

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

EMANUELLY TORRES NUNES

**AS POTENCIALIDADES DA EXPERIMENTAÇÃO ATRAVÉS DA  
VIDEOANÁLISE PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO  
POR MEIO DO SOFTWARE TRACKER**

Maceió  
2020

EMANUELLY TORRES NUNES

**AS POTENCIALIDADES DA EXPERIMENTAÇÃO ATRAVÉS DA  
VIDEOANÁLISE PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO  
POR MEIO DO SOFTWARE TRACKER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como requisito parcial para obtenção do título em Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, subárea de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Orientador: Prof. Dr. Ivanderson Pereira da Silva

Maceió  
2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

N972p Nunes, Emanuely Torres.  
As potencialidades da experimentação através da videoanálise para o ensino de física no ensino médio por meio do software Tracker / Emanuely Torres Nunes. – 2020.  
81, 23 f. : il. color.

Orientador: Ivanderson Pereira da Silva.  
Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e da matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 71-74.  
Apêndices: f. 76-81, 1-23.  
Inclui produto educacional.

1. Tracker - Software. 2. Física - Estudo e ensino. 3. Física - Experimentação. I. Título.

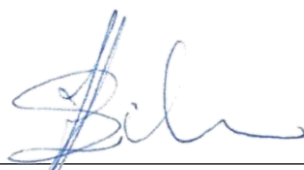
CDU: 372.853

## EMANUELLY TORRES NUNES

“As potencialidades da experimentação através da videoanálise para o ensino de física no Ensino Médio por meio do software Tracker”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 03 de agosto de 2020.

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Ivanderson Pereira  
da Silva Orientador  
(*Campus Arapiraca/UFAL*)



---

Prof. Dr. Elton Malta  
Nascimento (IF/UFAL)



---

Prof. Dr. Valmir Heckler  
(FURG)



---

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior  
(*Campus Arapiraca/UFAL*)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu tio/padrinho Nelson Nascimento (*in memoriam*), grande colaborador e incentivador em todas as etapas da minha vida, que nunca negou apoio, estímulo e auxílio para que eu tivesse uma boa educação. Àquele por quem sinto muitas saudades.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus, por ajudar-me a enfrentar os desafios dessa caminhada incessante de conhecimento e por estar sempre guiando-me durante as viagens.

À minha mãe, Lucimary Torres, agradeço o incentivo e esforço para que eu e minhas irmãs tivéssemos uma boa educação.

Ao meu esposo, Roberto de Paula, por sua bondade, paciência, incentivo e atenção neste processo.

À minha tia, Raquel, e prima, Ana Clara, pela atenção, carinho, apoio e ajuda quando precisei ficar em Maceió.

Aos meus familiares, pelo incentivo, apoio e preocupação durante este processo, em especial minhas irmãs Lizianny e Vanessa, e meus tios Cícera, Gilson, Luciana e Olimpia.

Ao meu orientador, Ivanderson Pereira, por toda atenção, incentivo, estímulo, apoio e carinho em todos os momentos de orientação, pela disponibilidade e pela generosa partilha de seus conhecimentos, que não media esforço para sempre está me encorajando na busca de conhecimento.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGECIM-UFAL), em especial ao Prof. Dr. Jenner Barretto, Prof. Dr. Fábio Paraguaçu, Prof. Dr. Elton Casado, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvana Paulina e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Hilda Helena pelo conhecimento partilhado e pelo incentivo à busca constante de conhecimento.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE-UFAL), a qual tive a grandiosa experiência, quanto aluna de domínio conexo, Prof. Dr. Fernando Pimentel e Prof. Dr. Luís Paulo Mercado, por toda colaboração e incentivo à descoberta incessante aos conhecimentos na área das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação e suas estratégias de ensino.

Aos professores da banca examinadora, Prof. Dr. Wilmo Ernesto, Prof. Dr. Elton Malta e Prof. Dr. Valmir Heckler, por todo conhecimento e contribuições oferecidas.

À equipe gestora, professores e alunos da Escola Estadual Otacília Jatobá Torres e Escola Estadual Almeida Cavalcanti, por todo apoio e incentivo durante todo esse processo. Aos alunos, de modo especial, que são minha grande motivação e fonte de aprendizagem, os quais incentivaram-me à busca de conhecimento.

Aos mestrandos da turma de 2018 e das disciplinas de domínio conexo, em especial aos colegas Mônica França, Edilene Conceição, Gléber Gláucio, Cléber Tiago, M<sup>a</sup> Patrícia, Anderson Gomes, Viviane, Rutinéia Macário e Joenneyres Raio, pelo carinho, incentivo, compartilhamento de conhecimentos e momentos de divertimento.

A todos que de forma direta ou indireta que me apoiaram e me acompanharam neste processo, e que foram compreensíveis aos meus apelos.

Muito obrigada a todos!

## RESUMO

Neste estudo abordam-se as potencialidades da videoanálise através do Software *Tracker* a fim de ressaltar a importância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para o ensino de Física. O estudo tem como principal objetivo investigar as potencialidades didáticas da utilização de videoanálise para o ensino do fenômeno de queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade, nas aulas de Física do Ensino Médio, por meio do Software *Tracker*. Delinearam-se os seguintes objetivos específicos: explorar as potencialidades do *Tracker*, e analisar estratégias pedagógicas, utilizando a videoanálise, que possam aproximar os modos de fazer Ciências de análise dos fenômenos naturais. Partindo desse escopo, buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: o que emerge de possibilidades de utilização do software *Tracker* no estudo de fenômenos físico, em particular da queda? Para o desempenho da pesquisa alguns instrumentos foram necessários: inicialmente a observação (a fim de observar a interação entre os estudantes); ficha de coleta de dados experimentais; questionário e a pesquisa bibliográfica. Com o intuito de responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos traçados, se desenvolveu uma proposta de ensino com quatro turmas do 1º ano de uma escola pública de Palmeira dos Índios no Estado de Alagoas. Nessas turmas se observou de forma direta as interações com o software *Tracker* e o desempenho deles, em atividades de sala de aula, utilizando a videoanálise para registrar situações envolvendo o conceito de queda. Os dados coletados, através dos questionários de sistematização como um meio de avaliação da intervenção por parte dos alunos, foram tratados através de uma Análise Textual Discursiva (ATD) em três categorias emergentes da pesquisa: 1ª) Percepção dos estudantes em conceitos físicos; 2ª) As potencialidades do software *Tracker*; e 3ª) Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática. As potencialidades oferecidas pelo *Tracker* em promover análise de movimentos de forma detalhada, coleta e análise de dados mais precisos, e utilização de conceitos essenciais em uma prática experimental como fita de calibração como padrão de referência, eixo de coordenadas, centro de massa, fatores que influenciam a incerteza dos dados, bem como o registro dos dados em gráficos e tabelas.

