percepções dos estudantes nesta investigação, entre as quais os estudantes se sentem motivados no estudo da mecânica. Além disso, eles parecem sentir que a análise de vídeo com o Tracker pode complementar as atividades experimentais no laboratório, ajudar na resolução de problemas de mecânica e proporcionar muitos benefícios na aprendizagem.

Com base nos resultados obtidos na investigação, pode-se então concluir que, de forma geral, os estudantes concordam que o Tracker é um dos *softwares* que complementa as atividades experimentais, facilita e melhora a compreensão dos

conceitos na resolução de problemas de mecânica de forma autónoma. Além disso, os estudantes concordam que o Tracker oferece muitos benefícios na sua utilização, usando gráficos, tabelas e equações na resolução de problemas de mecânica. Os alunos também se sentem muito motivados e interessados no ensino por vídeo usando o Tracker, recorrendo apenas a ferramentas simples, sem eliminar as atividades experimentais, pois estas contribuem para ativar a aprendizagem. Os estudantes também indicaram que podem interpretar facilmente os valores das grandezas físicas em cada tópico de mecânica. Assim, conseguem compreender as características de cada movimento mais rapidamente, de forma mais fácil e precisa.

Dos resultados da observação expressos nas notas de campo, pode-se concluir que as atividades de aprendizagem utilizando a análise de vídeo com o Tracker tornam os estudantes mais ativos nas atividades de grupo, devido à falta de disponibilidade de computadores e à limitação financeira. Isso não reduz o empenho dos estudantes, embora se obtenham resultados diferentes de cada grupo. Ainda há muitos obstáculos enfrentados pelos alunos, principalmente na compreensão do português como é manifestado no preenchimento dos questionários, mas isso pôde ser resolvido com entrevistas aos estudantes que não compreendem bem as questões dos questionários.

Portanto, com a realização desta investigação, a falta de motivação e interesse dos estudantes de física causada pela limitação das instalações laboratoriais e pela monotonia dos métodos utilizados pelos professores nas aulas de mecânica, por apenas serem usados métodos expositivos e tradicionais, pode ser contrariada pela adoção de um método de ensino mais ativo, como o ensino usando a análise de vídeo com o Tracker, para facilitar a compreensão dos conceitos, em particular em mecânica. Por essa razão, é muito importante preparar os professores para utilizarem tecnologias digitais na implementação de uma aprendizagem mais eficaz e criativa.

Apesar de especificar esses obstáculos, isso não impediu, como se mostrou, o alcance dos objetivos da investigação. No final desta investigação, estamos confiantes de que a aprendizagem da mecânica com base na análise de vídeo e o

Tracker, pode ajudar e motivar os estudantes a entenderem os conteúdos físicos. Onde antes eles consideravam a mecânica muito difícil, agora estão muito interessados e confiantes neste modelo de aprendizagem e consideram que o aplicativo Tracker facilita a compreensão dos conceitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, C. R. D. (2016). *Aplicação do pacote computacional spss em pesquisa de opinião utilizando escala de likert* [Unpublished master 's thesis]. Universidade de Taubaté.
- Alves, P. L., Ferreira, M., & da Silva Filho, O. L. (2019). Uma Proposta de Medição: O Uso do Software Tracker no ensino de Física. *Em Tempo de Histórias*, 5(1), 22-26.
- Alves, R. R., de Oliveira Ribeiro, A., & de Paiva Silva, G. (2022, April). Relato de Prática Pedagógica: Queda Livre de um Corpo Usando o App Phyphox. In *Simpósio* (No. 10).
- Andrade, F. L. M., Massabni, G. V. (2011). O Desenvolvimento de Atividades Práticas na Escola: Um Desafio para Os Professores De Ciências. *Ciência & Educação*, 17(4).
- Ana, W. P. S., & Lemos, G. C. (2018). Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 4(12).
- Araújo, M. S. T. D., & Abib, M. L. V. D. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de ensino de física*, 25, 176-194.
- Araújo, I. S. B. D., Fonseca, S. D., & Baptista, M. D. C. (2018). *Desafios da Educação em Timor-Leste: Responsabilidade social*. Unidade de Produção e Disseminação do Conhecimento Programa de Pós-Graduação e Pesquisa da UNTL.
- Barbeta, B. V., Yamamoto, I. (2002). Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 159.
- Barbosa, T. (2004). *Introdução à biomecânica*. Bragança: sn.

- Bezerra, G. A., Oliveira, P. L., Lenz, A. J., Saavedra, N. (2012). *Video Análise com o Software Livre Tracker no Laboratório Didático de Física: Movimento Parabólico e Segunda Lei de Newton*. Departamento Acadêmico de Física Universidade Tecnológica Federal do Paraná Curitiba–PR.
- Bonventi Jr, W., & Aranha, N. (2015). Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37, 2504-1.
- Brown, D., Cox, A. J. (2009). Innovative Uses of Video Analysis. *The Physics Teacher*, 47, 145–150.
- Camurra, L., & Batistela, C. C. (2009). A entrevista como técnica de pesquisa qualitativa. *Psicopedagogia Online [Internet]*.
- Carvalho, P.S., Christian, W., Belloni, M. (2014). Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes Portugueses, *Revista Lusófona de Educação*, 25, 59-72
- Carvalho, P. S., Rodrigues, M., Pereira, C., Ataíde, M., Briosas, E. (2013). How to Use a Candle to Study Sound Waves, *The Physics Teacher*, 51, 398-399.
- Cassiani, S., Linsingen, I. V., Lunardi, G. (2012). *Enfocando a Formação de Professores de Ciências no Timor-Leste*. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina.
- Cordeiro, A. L., Rodrigues, F. L. O. (2019). *O Software Tracker: Uma Ferramenta Educacional para Potencializar O Ensino de Física*. Universidade Estadual Vale do Acaraú - Sobral - Ceará.
- CRESWELL, J.W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3ª ed., Porto Alegre, Artmed, 296 p.
- da Silva Fontes, A., Batista, M. C., Schwerz, R. C., & Neves, M. C. D. A. (2019). *Utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como ferramenta potencializadora no ensino do conceito de Queda Livre*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

- Driessnack, M., Sousa, V. D., & Mendes, I. A. C. (2007). Revisão dos desenhos de pesquisa relevantes para enfermagem: parte 2: desenhos de pesquisa qualitativa. *Revista Latino-americana de enfermagem*, 15, 684-688.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, 5(1), 1-4.
- Freitas, W. R. S., Jabbour, C. J. C. (2011). Utilizando Estudo de Caso(s) como Estratégia de Pesquisa Qualitativa: Boas Práticas e Sugestões. *Estudo & Debate, Lajeado*, 18(2), 11.
- Godinho, M. G. (2021). *O uso de tecnologias no ensino de física*. Universidade de Uberaba. Santa Maria do Mucuí-MG
- Grupo de Ensino de Física (2010). *Cinemática e Dinâmica*. Universidade Federal de Santa Maria.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1983). *Física 4ª edição revista*. Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA. Rio de Janeiro. p. 196.
- Harefa, A. R. (2019). Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Warta Dharmawangsa*, 13(2).
- Hewitt, P. G. (2015). *12ª edição Física Conceitual*. Bookman Editora LTDA, p. 26.
- Hoernig, A. M., & Pereira, A. B. (2004). As aulas de ciências iniciando pela prática: o que pensam os alunos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(3).
- Lusia, R., & Rahardjo, D. T., (2017). Ticker Timer Dengan Penghitung Waktu Otomatis Menggunakan Timer Le8n Series. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 7(2) ISSN : 2089-6158.
- Magarinus, R., Buligon, L., & Martins, M. M. (2015). Uma proposta para a introdução do ensino de Funções através da utilização do programa Tracker. *Ciência e Natura*, 37(3), 481-498.
- Margarida Pocinho (2012). *Metodologia de Investigação e Comunicação do Conhecimento Científico*. Lidel-Edições Técnicas, Lda.
- Magarinus, R., Buligon, L., & Martins, M. M. (2015). Uma proposta para a introdução do ensino de Funções através da utilização do programa Tracker. *Ciência e Natura*, 37(3), 481-498.

- Marconi, M. D. A., & Lakatos, E. M. (1990). *Técnicas de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Marotti, J., Galhardo, A. P. M., Furuyama, R. J., Pigozzo, M. N., Campos, T. D., & Laganá, D. C. (2008). Amostragem em pesquisa clínica: tamanho da amostra. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 20(2), 186-194.
- Matias, J. D. D. (2011). *A resolução de problemas no ensino da "Energia": um estudo com alunos do 7.º ano de escolaridade* (Tese). Universidade de Lisboa.
- Ministério de Educação de Timor Leste. (2011). *Plano Estratégico Nacional da Educação 2011-2030*. Dili-Timor Leste.
- Monteiro, L. C. (2021). *Uma proposta de ensino com modelagem matemática: o estudo de movimentos através da análise de vídeos com o programa Tracker*. Universidade Federal do Pampa.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.
- Moresi, E. (2003). *Metodologia da pesquisa*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 108(24).
- Nemoto, T. & Beglar, D. (2014). Likert-scale questionnaires. In *JALT 2013 conference proceedings* (pp. 1-8).
- Nunes, J. V., Woloszyn, M., Gonçalves, B. S. & de Souza Pinto, M. D. (2017). *A pesquisa qualitativa apoiada por softwares de análise de dados: uma investigação a partir de exemplos*. *Fronteiras-estudos midiáticos*, 19(2), 233-244.
- Oliveira, R. R. B. (2022). *Estudo do Lançamento de Projéteis Usando O Simulador Phet*. Instituto de Ciências Exatas e Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda. p. 26.
- Parreira, J. E. (2018). *Um curso de Mecânica com o uso do programa de videoanálise Tracker*. Departamento de Física e Química PUC-Minas Belo Horizonte – MG.
- Pena, F.L.A., Filho, A.R. (2009). Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área

- (1971-2006). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1).
- Pinto, J. S., de Oliveira Simões, D. D. M., & Pereira, R. (2017). *As TIC e os Ambientes Virtuais de Aprendizagem no Suporte ao Processo Educativo do Ensino Superior Timorense*. Universidade de Aveiro.
- Rai, N., & Thapa, B. (2015). A study on purposive sampling method in research. *Kathmandu: Kathmandu School of Law*, 5.
- Reis, E. A., & Reis, I. A. (2002). Análise descritiva de dados. *Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG*, 5.
- Rezende, L., Segre, L. M., & Campos, G. H. B. (2004). Organização curricular por competências em cursos de Ciência da Computação–Inovação ou Recontextualização. In *Anais do Congresso IberoAmericano de Educación Superior en Computación–CIESC*. Disponível em <http://clei2004.spc.org.pe>. Arequipa, Peru, 27(9).
- Rodrigues, M. & Carvalho, P. S. (2013). Teaching physics with Angry Birds: exploring the kinematics and dynamics of the game, *Physics Education* 48, 431-437.
- Rodrigues, M., Carvalho, P. S. (2014). Teaching optical phenomena with Tracker, *Physics Education*, 49(6), 671-677.
- Rodrigues, D. V., Carvalho, P. S., Dias, M. A. (2017). Standing Waves in an Elastic Spring: A Systematic Study by Video Modeling, *The Physics Teacher*, 55(4), 232-234.
- Sá, P., Costa, A. P., & Moreira, A. (2021). *Reflexões em torno de recolha de dados. Metodologias de Investigação*. Universidade de Aveiro. Volume 2.
- Santos, J. R., & Henriques, S. (2021). *Inquérito por questionário: contributos de conceção e utilização em contextos educativos*. Universidade Aberta.
- Sarjono. (2018). Pentingnya Laboratorium Fisika Di SMA/MA Dalam Menunjang Pembelajaran Fisika. *Jurnal Madaniyah*, 8(2), 262-271.
- Silva, G. R. F., de Freitas Macêdo, K. N., de Almeida Rebouças, C. B., & Alves, Â. M. (2006). Entrevista como técnica de pesquisa qualitativa. *Online Brazilian Journal of Nursing*, 5(2), 246-257.
- Silvestre, A. J., & Teixeira, P. I. C. (2022). *Física: Uma Introdução*. Instituto Técnico de Lisboa. p. 177