**Palavras-chave:** Videoanálise, Software Tracker, Ensino de Física, Experimentação.



## ABSTRACT

This study addresses the potential of video analysis through the Software Tracker in order to emphasize the importance of Digital Information and Communication Technologies (TDIC) for teaching Physics. The main objective of the study is to investigate how didactic potentialities of using video analysis to teach the phenomenon of falling objects, in the vertical direction on the effect of gravity, in High School Physics classes, through the Software Tracker. The following objectives were outlined: to explore the potential of the Tracker; and analyze pedagogical strategies, using a video analysis, that approximate the ways of doing Sciences of analysis of natural phenomena. Starting from this scope, we tried to answer the following research problem: what emerges from the possibilities of using Tracker software in the study of physical phenomena, in particular from the fall? For the performance of the research, some instruments were included: compensation for observation (in order to observe the interaction between students); experimental data collection form; questionnaire and bibliographic research. In order to answer the research problem and achieve the objectives set, a teaching proposal should be developed with four classes from the 1st year of a public school in Palmeira dos Índios in the State of Alagoas. In these classes, it is directly observed how interactions with the Tracker software and their performance in classroom activities, using a video analysis to record involving the concept of falling. The data collected, through the systematization questionnaires as a means of evaluating the intervention by the students, were treated through a Textual Discourse Analysis (DTA) in three categories emerging from the research: 1st) Students' perception of physical concepts; 2nd) The potential of the Tracker software; and 3rd) Difficulties faced by students during the didactic intervention. The potential offered by the Tracker in promoting detailed movement analysis, more accurate data collection and analysis, and the use of essentials in experimental practice such as calibration tape as a reference standard, coordinate axis, center of mass, factors that influence the data uncertainty, as well as recording data in graphs and tables.

**Keywords:** Video analysis, Software Tracker, Physics Teaching, Experimentation.

## Lista de Figuras

Figura 1- Indicadores de Alfabetização científica .....	24
Figura 2: Ficha de coleta de dados .....	33
Figura 3- Realização da Videoanálise no Laboratório de Informática .....	34
Figura 4 - Cenas do filme "Gravidade" .....	36
Figura 5 - Posição do objeto quadro a quadro .....	38
Figura 6 - Exemplo de movimento parabólico .....	38
Figura 7: Questionário de sistematização .....	40

## Lista de Quadros

Quadro 1: Sequência didática do estudo da queda com o software Tracker .....	30
Quadro 2: Organização dos grupos .....	41
Quadro 3: Valores obtidos para a aceleração gravitacional .....	42
Quadro 4: Unidades de significado da 1ª categoria .....	48
Quadro 5: Unidades de significado da 2ª categoria .....	50
Quadro 6: Unidades de significado da 3ª categoria .....	51

## SUMÁRIO

1- <b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2- <b>EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA POR MEIO DA VIDEOANÁLISE</b> .....	18
2.1 - Experimentação do ensino de Física .....	18
2.2 - Videoanálise.....	21
2.3 - A videoanálise por meio do <i>Tracker</i> .....	25
2.4 - Outros softwares .....	28
3- <b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ESTUDO DA QUEDA COM O SOFTWARE TRACKER</b> .....	30
4- <b>ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	44
4.1 – Análise Textual Discursiva .....	44
4.2 - Categorização das unidades de significados .....	48
5- <b>O USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA PARA A EXPERIMENTAÇÃO POR MEIO DA VIDEOANÁLISE</b> .....	52
5.1 - Percepção dos estudantes em conceitos físicos.....	52
5.2 - As potencialidades do software <i>Tracker</i> .....	56
5.3 - Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática .....	62
6- <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	64
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
<b>Apêndice 1</b> – Quadro de categorização .....	71
<b>Apêndice 2</b> - Produto Educacional .....	77

# 1- INTRODUÇÃO

Ao ter a oportunidade de trabalhar e estudar em escolas que não possuem laboratórios de Ciências, para que a realização de atividades de experimentação de fenômenos físicos fosse concretizada, surgiu a inquietação para o desenvolvimento deste estudo. Visto que, essa é a realidade de muitas escolas brasileiras (OLIVEIRA et al., 2019; SAAVEDRA FILHO et al., 2017).

O interesse pela disciplina de Física sempre foi cultivado, assim, a inspiração para o estudo surge desde o ensino médio, época em que este interesse se aprofunda na área de física, uma vez que cultivo o hábito de observar os fenômenos do cotidiano e buscar conceitos que expliquem tais acontecimentos. Considero esta curiosidade uma virtude, pois não há sossego até conseguir compreender, por bases científicas, as causas e fatores que influenciam em cada fenômeno. Por essa razão houve a decisão de graduar-se em Física Licenciatura.

Assim, rememoro alguns acontecimentos que contribuíram paulatinamente para a concretização desta pesquisa. No terceiro período do curso, em 2010, ocorreu a seleção que oportunizou-me participar do Programa de Licenciatura Internacional (PLI) com intercâmbio na Universidade de Coimbra (UC-PT). Trata-se de uma experiência gratificante e grandiosa para minha formação, pois em todas as disciplinas tinham horários destinados para a parte teórica e prática, permitindo assim, uma análise aprofundada dos conceitos estudados através de práticas experimentais presenciais, como também em ambientes virtuais com simulações e aplicativos de análise de dados.

Além disso, houve a oportunidade de realizar uma aula de campo no CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) na Suíça, com visita aos laboratórios e salas de controle. O local mais cativante no CERN, na minha opinião, se trata do Globo da Ciência e da Inovação, com a exposição “Universo das partículas” que por meio de projeção de vídeos em 3D permitiu uma imersão no mundo das partículas chegando até o big bang. Também era possível observar, por meio de telas distribuídas pela sala, a análise interativa do sistema solar e do maior acelerador de partículas localizado no CERN.

Ao retornar do intercâmbio, atuei como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) com intervenções de realização de

experimentos com materiais reciclados e de baixo custo (VALADARES, 2013) e experimentos virtuais da plataforma *PhET Colorado*. Essa intervenção enquanto bolsista do PIBID proporcionou não só saberes experienciais, que segundo Tardif (2010) são adquiridos a partir da prática docente cotidiana com os alunos, mas também permitiu compreender a realidade daquela escola, bem como refletir sobre a pequena carga horária destinada para a disciplina de Física.

Durante esse período, houve a oportunidade de propor uma oficina de construção e lançamento de foguetes com material de baixo custo. Pode-se considerar esse momento como o primeiro contato com a videoanálise, pois todos os lançamentos foram gravados e depois analisados por meio da projeção de Data Show. As análises aconteciam na sala com os alunos que participavam das aulas do projeto, desenvolvidas pelos bolsistas do PIBID. Entretanto sem a utilização de software, que permitia uma análise mais detalhada do movimento.

A partir desses vídeos tornou-se possível observar qual foguete atingiria uma altura e alcance maior, bem como a análise do momento que estava sendo pressionada manualmente a bomba de ar ao lançar o foguete. É importante destacar que apesar dos alunos terem construído os foguetes no mesmo ambiente, horário e orientações, a partir dos vídeos, oportunizou-se verificar resultados diferentes nos lançamentos, evidenciando que a videoanálise permite analisar o mesmo tipo de fenômeno, mas com resultados variados, diferente das simulações computacionais.