- Sousa, A. M. C., de Oliveira, D. L., & da Silva, P. R. O. (2019). Uso do Software Tracker no Estudo de Fenômenos Físicos (2017-2018). *Anais do Integra*, 2.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. London: SAGE Publications.
- Symon R. Keith. (1996). *Mecânica*. Editora Campus. Rio de Janeiro.
- Teixeira, N. F. (2015). Metodologias de Pesquisa em Educação: Possibilidades e Adequações. *Caderno pedagógico, Lajeado*, 12,(2), 7-17.
- Universidade de Aveiro. (2020). *Manual para a realização de citações em texto e referências bibliográficas*. APA.
- Vasconcelos, C. (2021). *Metodologia de Investigação em Educação e Divulgação Científica*. FCUP.
- Young, H.D., & Freedman, R. A. (2016). *Física I Mecânica*. 14 edição. São Paulo- Pearson Education do Brasil.

APÊNDICE I

Apêndice I - Instalação e uso do aplicativo Tracker

Passo 1. Efetuar o download do software no computador acessando o site (link) <http://physlets.org/Tracker/>, tendo em conta o sistema operativo do computador como indica a figura I.1. Instalar a respetiva aplicação Tracker.

Figura I.1

Onde descarregar o Software Tracker



Figura I.1- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 2. Abrir o software Tracker.

Figura I.2

Aplicação Tracker

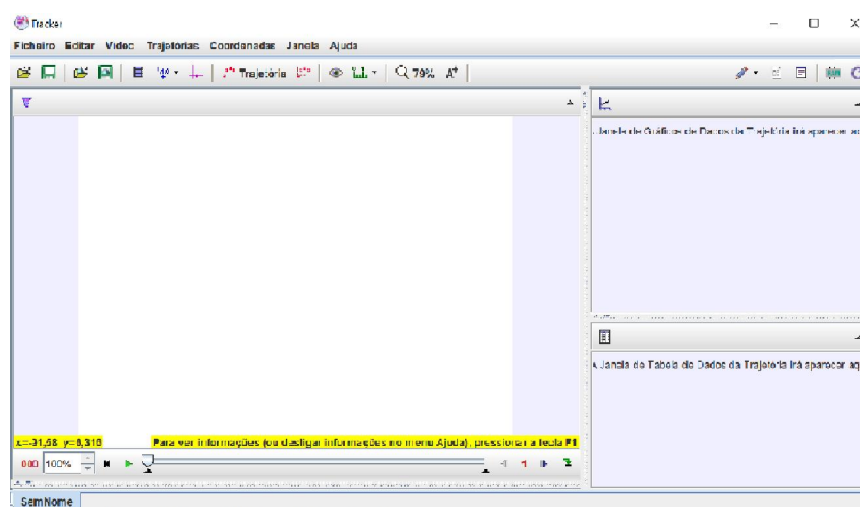


Figura I.2- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 3. Abrir um vídeo ou arquivo com extensão Tracker (trk), selecionando o menu “Ficheiro”, em seguida clicar em “importar”, como mostra a figura I.3.a.

Figura I.3.a

Importar o vídeo

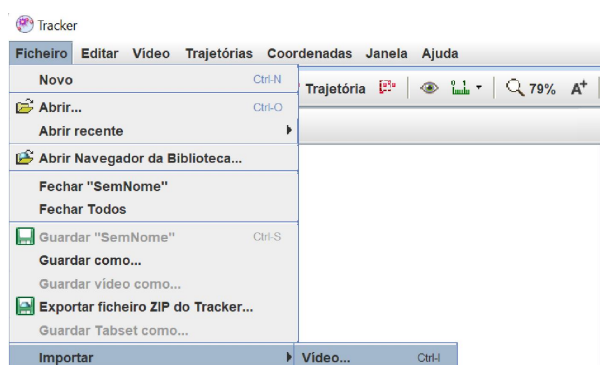


Figura I.3.a- <https://physlets.org/Tracker/>

Também pode selecionar o comando Abrir da barra de atalhos por baixo da barra de menus (Figura I.3.b). Selecionar o ficheiro de vídeo a analisar.

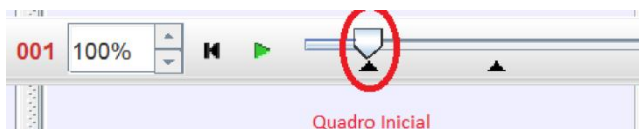
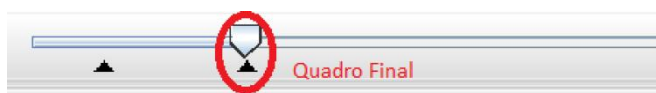
Figura I.3.b

Abrir o vídeo

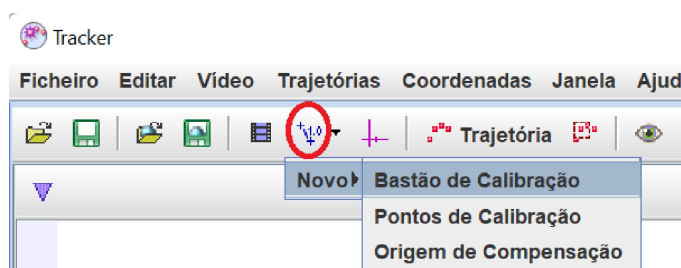


Figura I.3.b- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 4. Identificar os quadros (quadro inicial e quadro final) de vídeo para analisar na base da janela principal, como mostram as figuras I.4.a e I.4.b

Figura I.4.a*Quadro Inicial*Figura I.4.a - <https://physlets.org/Tracker/>**Figura I.4.b***Quadro Final*Figura I.4.b - <https://physlets.org/Tracker/>

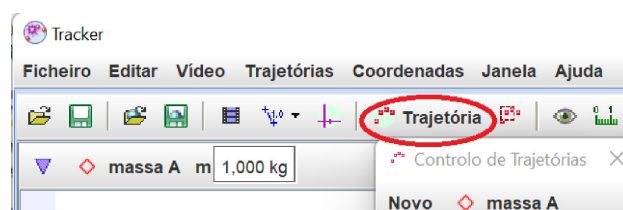
Passo 5. Calibrar a janela de vídeo, como mostra a figura I.5.

Figura I.5*Bastão de calibração*Figura I.5- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 6. Inserir os eixos de coordenadas do sistema cartesiano, como indica a figura I.6.

Figura I.6*Eixos de Coordenadas*Figura I.6- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 7. Marcar pontos e definir a trajetória descrita pela partícula, seleccionando no menu Trajetórias uma nova Massa Pontual ou criar um marcador de posições (Controle de Trajetórias – Figura 53). O vídeo irá automaticamente posicionar-se na *frame* (quadro) marcada como início.

Figura I.7*Trajectoria e escolha de nova Massa Pontual*Figura I.7- <https://physlets.org/Tracker/>

Passo 8. Fazer o tratamento de dados dos gráficos e analisar gráficos.

APÊNDICE II

Apêndice II. Atividades Experimentais Com Materiais de Baixo Custo

1. Queda Livre

Objetivos:

- fazer um vídeo experimental sobre o conceito do movimento de queda livre de dois objetos com massas diferentes;
- analisar o valor da aceleração da gravidade nesse movimento quando se despreza a resistência do ar, ao utilizar o programa *Tracker*.

Material:

- Fita métrica;
- Bolas (pequena e grande);
- Balança;
- Câmara do telemóvel ou máquina de fotografar/filmar;
- Mesa.

Procedimento Experimental:

- Medir a massa da bola pequena e da bola grande;
- Posicionar as bolas à altura de aproximadamente 1 metro com relação à mesa;
- Deixar cair essas bolas daquela altura e filmar o movimento destas, usa a câmara do telemóvel (NOTA: a taxa de gravação deve ser no mínimo de 250 quadros por segundo);

Figura II.1

Atividade de queda livre

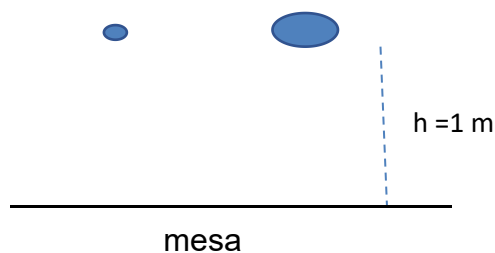


Figura II.1- acervo da autora

Resultados a obter:

- Determinar a aceleração de queda das bolas através da representação gráfica gerada no Tracker e o seu módulo de análise *DataTool*.
- Comparar a aceleração da queda das duas bolas. Determinar as respetivas incertezas tendo como referência o valor padrão tabelado para a aceleração da gravidade.

2. Forças (Leis de Newton)**Objetivos:**

- fazer um vídeo experimental sobre a 2.^a Lei de Newton e analisar os resultados utilizando o programa *Tracker*;
- concluir sobre o valor de aceleração e da velocidade de um objeto que se move em linha reta num plano horizontal, quando está sujeito a forças cuja resultante é nula ou não nula.

Material:

- Carro de brinquedo (carrinho)
- Linha de costura
- Objeto para puxar o carrinho
- Trilho do carrinho
- Roldana
- Balança
- Câmara do telemóvel, máquina de gravar/filmar.

Procedimento Experimental:

- Medir a massa do carrinho com balança;
- Fazer um experimento como mostrado abaixo;
- Filmar o movimento do sistema, usando a câmara de telemóvel;

Figura II.2*Atividade de Leis de Newton*

Figura II.2- acervo da autora

Resultados a obter:

- ◆ Medir a aceleração gravitacional do carrinho imediatamente após o movimento, por exemplo, os primeiros segundos (o carrinho está em MRUV)
- ◆ .Medir a aceleração gravitacional do carrinho após os primeiros segundos (o carrinho está em MRU), até se imobilizar
- ◆ Analisar com o *Tracker* a aceleração do movimento de carrinho, com força aplicada e sem força aplicada.

3. Movimento harmónico (pêndulo simples - para ângulos pequenos $< 10^\circ$):**Objetivos:**

- Fazer um vídeo experimental sobre o conceito de pêndulo simples a utilizar o programa *Tracker* para a análise dos dados recolhidos;
- Calcular o valor de aceleração gravidade e comparar com o valor padrão.