Durante a trajetória acadêmica oportunizou-se perceber como as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) podem oferecer inúmeras contribuições no processo de ensino e aprendizagem. Então, ao aprofundar os conhecimentos na temática de Experimentação Virtual na elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC), que resultou em duas publicações em revistas acadêmicas com os artigos: *Levantamento dos temas TIC e EaD nos periódicos Qualis*, na revista *Informática na Educação*<sup>1</sup>; e *Experimentos virtuais no estágio supervisionado de Física*, no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*<sup>2</sup>.

A atuação enquanto professora, nas escolas da rede estadual de ensino do interior de Alagoas, permitiram evidenciar que ainda persiste a falta de laboratório de

---

<sup>1</sup> NUNES, E. T.; SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. . LEVANTAMENTO DOS TEMAS TIC E EAD NOS PERIÓDICOS QUALIS. **INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, v. 19, p. 15, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.22456/1982-1654.62116>>.

<sup>2</sup> SILVA, I. P.; NUNES, E. T.; MERCADO, L. P. L. . Experimentos virtuais no estágio supervisionado de Física. **CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 33, p. 1115-1144, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p1115>>.

Ciências. Em contrapartida, as escolas, possuem laboratórios de informática oriundos de programas governamentais do Estado, como os projetos: Rede Escola Digital e Escola Web, que tiveram como objetivo fortalecer a área de tecnologia dentro das escolas. Diante desses recursos, surgiu a ideia de utilizar o programa *Tracker* como ferramenta para o estudo do efeito de queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade, oferecendo assim aos alunos contato com TDIC e proporcionando a participação ativa deles no processo de aprendizagem, permitindo assim, observar, medir, testar e verificar modelos matemáticos.

Entende-se que o uso do *Tracker* está em sintonia com o contexto contemporâneo de fazer educação e constituir ciência do saber escolar, visto que se insere no contexto em que as atividades experimentais exercem função mediadora no ensino dos conteúdos (BEZERRA JR, OLIVEIRA e LENZ 2012). A utilização desta ferramenta possibilita minimizar a ausência de laboratórios de Ciências e proporciona o contato com as TDIC para realização de análises e observações de fenômenos físicos, especificamente do movimento, presentes no cotidiano dos alunos.

Com o avanço das tecnologias, são muitas as iniciativas que propõem a utilização das TDIC como ferramenta educacional (OLIVEIRA et al., 2019; BEZERRA JR, OLIVEIRA e LENZ, 2012; PARREIRA, 2018; MOTTA, KALINKE e MOCROSKY, 2018; ROCHA, MARRANGLELLO e LUCCHESI, 2018). Apesar do grande desenvolvimento de recursos digitais e estudos metodológicos de utilização de softwares voltados para a educação, ainda persiste a falta de investimento das redes de ensino para disponibilizar tais recursos nas escolas, visto que essa prática deve ser implementada no contexto escolar, de forma que transcenda o campo de pesquisas acadêmicas.

É importante investigar alternativas e possibilidades educacionais que sejam relevantes para a melhoria do processo educativo e que possam ser enquadradas no tempo didático disponível para as aulas de Física (BEZERRA JR, OLIVEIRA e LENZ, 2012). Na maioria das escolas de ensino regular, da rede estadual de ensino de Alagoas temos duas aulas semanais de Física, tempo insuficiente de trabalhar todo o currículo estabelecido, o qual é composto também, por práticas experimentais trabalhosas. A utilização do software *Tracker* encaixa-se no tempo didático disponível em aulas do Ensino Médio, com cerca de 50 minutos de duração.

Estudos como queda livre, leis de conservação de energias e momento linear e angular, segunda lei de Newton e movimentos retilíneos estão relacionados com a

variação da posição ( $x$ ) e do tempo ( $t$ ), por esse motivo é necessário que o movimento seja estudado detalhadamente com participação ativa dos alunos, utilizando ferramentas que possibilitem medir e analisar movimentos. Ao realizar esses estudos em laboratórios de física, se requer muito tempo para preparação dos equipamentos, realização do experimento e análise. Saavendra Filho et al. (2017), destaca que o uso de Kits didáticos exige conexões de diversos fios e o alinhamento de sensores o que por sua vez demanda um tempo operacional que, em geral, não é compatível com o tempo didático das aulas de Física. Isto, muitas vezes, dificulta a realização de atividades experimentais.

A experimentação por meio da videoanálise permitirá auxiliar no processo de ensino e aprendizagem e proporcionará um meio alternativo para implementar a experimentação no contexto da educação básica pública. Na videoanálise podem ser analisados conceitos e grandezas físicas de forma detalhada e prática, como será apresentado neste trabalho.

Por isso, a proposta de estudo busca aproveitar a ferramenta do software para realizar análise e construção de gráficos com variações de grandezas físicas. pois o *Tracker* permite realizar análise de vídeos quadro a quadro, a partir de gravações feitas com câmeras digitais, como as contidas nos smartphones. Pensando nisto escolhemos como ferramenta o software *Tracker*, pois “os estudantes podem tornar-se agentes centrais nas atividades experimentais ao filmar os experimentos, obter e tratar seus respectivos dados” (LENZ, SAAVERDRA FILHO e BEZERRA JR, 2014, p. 24).

Entende-se que o uso do *Tracker* no ensino de física é promissor, pois os fatores como por exemplo, seu baixo custo, sua versatilidade e o interesse que desperta nos estudantes, contribuem para a dinâmica das aulas (BEZERRA JR, OLIVEIRA e LENZ, 2012). Pensando nisso, a presente pesquisa toma como problema central a seguinte indagação: o que emerge de possibilidades de utilização do software *Tracker* no estudo de fenômenos físico, em particular da queda?

O presente trabalho, desse modo, tem por objetivo geral investigar potencialidades didáticas da utilização de videoanálise no ensino do fenômeno de queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade, em aulas de Física no Ensino Médio. De modo específico, se objetiva explorar as potencialidades do *Tracker* no estudo do fenômeno de queda; analisar estratégias pedagógicas da experimentação por meio da videoanálise que possam aproximar dos modos de fazer



Ciências da realidade dos estudantes.

Para tanto, buscando responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos propostos, se realizou uma intervenção didática com quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio da rede pública de Palmeira dos Índios, Alagoas. Essa intervenção se organiza em seis etapas. Assim, na posição de docente e atuando como mediadora nas atividades, concretizaram-se os passos para a atividade de intervenção. Os estudantes foram os protagonistas do processo de aprendizagem utilizando seus smartphones e o laboratório de informática da escola.

Os sujeitos participantes dessa pesquisa são estudantes de personalidades diferentes, existindo aqueles que já apresentavam a participação ativa e crítica nas atividades nos anos anteriores (Ensino Fundamental), já outros passaram para a etapa do Ensino Médio com muitas dificuldades em compreender, discutir, e interagir de forma ativa. Entretanto o trabalho em grupo e colaborativo ajudou no compartilhamento de ideias e experiências entre esses sujeitos de forma significativa.

Após essa primeira seção introdutória, na próxima seção será abordado sobre os conceitos de experimentação por meio da videoanálise, apresentando assim, de forma específica a realização da videoanálise utilizando o software *Tracker*, bem como outras ferramentas utilizadas para esse fim.