Material: suporte, linha de costura, régua, transferidor, objeto preso (bola), e balança.

Procedimento Experimental:

- Medir a massa da bola com uma balança;
- Fazer um experimento como mostrado abaixo;
- Fixar o comprimento de corda em 40 cm e o ângulo inicial do pêndulo em 8° ;
- Filmar o movimento do pêndulo usando a câmara do telemóvel;

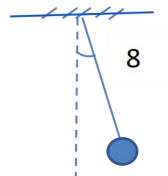
Figura II.3*Atividade de Pêndulo*

Figura II.3- Acervo da autora

Resultados a obter:

- Usar o *Tracker* para calcular a aceleração da gravidade do movimento harmónico (pêndulo), pelas seguintes etapas:
- Calcular o período (T) da esfera, através um gráfico gerado no Tracker,
- Calcular a aceleração da gravidade usando a equação: $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

4. Colisão 1D perfeitamente inelástica:**Objetivo:**

- Fazer um vídeo experimental sobre uma colisão a 1D perfeitamente inelástica, analisando-a com o programa *Tracker*;
- Medir o valor do momento linear antes e depois da colisão.

Material: dois carrinhos (um dos carrinhos tem um parafuso), trilho do carrinho, balança.

Procedimento Experimental:

- Medir a massa dos carrinhos com a balança;
- Fixar a distância entre os carrinhos, por exemplo em 50 cm;
- Fazer o experimento, lançando dois carrinhos em direções opostas;
- Filmar, usando a câmara do telemóvel;
- Analisar o movimento dos carrinhos usando o Tracker, para calcular o momento linear, antes e depois da colisão.

Figura II.4

Colisão perfeitamente inelástica



Figura II.4- acervo da autora

Resultados a obter:

- Medir o momento linear antes e depois da colisão, comparando-os;
- Medir a energia do sistema de carrinhos, antes e depois da colisão;
- Concluir sobre a conservação do momento linear;
- Concluir sobre a conservação da energia, dando uma explicação para o nome que é dado a esta colisão.

APÊNDICE III

Apêndice III. Roteiros de exploração para professores e guíões de exploração para estudantes.

Vídeo 1: Queda Livre

Esta atividade experimental tem como objetivo geral determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre e analisar se ela depende da massa dos corpos.

Roteiro de exploração (para professor)

1. Explorar o conhecimento inicial dos estudantes sobre o movimento de queda livre que geralmente ocorre na vida diária. Por exemplo, fazer as perguntas:
 - 1.1 Para que todo o objeto quando cai, a direção é sempre a que passa pelo centro da Terra? Qual a razão deste fenómeno?
 - 1.2 A velocidade dos corpos em queda livre será constante, ou varia? Explica o teu raciocínio!
2. Motivar os estudantes mostrando vídeos do Youtube, sobre atletas com pesos diferentes, saltos em **queda livre**, e fazer as seguintes perguntas:
 - 2.1 Os atletas experimentam ou não a mesma aceleração em queda livre?
 - 2.2 A massa dos atletas influencia o movimento de queda?
3. Lançar uma Questão-problema para os estudantes, baseada no objetivo determinado. Por exemplo:

O valor da aceleração da gravidade é influenciado pelas duas massas diferentes em queda livre, quando: i) partem da mesma altura? ; ii) partem de alturas diferentes?
4. Antes de mostrar o vídeo da atividade experimental de queda livre aos estudantes, o professor inicialmente explica sobre o movimento cinemático (MRU e MRUV) e suas equações.
5. Pedir aos alunos para realizarem atividade experimental de queda livre com materiais de baixo custo e filmá-las em vídeo, usando a câmara do telemóvel ou uma máquina de filmar.

6. Dividir uma turma (total: 20 estudantes) em pequenos grupos de 4 ou 5 estudantes.
7. Pedir a cada grupo para preparar um *laptop* no qual já instalou o *software* Tracker.
8. Enviar o vídeo de queda livre aos grupos para analisarem no *laptop* o movimento com o Tracker.
9. Preparar e dar os guiões de exploração da utilização do Tracker para serem usados pelos grupos.
10. Fazer uma discussão dos resultados a analisar pelos gráficos obtidos (fazer uma comparação dos resultados da aceleração da gravidade em duas massas diferentes).
11. Fazer uma conclusão para responder à questão - problema (número 3 do roteiro de exploração).

O Guião de Exploração da Utilização do Tracker (Para Os Grupos)

Grupo: ...

Membro do Grupo:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

Os Materiais:

- *Laptop* com o software Tracker instalado
- Vídeo de atividade experimental (queda livre)
- Caderno
- Lapiseira

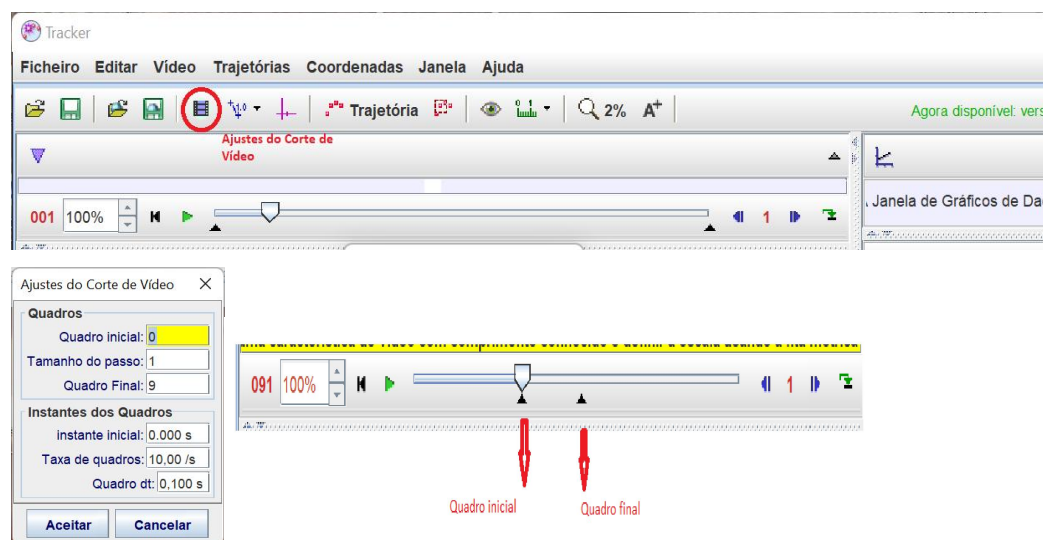
Objetivo geral: determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre e verificar se esta depende da massa dos corpos.

Vídeo 1: Queda Livre

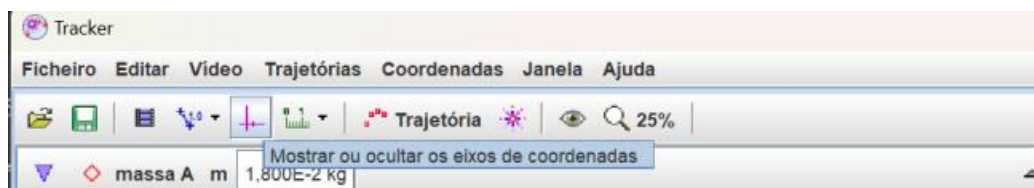
1. Abre o Tracker, vá em “Arquivo”, “Abrir...”, e selecione o vídeo (sobre a queda livre) que deseja analisar.



2. Escolher o quadro inicial (triângulo preto da esquerda) e o quadro final (triângulo preto da direita) do movimento. Clicar no botão “Ajuste do corte de vídeo”.



3. Definir o eixo de coordenadas para a análise do vídeo. Clicar no botão “eixo de coordenadas” ou clicar em “trajetórias” e “eixos”. Arrastar a origem do eixo para o local desejado e ajustar o ângulo com a horizontal, caso seja necessário.

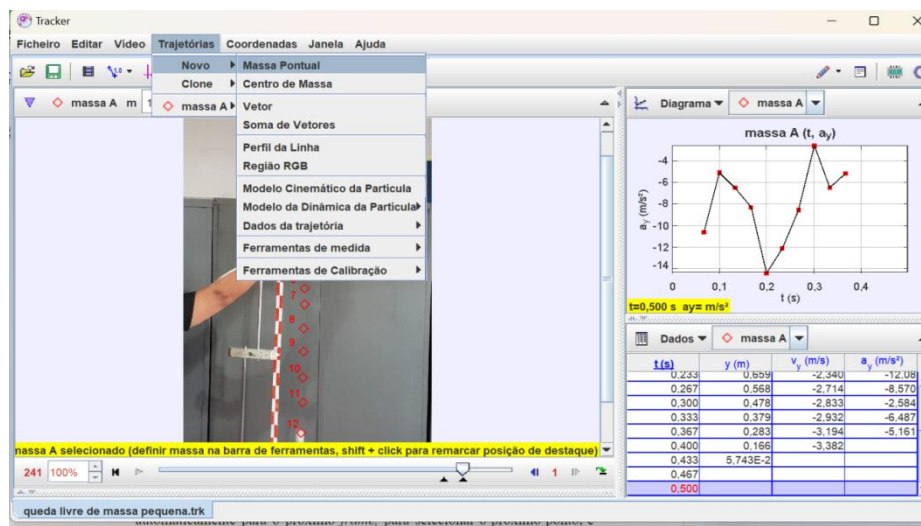


4. Fazer a calibração da área do vídeo. Para determinar o deslocamento da bola, precisamos de usar como referência um corpo de dimensões conhecidas que seja visível no vídeo. Por exemplo, vamos utilizar a régua como corpo de

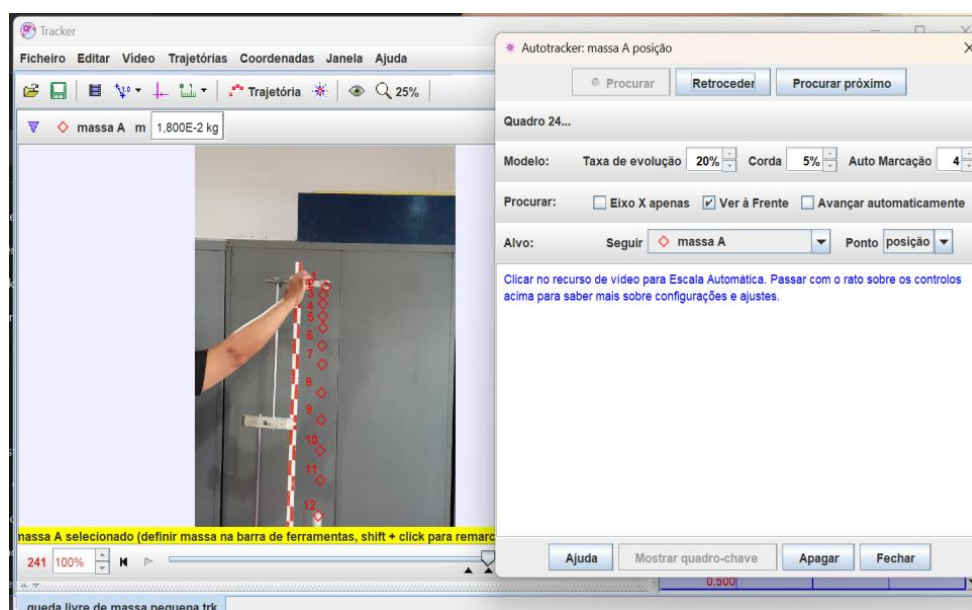
referência. Essa régua tem um comprimento de 1.000 metros, servindo assim para fazer essa calibração. Podemos clicar no botão “Fita métrica”, selecionar os pontos de início e fim da régua, clicar em “Bastão de Calibração A” e preencher o comprimento de 1.000 m.



- Designar as massas das bolas. Para adicionar a bola A e a bola B, podemos clicar no menu trajetórias, depois selecionar novo e clicar massa *pontual*. Em seguida, podemos escrever o nome para as bolas A e B.



- Em seguida, para obter a posição de cada bola, selecionar a bola respetiva e apertar a tecla “Shift” e clicar com o botão do mouse sobre a posição do objeto de análise. Após a seleção do primeiro ponto, o programa irá automaticamente para o próximo *frame*, para selecionar o próximo ponto, e assim sucessivamente até ao final da seleção do vídeo. Também é possível efetuar estas marcações usando a função “trajetória automática” do programa - nesse caso, deverá clicar simultaneamente em “shift” e “Ctrl”, envolver o objeto de análise no círculo (alvo) que aparece no ecrã e selecionar “Trajetória Automática”. Neste caso, o Tracker fará a marcação dos pontos automaticamente.



7. Com os dados experimentais coletados, podemos realizar uma análise mais completa.

Clicar nos dados de y versus t e de v_y versus t . Clicar duas vezes no gráfico.

8. Analisar o gráfico utilizando o módulo de tratamento de dados (*data tool*) do Tracker:

- 8.1 Usar a equação parabólica de ajuste da posição (y) do movimento.
Equação de ajuste: $y = A*t^2 + B*t + C$

- 8.2 Baseando-se na equação da posição y do MRUV,
 $y = \frac{1}{2}*g*t^2 + v_{0y}*t + y_0$,
determinar:

- a velocidade inicial (v_{0y}) do movimento.
- a aceleração da gravidade (g).

- 8.3 Usar a equação linear de ajuste da velocidade segundo y (v_y) do movimento.

Equação de ajuste: $v_y = A*t + B$

Baseando-se na equação da velocidade segundo y do MRUV,

$$v_y = g*t + v_{0y},$$

determinar:

- O tempo total do movimento.
- A velocidade final (v_y) do movimento.

- 8.4 Responder à questão: A velocidade do corpo em queda livre é constante?
9. Compare os resultados obtidos no ponto 7 para as duas bolas. Que pode concluir?
10. Fazer uma síntese das conclusões principais retiradas da atividade:
- Quando $m_{uva} < m_{clementina}$, qual é o resultado da g_{uva} e $g_{clementina}$?
 - O valor da aceleração da gravidade é influenciado pelas duas massas diferentes em queda livre?

Vídeo 2: Forças (Leis de Newton)

Esta atividade experimental tem como objetivo geral determinar a aceleração de movimento em linha reta num plano horizontal, quando está sujeito a forças cuja resultante é nula ou não nula.

Roteiro de exploração (para o professor)

1. Explorar o conhecimento inicial dos alunos sobre o conceito da força na vida diária. Dar um problema aos alunos, por exemplo: “Você já andou de carro? A princípio, podemos ficar sentados em repouso enquanto o carro se move a uma velocidade constante, mas quando o motorista freia repentinamente o carro, o que acontece com nossos corpos?” (nosso corpo vai se mover para frente). Por que isso pode acontecer?
2. Dar algumas questões-problema aos estudantes.
Quando um objeto está se movendo a uma velocidade constante, qual é a aceleração do objeto? E quando o objeto está se movendo com uma velocidade uniformemente variada, qual é a aceleração do objeto?
3. Os estudantes dão suas hipóteses de resposta, com base no seu entendimento sobre a relação entre a velocidade e a aceleração, nos movimentos com e sem aceleração.
4. Pedir aos estudantes para realizarem a atividade experimental “Leis de Newton” com materiais de baixo custo, e filmá-las em vídeo usando a câmara de telemóvel.
5. Apresentar e preparar a aplicação do Tracker para justificar as suas hipóteses.

6. Preparar e dar os guiões de exploração da utilização do Tracker para serem usados em grupos.
7. Fazer uma discussão sobre os resultados da análise dos gráficos (fazer uma comparação dos valores da aceleração, quando o carro começa a se mover e quando ele já se encontra em movimento).
8. Tirar uma conclusão da atividade e propor uma resposta à questão - problema.

O Guião de Exploração da Utilização do Tracker (Para os Grupos)

Grupo: ...

Membro do Grupo:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

Os Materiais:

- Laptop com o *software* Tracker
- Vídeo da atividade experimental sobre Forças (Leis de Newton)
- Caderno
- Lapiseira

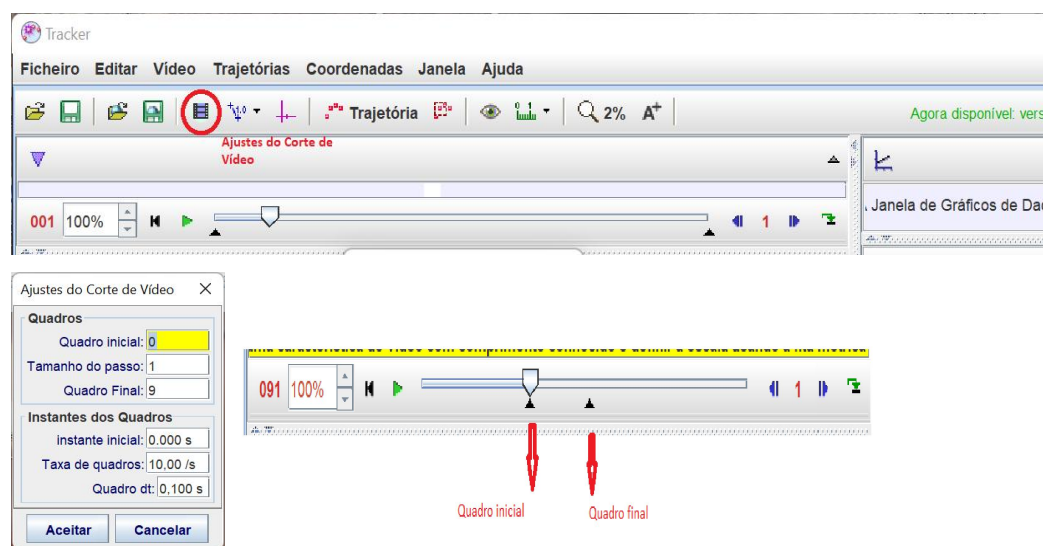
Objetivo geral: determinar a aceleração do carrinho em MRU e MRUV.

Vídeo 2: Forças (Leis de Newton)

1. Abre o Tracker, vá em “Arquivo”, “Abrir...”, e selecione o vídeo sobre forças (Leis de Newton) que deseja analisar.



- Escolher o quadro inicial (triângulo preto da esquerda), e o quadro final (triângulo preto da direita) do movimento. Clicar no botão “Ajuste do corte de vídeo”.



- Definir o eixo de coordenadas para a análise do vídeo. Clicar no botão “eixo de coordenadas” ou clicar em “trajetórias” e “eixos”. Arrastar a origem do eixo para o local desejado e ajustar o ângulo com a horizontal, caso seja necessário.

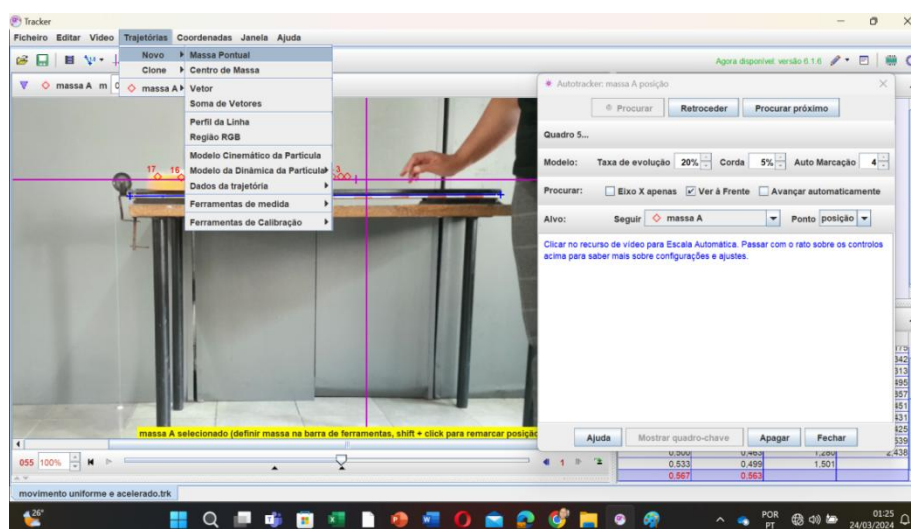


- Fazer a calibração da área do vídeo. Para determinar o deslocamento do carrinho, precisamos de usar como referência um corpo de dimensões conhecidas que seja visível no vídeo. Por exemplo, vamos utilizar o trilho do carrinho que tem régua como corpo de referência. Essa régua tem um comprimento de 1.000 metros, servindo assim para fazer essa calibração. Podemos clicar no botão “Fita métrica”, selecionar os pontos de início e fim

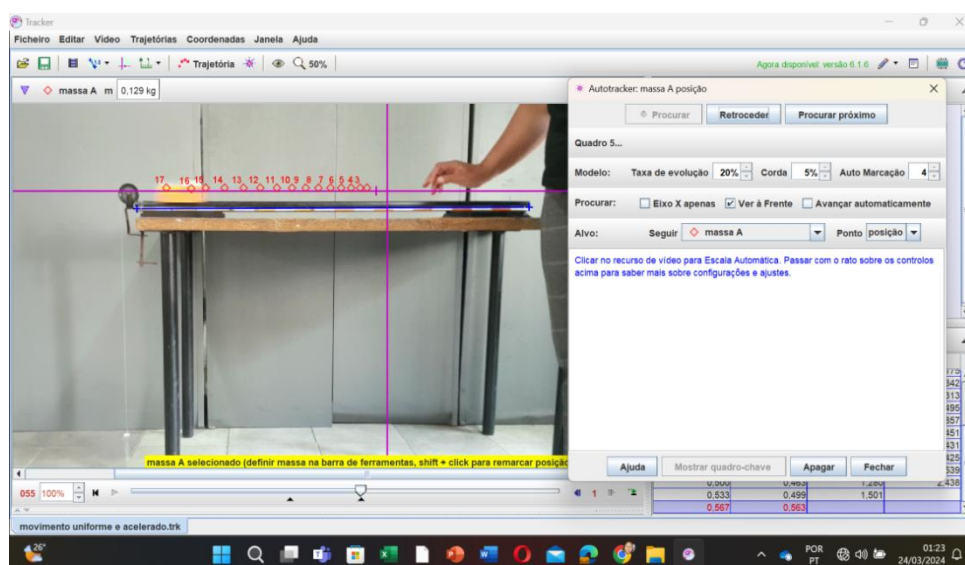
da régua, clicar em “Bastão de Calibração A” e preencher o comprimento de 1.000 m.