Na terceira seção ocorrerá o detalhamento da sequência didática “estudo da queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade com o software *Tracker*”, a partir da qual serão apresentadas as estratégias metodológicas abordadas em cada etapa, bem como a descrição dos recursos digitais utilizados.

Na quarta seção, serão apresentados os metatextos emergentes da análise dos dados, obtidos através dos questionários de sistematização como um meio de avaliação da intervenção por parte dos alunos, levando em consideração os reflexos do desenvolvimento da sequência didática e o que deve ser melhorado para o produto educacional final dessa dissertação. Será realizado nessa seção uma interlocução das considerações dos alunos, concepções da autora e considerações teóricas advindas de levantamento bibliográficos em artigos de periódicos.

Por fim, serão exibidas as considerações emergentes da análise, construídas durante todo os momentos dessa intervenção, pois se trata de uma pesquisa qualitativa, analisada e avaliada durante todo o estudo sobre as potencialidades do software *Tracker* para o processo de ensino e aprendizagem de Física utilizando a experimentação por meio de videoanálise.

## **2- EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA POR MEIO DA VIDEOANÁLISE**

Nesta seção são apresentadas inicialmente abordagens teóricas referente à experimentação na disciplina de Física, enfatizando sua importância, as estratégias de intervenção, bem como o papel do professor e do estudante para a promoção do conhecimento científico. Em seguida, de forma específica, destaca-se a experimentação por meio da videoanálise, apresentando considerações da sua utilização para o ensino de Física, e sugestões de software que permitem essa prática de forma gratuita ou através de licenças. Mostrando assim, como a experimentação por meio da videoanálise pode contribuir para a Alfabetização Científica.

### **2.1 - Experimentação do ensino de Física**

A experimentação consiste em uma atividade essencial na disciplina de física, pois ao mesmo tempo que trabalha o experimento em uma perspectiva de problema, permite aos estudantes refletir, questionar, verificar e entre outros aspectos importantes no processo de ensino e aprendizagem, desafiando o sujeito a pensar sobre a situação.

A experimentação é um processo que busca através de diálogo e experimento, a compreensão de fenômenos de forma que os sujeitos envolvidos possam questionar e argumentar durante o processo de investigação, de forma crítica, ativa e conceituada, permitindo-o compreender, explicar e prever. Neste sentido, a atividade experimental está inserida no processo de experimentação, mas não podem ser consideradas como sinônimos. Ela consiste na etapa em que os estudantes passam a observar transformação ou buscar explicações para o que ocorre nos fenômenos em estudo.

Já a experimentação vai além disso, é necessário um envolvimento intenso com discussão no coletivo, com o propósito de potencializar transformações de interpretações. Tendo como objetivo promover o conhecimento por meio de processos investigativos, e não motivar os estudantes durante as aulas ou comprovar teorias. Compreendemos, conforme Motta (2015), que a experimentação se propõe em apostar na construção de uma sala de aula que vise dar significado às palavras expressas pelo coletivo e que surgem no diálogo em torno e com o experimento, das linguagens e do discurso das Ciências.

Nesse sentido, a experimentação tem papel fundamental no processo de ensino-aprendizado de conceitos físicos. Mas nem sempre é utilizada no contexto escolar, seja pela falta de laboratórios de Ciências, pela baixa carga horária da disciplina de Física, pela excessiva carga de trabalho dos professores, a falta de recursos tecnológicos, etc. Compreendemos, conforme Bezerra Jr., Oliveira e Lenz (2012, p. 473), que é necessário possibilitar à professores e estudantes ferramentas computacionais que possibilitem modos diferentes de descrever, explicar, prever e entender fenômenos físicos.

Ademais, através da experimentação se faz necessário a participação crítica dos alunos e a resolução de problemas, a qual impulsiona a prática de levantar e testar hipóteses. “A capacidade de aprender, quanto mais criticamente ocorre, colabora na construção e desenvolvimento de uma curiosidade metodicamente rigorosa – a curiosidade epistemológica” (FRANCISCO JUNIOR e BENIGNO, 2018, p. 247).

Essa estratégia metodológica requer uma sequência de atividades que provoque o protagonismo dos alunos, para que eles possam aprender com as evidências, reconhecer os erros e pensar em soluções para resolver as inconsistências e incertezas encontradas.

A disciplina de Física é considerada pelos alunos uma das mais difíceis de compreender. No entanto, para Santos, Gomes e Souza (2018), mesmo com essa percepção a disciplina pode se tornar fascinante quando apresentada de forma contextualizada, demonstrando-se aos estudantes, por exemplo, descrições de situações da natureza presente no cotidiano.

Menegotto e Rocha Filho (2008) ressaltam que quando os modelos matemáticos são apresentados antes que o estudante compreenda a situação ou conceito estudado, corre-se o risco de afastar o sentido do fenômeno com os cálculos. Esses autores afirmam também que os modelos matemáticos devem ser trabalhados gradativamente, como instrumentos auxiliares da assimilação de conceitos novos.

Para Lenz, Saaverdra Filho e Bezerra Jr. (2014) o processo de ensino-aprendizagem é, por vezes, considerado desinteressante, porque os estudantes tornam-se “usuários de fórmulas” que não têm relação com outros campos da cultura e da sociedade. Tal cenário cria um abismo entre o que poderia ser ensinado e o que é, de fato, apreendido significativamente. Embora em outro contexto, Freire (1987, p. 45) reflita sobre a memorização de conteúdos na educação bancária:

Não pode haver conhecimento pois os educandos não são chamados a conhecer, mas a memorizar o conteúdo narrado pelo educador. Não realizam nenhum ato cognoscitivo, uma vez que o objeto que deveria ser posto como incidência de seu ato cognoscente é posse do educador e não mediatizador da reflexão crítica de ambos.

Compreende-se que ensinar não é transferir conhecimento, mas transformar os alunos em seres críticos e participativos, mediando atividades pedagógicas por meio das quais possam investigar, pesquisar, interrogar, perguntar e buscar informações. Assumindo-se assim como atores e não expectadores na construção do seu conhecimento.

A tarefa docente não é apenas ensinar conteúdos, mas também impulsionar a refletir criticamente. Embora em outro contexto, Freire (1996, p. 14) ressalte que “quem pensa certo, mesmo que às vezes, pense errado, é quem pode ensinar a pensar certo”; observa-se que o pensamento do escritor permite a reflexão de que ao ensinar não se deve acreditar estar sempre certo. Tampouco que não se tem mais o que aprender com a convivência em sala de aula e saberes dos alunos, pois deve-se ter consciência sobre o seu papel enquanto docente, na construção do conhecimento, buscando possibilitar a construção de sujeitos ativos em sala de aula, que se tornem seres humanos pensantes, críticos, responsáveis e mobilizadores das decisões no convívio social.

Sendo assim, tanto o aluno quanto o professor devem agir criticamente e de forma participativa. No processo de aprendizagem a responsabilidade não pode ser somente do professor, tampouco do aluno. Assim, o professor deve buscar estratégias metodológicas que tornem o aluno sujeito ativo diante da sua aprendizagem.

O professor, dessa forma, tem o papel de mediar e fornecer ambientes de aprendizagem que promovam a experimentação, porém, o sucesso desta atividade depende de quão ativa é a participação dos alunos na aquisição do seu próprio conhecimento.

A relação entre teoria, prática, e cotidiano dos alunos, a partir da experimentação, permite a compreensão de conceitos físicos, proporcionando a formação de cidadãos conscientes e críticos, além das possibilidades de promover a aprendizagem ativa, motivadora, despertando o interesse de desenvolver o raciocínio lógico, a comunicação e a colaboração no trabalho em grupo.

Em outro contexto, utilizando vídeos de experimentos, Francisco Júnior e Benigno. (2018, p. 245) afirma que:

É fundamental a concatenação do trabalho prático com a discussão, análise, interpretação, interação social, validação social e comunicação dos resultados, elementos que configuram os modos de fazer ciência, seu processo e produtos, operando no âmbito da apropriação da linguagem como mediadora do aprender Ciências.

Galileu Galilei é considerado o pai da experimentação, pois foi além de concepções empíricas ele estudou a construção de modelos experimentais para explicar suas teorias, como descrevem os autores Vera, Rivera e Fuentes (2015, p. 581, tradução nossa):

Galileu nunca poderia ter dimensionado a profundidade conceitual de suas práticas metodológicas, pois na época não se sabia como a matéria interage através de forças que, graças às contribuições de Newton, estão associadas a mudanças nas velocidades dos corpos envolvidos. Através da experimentação, Galileu provou que Aristóteles estava errado e que o movimento de um corpo em queda livre é independente de sua massa. Galileu percebeu isso observando que a diminuição da força de atrito permite a análise correta do movimento simples de um objeto que cai em direção à superfície da Terra. Usando objetos que rolam em planos inclinados, ele foi capaz de estudar movimentos que mudam devagar o suficiente para concluir que eles aceleravam constantemente e que, contra intuitivamente, sua aceleração era independente da massa do objeto.

Embora em um contexto diferente do qual Galileu estava inserido, mas com características semelhantes, o ensino por experimentação requer dos sujeitos uma conduta ativa, a qual durante a atividade, permite o questionamento e diálogo com os outros sujeitos e/ou teorias. Por isso, propõe-se a experimentação como processo fundamental para o ensino e a aprendizagem.

Na próxima subseção apresenta-se como a experimentação pode ser realizada por meio da videoanálise.

## **2.2 - Videoanálise**

A videoanálise pode ser realizada por meio de uma visualização atenciosa a partir da reprodução de um vídeo ou até mesmo utilizando software que permitam a coleta de dados, sendo está última uma análise mais detalhada do movimento, permitindo que os dados sejam retirados e posteriormente analisados.

Neste sentido, os autores Leitão, Teixeira e Rocha (2011, p. 4) afirmam que:

A vídeo-análise para fins educacionais consiste em fazer uma tomada de vídeo de um fenômeno ou experimento e depois executar uma análise minuciosa sobre este vídeo através de ferramentas que relacionem o fenômeno que se quer estudar com grandezas (observáveis) da Física e suas quantificações.

Já Sismanoglu et. al. (2009) acreditam no potencial da utilização de vídeos e de computadores nas aulas de física para torna a aprendizagem ativa, visto que os alunos podem sentir-se motivados a estudar um fenômeno real, que é captado por eles através de uma câmera, e analisado com mediação tecnológica. Além disso, proporciona esclarecer por meio da videoanálise a situação em estudo, de forma prática e com dados precisos.

A videoanálise torna-se uma alternativa para desenvolver a prática experimental no ensino de Física, visto que, não necessita de aparelhos laboratoriais de alto custo e de difícil utilização. Sendo assim, essa prática pode ser implementada nas escolas que não possuem laboratório físico, o que condiz com a realidade de muitas escolas (OLIVEIRA et al., 2019; SAAVEDRA FILHO et al., 2017). Mas também podem ser utilizados, mesmo quando o espaço possuir o laboratório, isto é, realizar a análise e coleta de dados de duas maneiras distintas, convencional utilizado o laboratório físico e com recurso tecnológico, favorece uma concepção crítica de um dado fenômeno.

Nessa perspectiva, o estudante pode comparar os resultados obtidos e refletir sobre as maneiras para a realização da coleta de dados, provocando uma análise crítica da propagação de erros e medidas durante a prática experimental, permitindo que o estudante reconheça de forma crítica e participativa, que a prática experimental requer muita atenção, cuidado, e sensibilidade em todas as etapas da atividade.

Francisco Junior e Benigno (2018) destacam que o aspecto mais importante em uma atividade de produção de vídeo de experimento, não seria o produto gerado, mas as relações que os aprendizes são capazes de construir entre esse produto e o conhecimento. Compreendemos, conforme Carvalho (2013), que a linguagem da Ciências está além da linguagem verbal, pois figuras, tabelas, gráficos, equações e expressões matemáticas são igualmente importantes no aprendizado, particularmente para a Física.

Nesse sentido, escolhe-se a videoanálise como ferramenta, pois esta pode ser utilizada no estudo detalhado de situações problemas, quadro a quadro, que podem ser captadas por câmeras digitais ou até com o celular, promovendo a experimentação, coleta e análise de dados.

A experimentação tem um papel importante no processo formativo e a videoanálise pode complementar a prática experimental em Física, proporcionando, em sintonia com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC),

oportunidades aos alunos de observar a natureza, coletar e analisar dados, de forma ativa e crítica no processo de construção de conhecimento e compreensão da sua realidade.

É possível e desejável a utilização da videoanálise como ferramenta facilitadora do ensino da física experimental, visto que pode proporcionar a interpretação de incertezas de dados numéricos experimentais medidos e auxiliar os estudantes a superar as dificuldades para realização de cálculos e construção de gráficos. Nesse sentido, os autores Vera, Rivera e Fuentes (2015, p.585, tradução nossa) ressaltam que:

O estudante recebe um vídeo no qual eles podem observar um fenômeno como o veriam em um laboratório e, juntos, recebem ferramentas simples para fazer medições precisas que, em laboratório, seriam difíceis de realizar. Nelas, é possível realizar a análise que o levará, como qualquer cientista, à identificação de relacionamentos entre as variáveis em jogo, aprendendo com a experiência e com suas próprias reflexões.

Por meio da videoanálise, a experimentação promove envolvimento dos estudantes aos fenômenos físicos presentes na disciplina, como também no seu cotidiano, tornando uma prática investigativa, com indagações e desafios, que serão enfrentados pelos alunos de forma ativa sob orientações do professor.