5. Designar a massa do carrinho. Para adicionar a massa do carrinho, podemos clicar no menu trajetórias, depois seleccionar novo e clicar massa *pontual*. Em seguida, podemos escrever o nome para o carrinho.



6. Em seguida, apertar a tecla “Shift” e clicar com o botão do mouse sobre o ponto do objeto de análise. Após a seleção do primeiro ponto, o programa irá para o próximo *frame* para ser marcado o próximo ponto. Caso opte pela marcação automática dos pontos, seleccionar “Trajetória Automática”. Neste caso, clicar simultaneamente nas teclas “Ctrl” e “Shift” e seleccionar a região e o alvo, para que o Tracker faça a marcação dos pontos automaticamente.



7. Com os dados experimentais coletados, podemos realizar uma análise mais completa. Clique os dados de $x > t$ (a posição no eixo x versus tempo), e $v_x > t$ (a velocidade no eixo x versus tempo). Clique duas vezes no gráfico.
8. Analisar o gráfico utilizar o Tracker. Poderá determinar:
 - 8.1 A equação de ajuste da posição do eixo x (clicar e analisar com um-ajuste parabólico)
Equação de ajuste: $x = A \cdot t^2 + B \cdot t + C$
 - 8.2 Baseando-se na equação da posição x do MRUV,
$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_{0x} \cdot t + x_0,$$
determinar:
 - a aceleração a do movimento
 - a velocidade inicial da posição x (v_{0x})
 - O intervalo de tempo do movimento, t .
9. Repetir a atividade acima (passos 1 a 7) para o mesmo vídeo quando o objeto está se movendo a uma velocidade constante.
10. Comparar os resultados de 7.1 a 7.2 dos dois movimentos.
11. Concluir sobre:
 - Quando um objeto começa a se mover, qual é o resultado da aceleração do objeto? Qual é a característica do movimento desse objeto? Ou este, o objeto está com MRU ou com MRUV?

- Quando um objeto se move com velocidade constante, qual é o resultado da aceleração do objeto? Qual é a característica do movimento desse objeto? Ou seja, o objeto está com MRU ou com MRUV?

Vídeo 3: Movimento harmónico (pêndulo simples - para ângulos pequenos < 10°)

Objetivos:

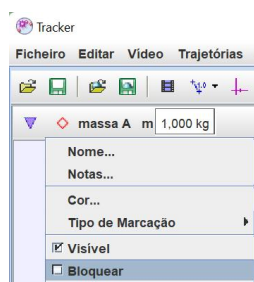
Esta atividade experimental tem por objetivo geral determinar a aceleração da gravidade.

Roteiro de exploração (para professor)

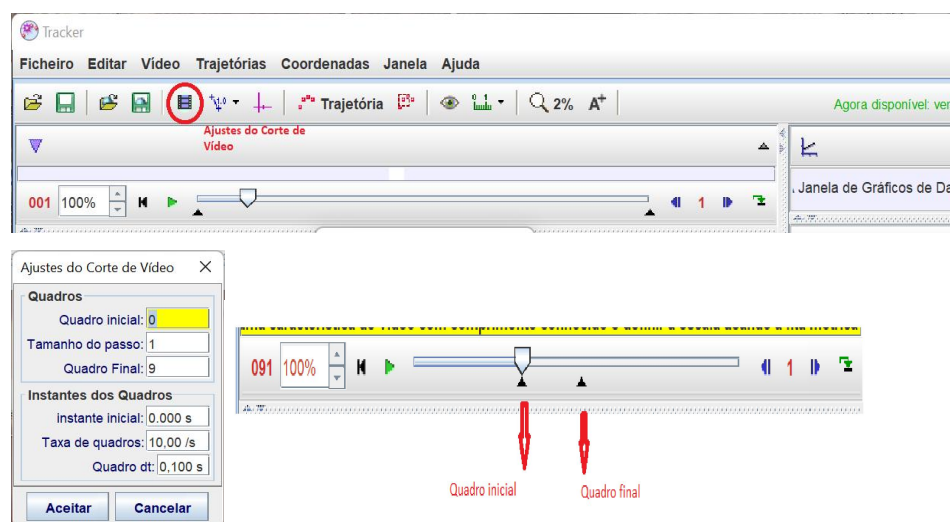
1. Mostrar em um vídeo os exemplos de movimento harmónico no *YouTube*, por exemplo, o movimento de um relógio de pêndulo, uma criança balançando em um balanço, a vibração de uma corda de um violão, o movimento de uma cadeira de balanço etc. A partir da observação deste vídeo, refletir sobre quais são as características do movimento harmónico simples.
2. Os estudantes deverão dar as suas respostas, que serão discutidas com o professor em grande grupo.
3. Fornecer uma Questão-problema aos estudantes.

Como obter o valor da aceleração da gravidade a partir do movimento harmónico simples de um pêndulo?
4. Explicar a equação do movimento harmónico simples do pêndulo.
5. Pedir aos estudantes para realizarem a atividade experimental de movimento harmónico simples do pêndulo com materiais de baixo custo, e filmá-las em vídeo usando a câmara de telemóvel.
6. Apresentar e preparar a aplicação do Tracker, para obter o valor da aceleração da gravidade a partir deste movimento.
7. Preparar e dar os guiões de exploração da utilização do Tracker, para serem usados pelos grupos.
8. Fazer uma discussão dos resultados de analisar os gráficos.
9. Tirar conclusões que permitam resolver a questão - problema.

3. Em seguida, clique em massa A e selecione bloquear.



4. Determine o quadro inicial e o quadro final do movimento. Clicar no botão “Ajuste do corte de vídeo”.



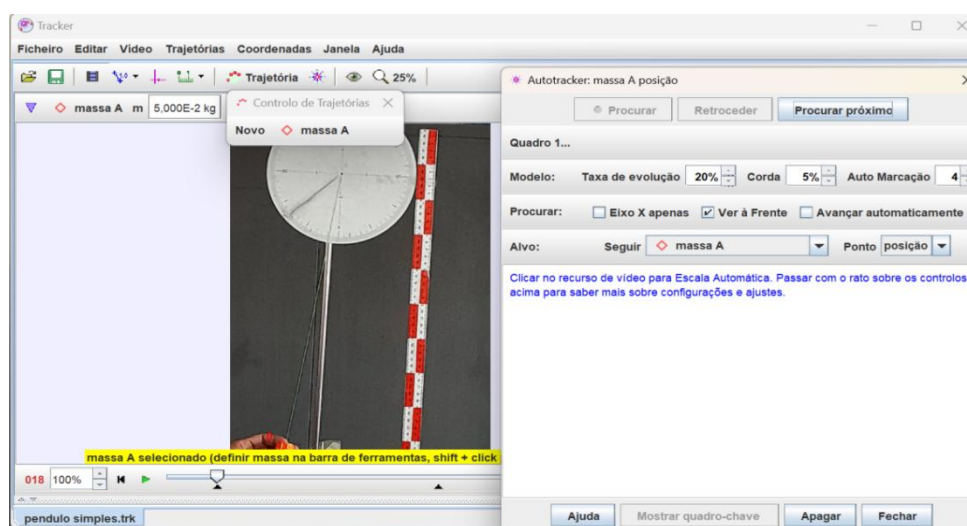
5. Posicionar o eixo de coordenadas para análise de experimento. Clicar no botão “eixo de coordenadas” ou clicar em “trajetórias” e “eixos”. Arrastar a origem do eixo para o local desejado e ajustar o ângulo com a horizontal, caso necessário.



6. Inserir o bastão de calibração para calibrar as dimensões dos objetos no ecrã. Clicar no botão “Fita métrica” e selecionar os pontos de início e fim do bastão, considerando o comprimento da corda de 40 cm. No final, bloquear o bastão de calibração.



7. Estudar a trajetória do objeto criando um ponto de massa. Em seguida, apertar a tecla “*Shift*” e clicar procedendo-se da mesma forma descrita até ao final do movimento. Caso pretenda efetuar uma marcação de “Trajetória Automática”, pressionar simultaneamente as teclas “*Ctrl*” e “*Shift*” e selecionar a região e o alvo, com o botão do mouse sobre o ponto do objeto de análise. Após a seleção do primeiro ponto, o programa irá para o próximo *frame*, para que o Tracker faça a marcação dos pontos automaticamente.



8. Clique na parte do gráfico x versus t , faça uma análise. Inicialmente, o eixo X está na posição horizontal e já conseguimos observar que se tem o movimento oscilatório, depois mudando a posição do eixo X para a direção vertical para determinar o gráfico do ângulo de rotação versus tempo, obtemos um gráfico que também é sinusoidal. Em seguida, clicar duas vezes no gráfico θ versus t .
9. Analisar o gráfico utilizando o Tracker, para determinar:
- A = A amplitude do movimento pendular
 - B = A frequência de angular ω do pêndulo
 - C = A fase inicial do pêndulo

Podemos substituir os valores de A, B e C através de uma abordagem baseada nos resultados do gráfico. Depois clique em “ajuste automático”. Determinar o valor da aceleração da gravidade g , a partir da equação $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, então g

$= 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$. Para determinar o valor do período (T), podemos usar a equação de $T = \frac{2\pi}{\omega}$.

10. Que podes concluir?

Vídeo 4: Colisão 1D (perfeitamente inelástica)

Objetivo:

Esta atividade experimental tem como objetivo geral analisar o valor do momento linear antes e depois da colisão.

Roteiro de exploração (para professor)

1. Pedir aos alunos para mencionar exemplos de fenómenos de colisões na vida cotidiana.
2. Explicar as diferenças entre os vários tipos de colisões e dar exemplos desses tipos.
3. Explicar a relação entre colisões e a lei da conservação da energia.
4. Fornecer uma Questão-problema aos estudantes.
Qual é o momento linear do objeto antes e depois da colisão, se esta for perfeitamente inelástica?
5. Pedir aos estudantes para realizarem a atividade experimental da colisão 1D perfeitamente inelástica com materiais de baixo custo, e filmá-la em vídeo usando a câmara de telemóvel.
6. Apresentar e preparar a aplicação Tracker para marcar as trajetórias dos objetos e analisar o valor do momento linear desse movimento.
7. Preparar e dar os guiões de exploração da atividade e da utilização do Tracker, para serem usados em grupos.
8. Fazer uma discussão dos resultados da análise dos gráficos (fazer uma comparação dos resultados de momento linear antes e depois de colisão).
9. Calcular o momento linear antes e depois da colisão usando o *Microsoft Excel*.
10. Tirar conclusões sobre a atividade e resolver a questão - problema.

O Guião de Exploração da Utilização do Tracker (Para Os Grupos)

Grupo: ...

Membro do Grupo:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...

Os Materiais:

- Laptop com o software de Tracker
- Vídeo da atividade experimental de colisão 1D (perfeitamente inelástica)
- Caderno
- Lapiseira

Objetivo geral:

analisar o valor do momento linear antes e depois da colisão.