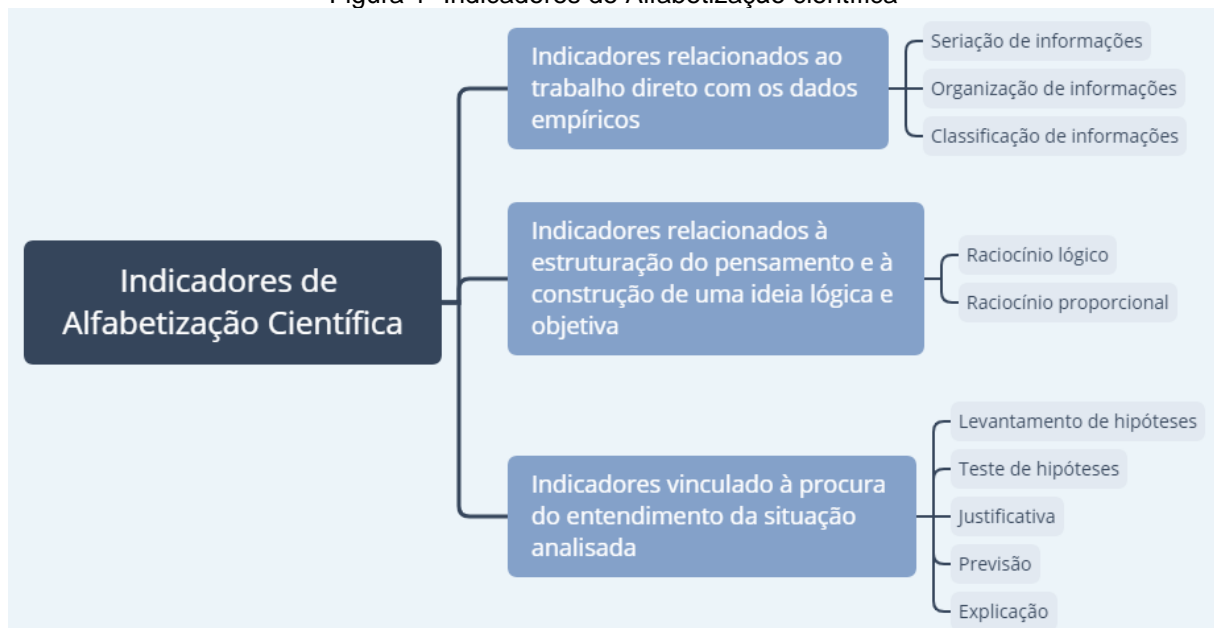
Faz-se necessário então, o planejamento das aulas experimentais de física e a participação ativa dos alunos nas análises dos dados. O educador deve promover estratégias para transformar o conhecimento do senso comum em conhecimento científico, para isso se faz necessário “educadores e educandos criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes” (FREIRE, 1996, p.13). Como afirma Bezerra Jr., Lenz e Saavedra Filho (2016), somente através de uma metodologia e aprendizagem bem fundamentada se torna possível a abertura de um caminho para a remoção dos obstáculos epistemológicos, encontrados no ensino de física.

É importante ressaltar o cuidado da utilização das tecnologias digitais como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem. Pois, o interesse dos estudantes sobre as TDIC pode ser aproveitado para auxiliar na construção do conhecimento. “Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e dos adolescentes das classes sociais chamadas favorecidas” (FREIRE, 1996, p. 34).

A experimentação por meio da videoanálise pode promover a alfabetização científica dos alunos, entretanto Dias, Vianna e Carvalho (2018) enfatizam que é necessário planejamento para a intervenção didática, e que a busca da promoção da alfabetização científica deve permitir que os estudantes desenvolvam as habilidades.

Neste sentido, Sasseron e Carvalho (2011) propõe os seguintes indicadores para a alfabetização científica: seriação de informações; organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; levantamento proporcional; levantamento de hipóteses; teste de hipóteses; justificativa; previsão e explicação. Indicadores estes que são divididos em três grupos, os quais pretendem compreender os indicadores relacionados ao trabalho direto com os dados empíricos, relacionando à estrutura do pensamento e à construção de uma ideia lógica e objetiva, e por fim, é vinculado à procura do entendimento da situação analisada. Como mostra no esquema a seguir:

Figura 1- Indicadores de Alfabetização científica



Fonte: Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2011)

Compreendemos, conforme Oliveira et. al. (2019), que a videoanálise possui potencialidade para incentivar os estudantes a assumirem um papel de protagonistas no processo de ensino-aprendizagem, além disso, possibilita aos alunos o uso das TDIC. Para Barbata e Yamamoto (2002, p.7):

O desenvolvimento das tecnologias para a visualização de vídeos digitais tem possibilitado ao estudante coletar e analisar dados de um experimento, gravados digitalmente, de forma rápida e eficiente, proporcionando assim a oportunidade de se envolver ativamente no processo de aprendizagem. Além disso, atividades que utilizam essas técnicas podem ser desenvolvidas para capacitar os estudantes a investigar a relação entre conceitos físicos



relacionados ao movimento e situações que eles podem encontrar fora da sala de aula. Os dados coletados através desse recurso, em geral, passam a fazer mais sentido, deixando de ser apenas um amontoado de números.

Neste sentido, os autores Leitão, Teixeira e Rocha (2011), enfatizam que como em qualquer atividade de ensino, entendemos que o uso da videoanálise deve ser feito de forma criteriosa, reflexiva e sempre sendo avaliada constantemente em sua eficiência. Além disso, a videoanálise pode facilitar a interpretação de incertezas de dados numéricos experimentais medidos e auxiliar aos estudantes a superar as dificuldades de aprendizagem.

Na próxima seção apresenta-se a prática experimental por meio da videoanálise, especificamente utilizando o software *Tracker* como ferramenta mediadora, no estudo de movimento, apresentando assim, as ferramentas oferecidas pelo software e suas potencialidades.

### **2.3 - A videoanálise por meio do *Tracker***

O *Tracker* é um software livre de videoanálise, que auxilia na análise de conceitos da Física no estudo de movimentos. Criado pelo projeto *open Sources Physics*. Possui as ferramentas de marcação do objetivo durante a trajetória, construção de gráficos e tabelas, divisão do vídeo em quadros por segundos, calibração de medidas, e entre outros recursos, que auxiliam no estudo de movimentos.

O *Tracker* pode ser obtido no site <https://physlets.org/tracker/> disponível para os sistemas operacionais Windows, Mac OS X, Linux 32-bit e Linux 64-bit. É um software de fácil aprendizagem que pode ser manuseado pelos alunos em experimentos didáticos de Física. Com o software instalado no computador é possível o seu manuseio sem necessidade de acesso à internet.

O software *Tracker* está se tornando um grande aliado na realização de experimentação por meio da videoanálise (OLIVEIRA et al., 2019; JESUS e SASAKI, 2014; BEZERRA JR, LENZ e SAAVEDRA FILHO, 2016; PARREIRA, 2018; MOTTA, KALINKE e MOCROSKY, 2018; DIAS, VIANNA e CARVALHO, 2018). Na perspectiva de Barbeta e Yamamoto (2002, p. 167) o software *Tracker* possui simplicidade de uso e a possibilidade de inclusão de análise de diferentes tipos de movimento tornam este tipo de ferramenta bastante interessante para o uso didático.

Oferece aos professores e alunos metodologias de experimentação e aplicação do conhecimento, da disciplina de Física, de forma ativa e investigativa, desenvolvendo a criatividade e o pensamento crítico. Como afirma Saavendra Filho et al. (2017, p.242):

O uso do *Tracker* no ensino de Física [...] é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica de aulas em que permite a participação ativa dos estudantes e em uma posição em que os questionamentos decorrentes da metodologia proposta permitam formular, questionar, predizer, testar hipóteses – passos importantes em um processo de modelagem científica.