Vídeo 4: Colisão

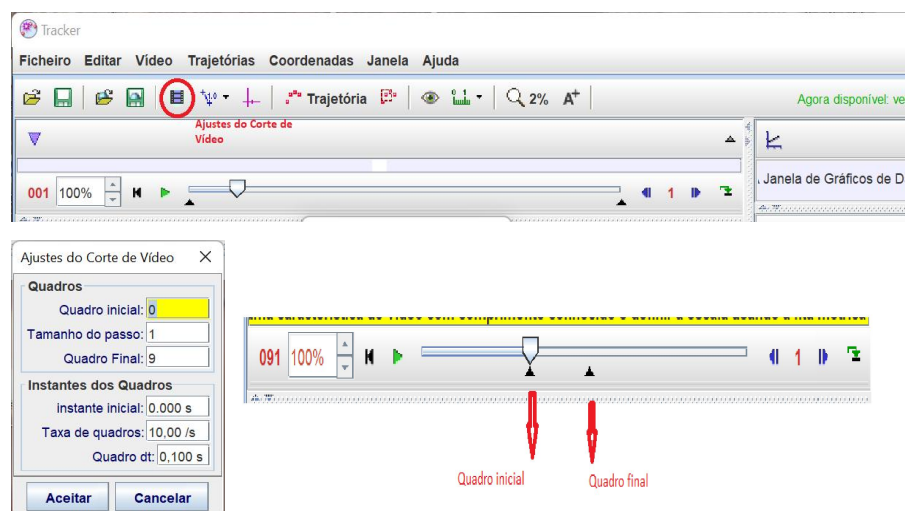
1. Abrir o Tracker, ir em “Arquivo”, “Abrir...”, e seleccionar o vídeo sobre a colisão 1D (perfeitamente inelástica).



2. Inserir o bastão de calibração para definição das dimensões do experimento. Clicar no botão “Fita métrica” e seleccionar os pontos de início e fim do bastão, posicionando os dois carrinhos de 50 cm ou 0.500 m uma distância de cerca de 50 cm um do outro.



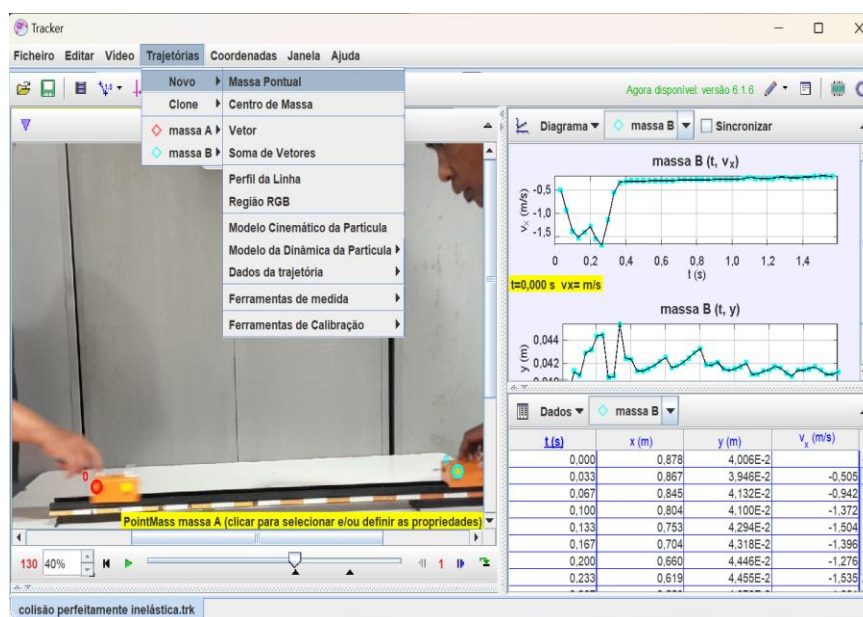
3. Determinar o quadro inicial e o quadro final do movimento. Clicar no botão “Ajuste do corte de vídeo”.



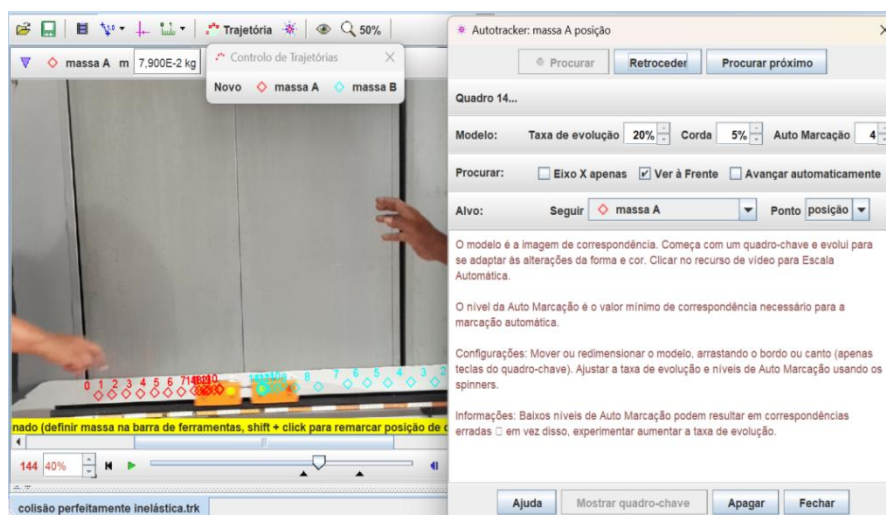
4. Definir o eixo de coordenadas para análise de experimento. Clicar no botão “eixo de coordenadas” ou clicar em “trajetórias” e “eixos”. Arrastar a origem do eixo para o local desejado e ajustar o ângulo com a horizontal, caso necessário.



5. Estudar a trajetória criando uma massa pontual dos dois carrinhos. Criar a massa A (carrinho A) e a massa B (carrinho B), clicando no menu trajetórias, selecionando “novo” e clicando em “massa pontual”.



6. Em seguida, apertar a tecla “Shift” e clicar com o botão do mouse sobre o ponto do objeto de análise. Após a seleção do primeiro ponto, o programa irá para o próximo *frame* para ser marcado o próximo ponto. Caso opte pela marcação automática dos pontos, selecionar “Trajetória Automática”. Neste caso, clicar simultaneamente nas teclas “Ctrl” e “Shift” e selecionar a região e o alvo, para que o Tracker faça a marcação dos pontos automaticamente.



7. Repetir o passo número 6 para as duas massas /dois carrinhos).
8. Analisar o movimento em cada carrinho no gráfico x versus t e retirar os resultados para uma da tabela x versus t . Para analisar o gráfico de velocidade em cada massa de carrinho, então o eixo x pode ser substituído por v_x .
9. Analisar o gráfico utilizando o Tracker, para determinar:

- 9.1 A velocidade da massa A antes e depois da colisão.
- 9.2 A velocidade da massa B antes e depois da colisão.
- 10. Calcular o momento linear antes e depois da colisão usando o *Microsoft Excel*.
- 11. Formular uma conclusão da experiência.

APÊNDICE IV

Apêndice IV. PAINEL DO QUESTIONÁRIO

PAINEL 1

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FISICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): *Teodoro Soares*

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

1 = 3 = 5 =
2 = 4 = 6 =

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1 = mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica ocorre ~~com~~ facilidade na realização de atividades laboratoriais.	6	
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi ~~maior~~ do que ~~seria~~ sem esta ferramenta. <i>melhor</i>	6	

	5. Qual é a sua opinião, terminadas as aulas sobre o uso do aplicativo Tracker no ensino da mecânica, no que concerne ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	2	<i>precisa rever esta pergunta, por pouco tempo houve</i>
	6. No processo do ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que métodos de ensino e aprendizagem (eventualmente, usados pelo/a professor/a) considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros: Quais? 	3. 8	<i>precisa reestruturar a pergunta para facilitar a compreensão dos respondentes.</i>
B	1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?	6 4.	<i>Normalmente pergunta para a escala, não este tipo de</i>

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6.	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6.	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6.	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6.	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6.	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6.	

D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6.	
	2. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	4.	porque refere a pergunta explora a vantagem e desvantagem do programa e não a nível
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6.	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6.	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6.	

analisar
objetos

	4. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6.	
	5. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6.	
	6. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.		
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6.	

Dili,....

Docente,

(.....)

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): Maria Lia de Freitas

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1= mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica ocorre com facilidade sem a realização de atividades laboratoriais. <i>A aprendizagem da mecânica ocorre facilmente com a</i>	6	<i>Priorizar frase que põe à prova os estudantes compreendem.</i>
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi <i>maior</i> do que seria sem esta ferramenta. <i>melhorar</i>	6	

	5. Qual é a sua opinião, terminadas as aulas sobre o uso do aplicativo Tracker no ensino da mecânica, no que concerne ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	
	6. No processo do ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que métodos de ensino e aprendizagem (eventualmente, usados pelo/a professor/a) considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☒ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros:Quais? 	6	
B	1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?	6	

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
	2. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	1	precisa de rever.
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

	4. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.		
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Dili, 29/09/2023

Docente,

 Maria Lia F. Freitas

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): Marleneus de Ude

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.
Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1 = mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica ocorre com facilidade sem a realização de atividades laboratoriais.	6	
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi maior do que seria sem esta ferramenta.	6	
	5. Qual é a sua opinião, terminadas as aulas sobre o uso do aplicativo Tracker no ensino da mecânica, no que concerne ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	
	6. No processo do ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que métodos de ensino e aprendizagem (eventualmente, usados pelo/a professor/a) considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros:Quais? 	6	
B	1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?	6	

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
	2. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> de Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

	4. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.		
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Dili...25-09-2023

Docente

 (Mariana de F. Ude...)

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONÁRIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): Paulo Alves Cabral

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1= mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica ocorre com facilidade sem a realização de atividades laboratoriais.	5	A palavra facilidade pode ser trocar com palavra facilmente
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	—
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	—
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi maior do que seria sem esta ferramenta.	5	A palavra maior pode ser trocar com melhor

	5. Qual é a sua opinião, terminadas as aulas sobre o uso do aplicativo Tracker no ensino da mecânica, no que concerne ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	—
	6. No processo do ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que métodos de ensino e aprendizagem (eventualmente, usados pelo/a professor/a) considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros: Quais? 	6	—
B	1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?	6	—

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
	2. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
E (o processo de análise de vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

	4. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.	6	
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Dili, 25/05/2023

Docente,


(Paulo Alves Cabral)

PAINEL 2

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): *Teodoro Soares*

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1= mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a perceção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais.	6	
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Terminadas as aulas com o aplicativo com o aplicativo Tracker no ensino da mecânica, qual é a sua opinião sobre ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	
	6. No ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que abordagem de ensino e aprendizagem considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros: Quais? 	6	
B	1. Justifica que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem das análises conteúdos estudados da área de mecânica?	6	

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	4. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.		
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Teodoro Soares, Ph.D

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): Maria Lio F. Freitas

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1= mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais.	6	
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Terminadas as aulas com o aplicativo com o aplicativo Tracker no ensino da mecânica, qual é a sua opinião sobre ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	
	6. No ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que abordagem de ensino e aprendizagem considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros: Quais? _____	6	
B	1. Justifica que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem das análises conteúdos estudados da área de mecânica?	6	

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	4. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> de Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.		
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Handwritten signature

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Código/Nome do Professor (a): Paulo Alves Cabral

Preencha a coluna da ESCALA com um número de 1 (mínimo) a 6 (máximo), para indicar a concordância da questão com a referida categoria.

Caso haja discordância ou pretenda fazer alguma sugestão para melhorar a questão, deixe as suas sugestões na coluna OBSERVAÇÃO.

Obrigado!

Categoria	Questões	Escala (1-6) 1= mínimo e 6 = máximo	Observações
A (a percepção da aprendizagem)	1. A aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais.	6	
	2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.	6	
	3. O <i>software</i> Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.	6	
	4. A aprendizagem de mecânica com o <i>software</i> Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Terminadas as aulas com o aplicativo com o aplicativo Tracker no ensino da mecânica, qual é a sua opinião sobre ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?	6	
	6. No ensino de mecânica com o <i>software</i> Tracker, que abordagem de ensino e aprendizagem considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções). ☐ Discussão dos resultados entre os estudantes do grupo ☐ Pergunta e resposta individual, orientada pelo professor ☐ Explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes ☐ Demonstração prática feita apenas pelo professor ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes ☐ Outros: Quais? 	6	
B	1. Justifica que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem das análises conteúdos estudados da área de mecânica?	6	

ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS: uma proposta para o ensino e aprendizagem da Mecânica na Universidade Nacional Timor Lorosa'e

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

(as análises de vídeo do Tracker)	2. De que maneira a análise de vídeo baseado no <i>software</i> Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?	6	
	3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o <i>software</i> Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
C (a utilização do aplicativo Tracker)	1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).	6	
	2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil): 2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador. 2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.	6	
	3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o <i>software</i> Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?	6	
	4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do <i>software</i> Tracker?	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	5. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
D (a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker)	1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões: 1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica 1.2 Considera que a utilização do <i>software</i> Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?	6	
E (o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o <i>software</i> Tracker)	1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o <i>software</i> Tracker?	6	
	2. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.	6	
	3. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.	6	

PAINEL DO QUESTIONARIO AOS DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

	4. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.	6	
	5. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.	6	
	6. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.	6	
	7. Através da utilização do <i>software</i> Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.	6	

Dili, 07/10/2023


Paulo Alves Cabral

APÊNDICE V

Apêndice V. Questionários

QUESTIONÁRIO A SER SUBMETIDO AOS ESTUDANTES DA UNTL ENSINO BASEADO NA ANÁLISE DE VÍDEOS SOBRE O CONCEITO DA MECÂNICA ATRAVÉS DO USO DE UM *SOFTWARE TRACKER*

Nome/Código: ...

Data:

Depois de analisar o vídeo sobre o conteúdo da mecânica usando o *software Tracker* e as respetivas atividades, solicitamos que preencha algumas das questões do questionário. Este questionário não tem nenhum caráter avaliativo sumativo. Obrigado pela atenção e colaboração.

Informações gerais.

1. Sexo: *marcar apenas com um x*

☐ Masculino

☐ Feminino

2. Tem um telemóvel ou computador?

☐ Sim

☐ Não

3. Quantas vezes já frequentou esta disciplina de mecânica?

marcar apenas com um x

☐ uma vez

☐ duas vezes

☐ três vezes ou mais

4. Teve aulas práticas laboratoriais, de mecânica, no secundário?

☐ Sim

☐ Não

5. Teve aulas práticas laboratoriais, de mecânica, no 1.º ou 2.º anos da universidade?

- ☐ Apenas no 1.º ano
- ☐ Apenas no 2.º ano
- ☐ No 1.º e no 2.º anos

A. Questionário relacionado com a percepção da aprendizagem.

Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações:

1. A aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

2. A aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

3. O *software* Tracker foi capaz de substituir as atividades laboratoriais de mecânica por atividades experimentais virtuais.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

4. A aprendizagem de mecânica com o *software* Tracker foi melhor do que seria sem esta ferramenta.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? _____

5. Terminadas as aulas com o aplicativo Tracker no ensino da mecânica, qual é a sua opinião sobre ao seu grau de compreensão dos conceitos de mecânica estudados?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

6. No ensino de mecânica com o *software* Tracker, que abordagem de ensino e aprendizagem considera terem sido mais úteis para a compreensão dos resultados obtidos nas atividades? (pode assinalar 1 ou mais opções)

- ☐ discussão dos resultados entre os estudantes do grupo
- ☐ pergunta e resposta individual, orientada pelo professor
- ☐ explicação do fenómeno, feita pelo professor e sem discussão com os estudantes
- ☐ demonstração prática feita apenas pelo professor
- ☐ Exploração dos vídeos realizada pelos estudantes
- ☐ outros: Quais? _____

B. Questionário relacionado com as análises de vídeo do Tracker.

1. Considera que as análises de vídeo realizadas facilitaram a aprendizagem dos conteúdos estudados da área de mecânica?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Apresente um exemplo que clarifique a sua resposta.

.....

2. De que maneira a análise de vídeo baseado no *software* Tracker, pode ajudá-lo a resolver exercícios de mecânica?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Apresente um exemplo que clarifique a sua resposta

.....

3. Assistidas as aulas de mecânica onde aprendeu a utilizar o *software* Tracker, sente-se capaz de efetuar uma análise autonomamente, sem a ajuda do/a professor/a? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Apresente um exemplo que justifique a sua resposta.

.....

C. Questões relacionadas com a utilização do aplicativo Tracker.

1. Está familiarizado/a com o aplicativo Tracker? Responda numa escala de 1 (nada) até 6 (completamente).

1. 2. 3. 4. 5. 6.

2. Numa escala de 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil):

2.1. considero que foi... baixar o aplicativo no computador.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

2.2. considero que foi ... instalar o aplicativo no computador.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

3. Numa escala de 1 (discordo totalmente) até 6 (concordo totalmente), considera que o professor ensinou de forma adequada como utilizar o *software* Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

4. Quais foram as maiores dificuldades que enfrentou na utilização do *software* Tracker?

.....

5. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens de analisar um vídeo de mecânica utilizando o *software* Tracker?

.....

D. Questões relacionadas com a motivação e interesse dos estudantes em relação ao uso do aplicativo de Tracker.

1. Numa escala de 1 (nada) até 6 (totalmente), responda às seguintes questões:

1.1 As experiências virtuais contribuíram para aumentar o meu interesse pelo estudo da mecânica

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

1.2 Considera que a utilização do *software* Tracker o/a motivou para as aulas de mecânica?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

E. Questionário sobre o processo de análise do vídeo de cada tópico de mecânica utilizando o *software* de Tracker.

Para as questões abaixo, responda numa escala 1 (muito difícil) até 6 (muito fácil).

1. Como classifica a facilidade em interpretar o valor de aceleração da gravidade da queda livre através da análise do gráfico do vídeo utilizando o *software* Tracker?

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

2. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se analisar e interpretar a aceleração de dois objetos com massas diferentes de objetos em queda livre.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

3. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se interpretar e tirar conclusões plausíveis acerca das características da queda livre.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

4. Através da utilização do *software* de Tracker, pode-se facilmente interpretar e determinar a velocidade e aceleração dos MRU e MRUV.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

5. Através da utilização do *software* de Tracker, pode-se interpretar e concluir as características do MRU e MRUV.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Porquê? Dê uma justificação o mais completa possível.

.....

6. Através da utilização do *software* de Tracker, pode-se determinar a aceleração da gravidade de um pêndulo simples.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

De que maneira?

.....

7. Através da utilização do *software* Tracker, pode-se interpretar e determinar o valor do momento linear antes e depois de uma colisão.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

APÊNDICE VI

Apêndice VI. Nota de Campo

NOTA DE CAMPO

A REALIZAÇÃO DA PESQUISA COM OS ESTUDANTES SEMESTER VI DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DA UNTL

Data	Atividades	Observação	Obstáculos
05 de setembro de 2023	Fiz um vídeo no laboratório do departamento de física da UNTL, sobre 4 tópicos de mecânica, nomeadamente queda livre, forças, pêndulo simples e colisão perfeitamente inelástica. 	Para o tópico da queda livre, os equipamentos preparados são os seguintes: uma balança, uma bola grande com massa de 64 gramas e uma bola pequena com massa de 18 gramas, uma régua, um suporte universal, uma garra e uma mesa. Para o tópico da força (MRU e MRUV), as ferramentas preparadas são as seguintes: uma calha, um carrinho, discos, uma roldana e uma mesa. Para o tópico do pêndulo simples, as ferramentas preparadas são as seguintes: discos, uma corda com 40 cm de comprimento, um suporte universal, um transferidor, uma régua e uma mesa. Para o tópico da colisão perfeitamente inelástica, as ferramentas preparadas são as seguintes: dois carrinhos com massas diferentes, carrinho A com massa	- No laboratório, os equipamentos estão inadequados (enferrujados) e avariados. - Durante a gravação dos vídeos utilizando uma câmara Samsung Galaxy A14, os vídeos ficam desfocados.

		de 79 gramas e carrinho B com massa de 83 gramas, uma calha e uma mesa. Com base nas ferramentas necessárias, foi realizado um experimento conforme os vídeos abaixo:  queda livre de massa pequena.mp4 https://youtube.com/shorts/TyC5TcnVkqA?feature=share  queda livre de massa grande.mp4 https://youtube.com/shorts/hCmUY9Dxrig?feature=share  movimento uniforme e acelerado.mp4 https://youtu.be/N2FAqwXfsZA  pendulo simples.mp4 https://youtube.com/shorts/1gquTfeRflw?feature=share  colisão perfeitamente inelástica.mp4 https://youtu.be/O38GTc9KjK0 Os vídeos foram gravados com um telemóvel da série Samsung Galaxy A14. Esses vídeos serão enviados para o computador de cada	
--	--	---	--

		grupo de estudantes.	
25-27 de setembro de 2023	Solicitei aos docentes do departamento de física da UNTL que preenchessem o painel elaborado com o objetivo de indicar a concordância da questão do questionário com a referida categoria.		• Alguns professores são difíceis de contatar. • Há um professor que não compreende português.
5 de outubro de 2023	Apresentar os resultados do preenchimento do painel pelo docente do departamento de física ao orientador e receber sugestões do orientador para a melhoria do painel.		
6-7 de outubro de 2023	Obtenha a concordância do docente do departamento de física em relação ao painel que foi atualizado.		
9 de outubro de 2023	Seleção de 20 estudantes do sexto semestre que participaram da aula de mecânica." 	A partir da seleção da amostra, muitos estudantes querem participar do ensino de Tracker.	
10 de	Dividi os estudantes em	Cada grupo preparou um	Os computadores

outubro de 2023	5 grupos, onde cada grupo é composto por 4 estudantes.  Apresentei uma introdução ou explicação sobre o Tracker e ministrei a primeira aula sobre o tópico de queda livre com uma bola pequena. Também analisamos um vídeo relacionado a esse tópico. 	computador que foi previamente instalado com o aplicativo Tracker. Cada grupo acompanhou a explicação da investigadora sobre as etapas de utilização do aplicativo Tracker para análise do vídeo. Eles realizaram isso no computador. No primeiro tópico sobre queda livre com uma bolinha, cada grupo pôde analisar o vídeo e obter o resultado de que a velocidade inicial do objeto ao iniciar o movimento é diferente da velocidade do objeto após se mover (o que pode ser observado no gráfico e na tabela do Tracker). À medida que o objeto se move para baixo, a velocidade da bola aumenta com uma aceleração constante (conforme observado no gráfico da posição y, onde a equação de ajuste é parabólica). Os resultados da aceleração gravitacional para cada grupo são os seguintes: Grupo 1: $8,482 \text{ m/s}^2$ Grupo 2: $8,06 \text{ m/s}^2$ Grupo 3: $10,034 \text{ m/s}^2$ Grupo 4: $8,88 \text{ m/s}^2$ Grupo 5: $10,796 \text{ m/s}^2$ A partir desses resultados, podemos calcular que o valor médio da aceleração gravitacional é $9,2504$	dos estudantes não têm muita memória; às vezes, durante a análise do vídeo, o aplicativo Tracker desaparece sozinho. Por isso, precisamos de bastante tempo para ensinar.
------------------------	--	---	--

		m/s ² . Os grupos também podem concluir corretamente sobre as propriedades da queda livre.	
--	--	---	--