O recurso da videoanálise pode favorecer uma aproximação com o fazer científico. Nesse sentido, o software *Tracker* se apresenta como uma ferramenta que viabiliza essa aproximação a partir de um computador de baixa configuração (BEZERRA JR, OLIVEIRA e LENZ, 2012). Segundo Saavendra Filho et al. (2017, p. 234):

O software *Tracker* permite aos alunos acompanharem a evolução das grandezas físicas, a manipulação dos dados e construção dos gráficos, além de proporcionar que os atores deste processo passem a ser agentes ativos na construção, customização e adequação do programa às suas realidades.

Afirmam também, que o *Tracker* adiciona qualidade e praticidade às aulas de Física, pois não são necessários aparatos experimentais caros, complexos e laboriosos. Bezerra, Lenz e Saavendra Filho (2016), dentre as funcionalidades do software *Tracker*, destacam a possibilidade de que, por meio da videoanálise, professores e alunos realizem medidas das grandezas fundamentais do movimento, como posição e tempo. Ele considera ainda que esse é um ponto de partida fundamental para o estudo dos movimentos.

O *Tracker* permite a análise de vídeo e experimentação desenvolvida para o ensino de física. Possibilita também, o rastreamento da posição de um objeto, gráficos e dados de velocidade e aceleração de corpos em movimento, calibração de medidas, divisão do vídeo, quadro a quadro, rotação de posição do vídeo, indicação de grandezas vetoriais, trajetórias e coordenadas.

Entende-se, conforme Bezerra Jr., Lenz e Saavedra Filho (2012), que o uso do *Tracker* esteja em sintonia com a modernização do saber escolar, em um contexto em que as atividades experimentais teriam função mediadora no ensino dos conteúdos.

A utilização do *Tracker* possibilita minimizar a ausência de laboratórios de

Ciências e contribui para o contato com as TDIC, permitindo desse modo, a realização de análises e observações de fenômenos físicos, especificamente do movimento, presentes no cotidiano dos alunos.

O uso software *Tracker* permite desenvolver atividades centradas no processo de experimentação através da videoanálise de movimentos, permitindo que os alunos acompanhem a evolução temporal das grandezas físicas por meio de vídeos dos fenômenos reais. Tendo assim função mediadora no ensino dos conteúdos e dispensando o uso de sensores e equipamentos de alto custo.

A videoanálise como instrumento para estimular a modelagem científica utilizando o software *Tracker*, proporciona atividades experimentais com a participação ativa dos alunos no processo de construção do conhecimento. A modelagem científica no contexto educacional consiste, segundo Brandão et. al. (2008), em estratégia didática baseada na noção e uso de modelos com alternativa para inserção de conteúdos de natureza epistemológica, proporcionando aos alunos uma visão ampla sobre a natureza e a construção do conhecimento científico.

O software por si só não é suficiente para a realização da videoanálise, se faz então necessário que a instituição tenha estrutura de laboratório de informática e acesso à internet.

A videoanálise, desse modo, se constitui em uma metodologia de grande potencial para construção de conceitos científicos, sendo os estudantes protagonista no processo de aprendizagem, permitindo que possam escolher o fenômeno da sua realidade e analisá-lo. O software *Tracker* apresenta-se como uma alternativa viável para a realização da videoanálise, pois é livre e de fácil acesso. Além de fornecer, depois das marcações no objeto a ser analisado, as posições e intervalos de tempo, quadro a quadro, gerando tabelas de dados e até três tipos de gráficos do mesmo movimento, envolvendo as grandezas de posição, velocidade, e aceleração horizontal e vertical, bem como o tempo, quantidade de movimento e energias.

Os dados coletados no software *Tracker* através da experimentação por meio da videoanálise, em geral, passam a fazer mais sentido, deixando de ser apenas aplicação de fórmulas e amontoado de números. Entretanto, os autores Leitão, Teixeira e Rocha (2011), destacam que a videoanálise deve ser feita de forma criteriosa, reflexiva e crítica, como em qualquer atividade de ensino.

A modelagem científica permite que os alunos possam compreender sua realidade utilizando modelos computacionais já construídos. Videoanálise é uma

técnica que permite o registro de fenômenos que envolvam movimento por meio de filmagens, que podem ser captadas por câmeras de celulares e podem ser utilizadas como atividades experimentais nas aulas de física, permitindo assim, aos alunos o acompanhamento de grandezas físicas, manipulação dos dados, construção de gráficos e o papel de agentes ativos na construção do conhecimento.

Em atividades experimentais convencionais em laboratórios de física são utilizados sensores e equipamentos para registrar dados, mas, geralmente o registro do tempo é feito através de um cronômetro, o qual precisa ser acionado com maior agilidade, a fim de obter menos erros nas coletas de dados, porém, esse tipo de aquisição de dados pode ser prejudicado incerteza dos dados. Por outro lado, na videoanálise “o software *Tracker* fornece os valores de distância a partir de um padrão e também identifica a quantidade de quadros por segundo empregada pela câmera digital usada” (SAAVEDRA FILHO et al, 2017, p. 472).

Nesse sentido, a utilização de uma ferramenta de mediação tecnológica, como o software *Tracker* pode levar a resultados mais precisos do que procedimentos manuais, além de permitir a evolução temporal nas grandezas através dos gráficos que são construídos na medida em que as posições são marcadas.

Entretanto, o software *Tracker* não é o único recurso digital que permite a realização da videoanálise. Na próxima seção apresenta-se outras ferramentas que permitem a realização da videoanálise no contexto escolar.

## 2.4 - Outros softwares

Além dele, existem outras alternativas, como é possível conhecer a partir do trabalho de Leitão, Teixeira e Rocha (2011), que apresentam em sua intervenção didática do estudo do movimento do Pêndulo a utilização do software *Logger Pro* (versão 3.6.1), disponível para download em <<https://www.vernier.com/downloads/>>, que permite a edição de vídeo, análise geométrica a partir de fotos, recursos de estatísticas (gráficos e tabelas) sobre dados numéricos e recurso de cálculos como derivadas, integrais e modelagem, entretanto sua utilização requer assinatura. Ainda em seu trabalho sugerem, além do *Tracker*, o software *Physics ToolKit* disponível em <<http://www.physicstoolkit.com/>>, que podem ser utilizados de forma gratuita, sendo esse último direcionado especificamente performance de esportistas.

Já Barbeta e Yamamoto (2002) destacam a necessidade de software para realizar a videoanálise, primeiro para digitalizar o vídeo, uma vez que em épocas remotas, os vídeos eram gerados a partir de câmeras ou videocassete (no formato de NTSC ou PAL-M) através de gravador em formato analógico, sendo assim necessário realizar a conversão no formato do vídeo. Depois disso, utilizando outro software para realizar a videoanálise, os autores apresentam os seguintes: *VideoPoint*, *VideoGraph*, *Digi-Net*, *World-in-Motion*, entretanto em sua intervenção didática utiliza o Programa de Análise de Imagens, o qual foi desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Industrial da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

Sismanoglu et. al. (2009) em seu trabalho fez a utilização do software *VirtualDub* para selecionar os quadros da filmagem, para posteriormente analisar as variáveis dinâmicas do movimento, tais como velocidade, força e aceleração.