16 de outubro de 2023	Darei a segunda aula sobre como analisar o vídeo do tópico de queda livre com uma bola grande e sobre forças (MRU e MRUV).  	Após analisar o vídeo sobre o tópico de queda livre da bola grande, cada grupo conseguiu calcular o valor da aceleração gravitacional da Terra, como segue: Grupo 1: $9,58 \text{ m/s}^2$ Grupo 2: $9,262 \text{ m/s}^2$ Grupo 3: $10,570 \text{ m/s}^2$ Grupo 4: $10,902 \text{ m/s}^2$ Grupo 5: $8,682 \text{ m/s}^2$ A partir desses resultados, podemos calcular que o valor médio da aceleração gravitacional é $9,7992 \text{ m/s}^2$. Os grupos também podem concluir corretamente sobre as propriedades da queda livre. Existe uma diferença nos resultados da aceleração gravitacional entre a bola pequena e grande, especificamente de $0,5488 \text{ m/s}^2$. Essa diferença não é muito significativa. Portanto, os grupos podem interpretar que a massa de uma bola caindo de uma certa altura não influencia o valor da aceleração gravitacional da Terra. Para o tópico de forças (MRU e MRUV), todos os grupos puderam analisar o vídeo e concluíram que, quando o carrinho é liberado, ele experimenta uma variação de velocidade do ponto 0 ao ponto 9	Precisamos de mais tempo porque a investigadora precisa observar muitos resultados de gráficos de cada grupo e discutir com os estudantes para concluir a análise do vídeo.
-----------------------	---	---	--

		(com o resultado desse gráfico sendo parabólico). A aceleração do carrinho obtida por cada grupo foi a seguinte: Grupo 1: $2,603 \text{ m/s}^2$ Grupo 2: $3,160 \text{ m/s}^2$ Grupo 3: $1,80041 \text{ m/s}^2$ Grupo 4: $2,956 \text{ m/s}^2$ Grupo 5: $3,021 \text{ m/s}^2$ A partir desses resultados, podemos calcular que o valor médio da aceleração do carrinho é de $2,708082 \text{ m/s}^2$. Com isso, todos os grupos podem concluir que o movimento do carrinho do ponto 0 ao 9 é de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), devido à obtenção de um valor de aceleração constante. Entretanto, para o movimento do carrinho do ponto 10 ao 17, os grupos podem concluir que se trata de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), pois possui um gráfico de posição no eixo x em linha reta, o que indica uma velocidade constante, e a aceleração do carrinho é nula.	
--	--	--	--

17 de outubro de 2023	Darei a terceira aula sobre como analisar o vídeo do tópico do Movimento Harmónico Simples (pêndulo). 	Após analisarem o vídeo sobre o tópico do Movimento Harmónico Simples, todos os grupos obtiveram um gráfico de Θ com formato sinusoidal, representado pela equação $\Theta = A \sin(Bt + C)$. A partir desta equação, conseguiram determinar o valor da amplitude, frequência angular, fase inicial e período. Com base nessas grandezas, eles também concluíram que o valor da aceleração gravitacional da Terra é o seguinte: Para o 1 grupo: $9,5 \text{ m/s}^2$, Para o 2 grupo: $9,3146 \text{ m/s}^2$, Para o 3 grupo: $9,22 \text{ m/s}^2$, Para o 4 grupo: $9,54 \text{ m/s}^2$, Para o 5 grupo: $9,1925 \text{ m/s}^2$. A partir destes resultados, podemos calcular o valor da aceleração gravitacional média da Terra é $9,35342 \text{ m/s}^2$.	primeiramente, os estudantes pensam que a equação que procuram é sobre a posição no eixo y e não sobre a equação Θ.
23 de outubro de 2023	Darei a quarta aula sobre como analisar o vídeo do tópico de colisão perfeitamente inelástica. 	Após analisar o vídeo sobre o tópico usando o Tracker, os estudantes podem determinar os valores de velocidade do carrinho A e B antes e depois da colisão, observando o gráfico e a tabela de v_x em função do tempo. Em seguida, os estudantes podem calcular o valor do	Existe um grupo que ainda enfrenta dificuldade em determinar a velocidade do carrinho antes e depois da colisão.

		momento linear antes e depois da colisão utilizando a equação $p = m * v$. Além disso, eles também podem calcular o valor do coeficiente de restituição (e) para determinar o tipo desta colisão. Os resultados obtidos em cada grupo são os seguintes: Para o 1 grupo: $e = 0,00274$ Para o 2 grupo: $e = 0,00182$ Para o 3 grupo: $e = 0,00904$ Para o 4 grupo: $e = 0,3385$ Para o 5 grupo: $e = 0,01$. A partir destes resultados, cada grupo concluiu que o valor de e é próximo de zero. Além disso, eles também explicaram que o tipo desta colisão do vídeo é uma colisão perfeitamente inelástica.	
24 de outubro de 2023	Cada grupo faz uma apresentação sobre a análise do vídeo, com um dos tópicos específicos utilizando o aplicativo Tracker. O Grupo 1 escolheu apresentar sobre o tópico de queda livre da bola pequena,	Cada grupo apresenta o tópico determinado baseado nos resultados em gráficos e tabelas de Tracker. Este grupo explicou os resultados da análise do vídeo usando gráficos e tabelas, além disso, também discutiu a velocidade de movimento dos objetos em cada ponto e analisou a equação do movimento de queda livre para determinar o valor da	Necessitamos de muito tempo para ensinar.

	 https://youtu.be/Nb0VKwe05ig O Grupo 2 apresentou sobre o tópico de queda livre da bola grande,  https://youtu.be/4uAEkmdH778 O Grupo 3 apresentou sobre o tópico de MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado).	aceleração gravitacional de $g = 8,482 \text{ m/s}^2$. Este grupo concluiu que o movimento de queda livre apresenta características de um movimento uniformemente variado, ou seja, um corpo em queda livre tem sua velocidade aumentada com aceleração constante. Através de tabelas e gráficos no aplicativo Tracker, este grupo conseguiu analisar o vídeo de queda livre da bola grande e explicar o valor da velocidade de movimento do objeto em queda em cada posição do eixo y. Este grupo afirmou que o gráfico de posição no eixo y segue uma trajetória parabólica e possui a mesma equação de posição y que a equação de movimento MRUV. Portanto, o valor da aceleração gravitacional é $9,262 \text{ m/s}^2$ O grupo conseguiu diferenciar entre MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado).	
--	---	--	--

	 https://youtu.be/z-Qo661x1C0 Grupo 4 apresentou o tópico do Movimento Harmónico Simples, 	Uniformemente Variado) após analisar os gráficos do vídeo usando o Tracker. No MRU, a equação utilizada foi $x = At + B$, onde a velocidade é constante, com valor de 1,416 m/s na posição 10 até o final, e a aceleração é de 0, com o ajuste gráfico sendo linear. Já no MRUV, a aceleração foi calculada como sendo de 1,80041 m/s² na posição 0 até a posição 9, com o ajuste gráfico sendo parabólico, representado pela equação $x = A*t^2 + B*t + C$. Depois que esse grupo analisou o vídeo usa o aplicativo de Tracker, ele conseguiu explicar que o gráfico tem equação $\Theta = A \sin (Bt + C)$ com A é amplitude, B é frequência angular, e C é fase inicial. Para determinar o valor	
--	---	--	--

	https://youtu.be/McFnWpWNP1Y Grupo 5 foi apresentado sobre o tópico de colisão perfeitamente inelástica.  https://youtu.be/4MMdWYVK-0U Fornecer feedback aos estudantes após cada grupo realizar a apresentação.	da frequência angular, esse grupo explicou que usa a formulação $2\pi / T$. T ou o período é o tempo para uma oscilação. Enquanto A é o desvio máximo. E o resultado de aceleração gravitacional deste grupo é: $9,54 \text{ m/s}^2$ com a formulação $g = 4\pi^2 L / T^2$. Este grupo conseguiu determinar a velocidade inicial e final antes e depois da colisão dos carrinhos A e B com base nos gráficos produzidos. Além disso, concluíram que essa colisão foi uma colisão perfeitamente inelástica devido ao coeficiente de restituição ser igual a 0,01, ou seja, 0. Também explicaram que os momentos lineares antes e depois da colisão têm valores quase iguais. A investigadora explicou os resultados obtidos por cada grupo, os quais foram comparados com a	
--	--	--	--

	 https://youtu.be/xRQIOqvcYp8	teoria, e realizou discussões com os estudantes para concluir as características de cada movimento sobre o tópico apresentado.	
25 de outubro de 2023	Dar o questionário aos estudantes para preencher baseia com o conhecimento adquirido depois de receber o ensino sobre análise de vídeo da mecânica utilizando o aplicativo de Tracker. 	os estudantes preenchem as respostas às questões do questionário.	A maioria dos estudantes não entende bem a questão em língua portuguesa, então a investigadora teve que explicá-la em tétum.
10 de novembro de 2023	A investigadora está a fazer análise dos dados com a escala Likert, baseada nas respostas dos estudantes preenchendo questionários.	Podemos ver os resultados no arquivo Escala Likert no Microsoft Excel.	Houve um desequilíbrio entre os gráficos das respostas de escala likert nas questões 1 e 2 de categoria A. Muitas amostras ainda discordam se a aprendizagem da mecânica é melhorada se forem realizadas atividades laboratoriais (questão 2), embora na questão 1 muitos

			estudantes concordassem que a aprendizagem da mecânica necessita da realização de atividades laboratoriais. Da mesma forma para a terceira questão de secção C que mostra que muitas amostras discordavam com o professor ensinou de forma adequada como utilizar o software Tracker, durante o processo de ensino e aprendizagem. Solução: A investigadora realizará entrevistas com as amostras que discordam com esta questão.
20-22 de novembro de 2023	• A investigadora está a realizar entrevistas com algumas das amostras necessárias. • A investigadora fez um gráfico da escala Likert após entrevistar.	Há várias alterações na resposta (pode ver no arquivo da escala likert) da questão 2 de secção A e da questão 3 de secção C.	A maioria dos estudantes não percebe bem da questão 2 de secção A e da questão 3 de secção C.