A partir desses levantamentos bibliográficos, em pesquisas relacionadas à temática de experimentação por meio da videoanálise, escolhe-se utilizar o software *Tracker* na intervenção didática deste trabalho, acreditando ser esse o software mais adequado para a realidade do campo empírico da pesquisa, também por apresentar facilidades no seu manuseio e representação de dados em gráficos e tabelas. Além disso, “seu uso escolar encaixasse no tempo didático disponível em aulas típicas de Ensino Médio” (Bezerra Jr., Oliveira e Lenz, 2012, p. 486).

O uso do software *Tracker* como ferramenta para execução da videoanálise em atividades de modelagem científica, permite quebras de rotinas no contexto escolar, proporcionando, dessa maneira, a participação ativa dos alunos na realização de experimentos, a partir de vídeos, de fenômenos do cotidiano. Pode auxiliar ainda, na obtenção de medidas confiáveis, bem como despertar nos estudantes o uso consciente da tecnologia e a importância da sua apropriação.

Na próxima seção apresenta-se a sequência didática “Estudo da queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade com o software *Tracker*”, bem como as descrições metodológicas da prática de intervenção em sala de aula.

### 3- SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ESTUDO DA QUEDA COM O SOFTWARE *TRACKER*

Para Zabala (1998), sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de determinados objetivos educacionais, os quais têm princípio e fim, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. O planejamento de sequências didáticas propõe atividades como observação de fenômeno físico, debate entre alunos e professor, experimentação, contextualização, análise de dados, resolução de exercícios, discussão sobre o conteúdo e entre outras ações.

O referido cenário, nesse sentido, permite a interação entre situações problemas e conteúdo, assim, em cada etapa se trabalha o desenvolvimento de competências e habilidades dos sujeitos. Esse tipo de intervenção se opõe a uma concepção bancária de educação, na qual os conteúdos devem ser transmitidos pelo professor e aluno, que por sua vez, de forma passiva, tem o papel de receber as informações.

A seguir apresenta-se a estrutura da sequência didática e a descrição detalhada, demonstrando os passos da atividade de intervenção nas turmas ministrada pela autora deste trabalho.

A proposta didática apresentada foi pensada para turmas da 1ª série do Ensino Médio. Essa proposta de ensino está organizada ao longo de seis momentos-aulas, com duração de 50 minutos cada uma delas. A organização dessa sequência didática pode ser melhor visualizada a partir do quadro 1.

Quadro 1: Sequência didática do estudo da queda com o software Tracker

<b>Área do conhecimento:</b> Física <b>Série:</b> 1ºano do Ensino Médio	
<b>Tema dobradiça</b>	Movimento de objetos na vertical sobre a ação da gravidade da Terra.
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreender e utilizar leis e teorias físicas, como aceleração gravitacional, movimento uniformemente variado e queda livre.</li><li>• Entender o funcionamento do software <i>Tracker</i>.</li><li>• Compreender as características do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).</li><li>• Aprender as diferentes linguagens por meio das quais a Física se expressa: tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para expressão do saber físico.</li><li>• Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes, como comprimento, resistência do ar, velocidade e aceleração.</li><li>• Medir o valor da aceleração da gravidade local através da videoanálise.</li></ul>

ATIVIDADES					
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>1ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Turma separada em grupos de cinco alunos.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Orientar na execução da prática experimental e explicar a relação matemática que será utilizada para encontrar um valor aproximado do módulo da aceleração da gravidade, naquela região.				
<b>Estudantes</b>	Abandonar um objeto de uma altura de dois metros e registrar o instante de queda até o chão, e repetir, pelo menos 10 vezes, registrando em uma tabela.				
<b>Recursos Materiais</b>	Ficha de coleta de dados, objeto que será abandonando de uma altura de 2 metros e cronometro de celular.				
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>2ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Separados em grupos na sala de informática.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Orientar os alunos no download.</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Apresentar as ferramentas do software <i>Tracker</i>, orientando como baixar o software, importar vídeo, rotacionar a posição do vídeo, inserir fita de calibração e eixo de coordenada.</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Expor ilustrações de videoanálises.</li> </ul> <b>Observação:</b> Organizar os computadores antes da aula, para otimizar o tempo.				
<b>Estudantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Executar o download do software e modificar o idioma.</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Registrar considerações importantes, interagir tirando dúvidas e intervir com sugestões para a manipulação do software durante sua apresentação.</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Comentar situações de movimentos verticais presentes no cotidiano.</li> </ul>				
<b>Recursos Materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Laboratório de Informática, Computadores, Internet e Software <i>Tracker</i>.</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Projetor multimídia e caderno.</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Projetor multimídia</li> </ul>				
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>3ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Separados em grupos na sala de informática.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Mediar os grupos de forma passiva durante as execuções das videoanálises.				
<b>Estudantes</b>	Realizar a videoanálise. Iniciando com uma gravação da situação até a análise dos dados apresentados no <i>Tracker</i> , bem como analisar possíveis fatores que poderiam ter influenciado nos valores encontrados.				
<b>Recursos Materiais</b>	Projetor multimídia, laboratório de informática, computadores, câmera digital, internet e software <i>Tracker</i> .				
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>4ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Sentados em círculo na sala.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Instigar aos educandos/ educandas a expor as experiências e resultados da primeira videoanálise, bem como perguntar se conhecem o valor aproximado da gravidade na Terra, relatar o contexto histórico de Aristóteles e Galileu, e propor comparação desse fenômeno em lugares com gravidades diferentes.				
<b>Estudantes</b>	Discutir com toda a turma os possíveis erros que possam ter ocorrido na primeira videoanálise, os efeitos da gravidade no cotidiano e as concepções referentes às teorias de Aristóteles e Galileu sobre a gravitação.				
<b>Recursos Materiais</b>	Vídeo do YouTube "Desenho animado – Galilei Galileu", cenas do Filme "A gravidade", com registros no quadro e caderno.				
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>5ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Organizados em grupos por computador	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Proporcionar possibilidades de construção do conhecimento sem intervir na gravação. Observar e registrar as interações em diário de bordo				
<b>Estudantes</b>	Gravação de uma situação de um objeto em queda. Realizar a videoanálise da gravação que foi realizada na etapa anterior.				
<b>Recursos Materiais</b>	Câmera digital, laboratório de informática, 15 computadores, Internet, e Software <i>Tracker</i> .				
<b>Etapas/Aulas</b>	<b>6ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Sentados em grupos na sala.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Ser mediador e conduzir a discussão.				
<b>Estudantes</b>	Copiar os dados da tabela gerado pelo software <i>Tracker</i> para o programa de planilha eletrônica para realizar a média aritmética do valor da aceleração na direção vertical,				

	que resultará no valor do módulo da aceleração gravitacional no local, semelhante ao que foi realizado na primeira etapa. Em seguida o grupo responderá um questionário sobre as práticas experimentais desenvolvidas.
<b>Recursos Materiais</b>	Resultados dos valores de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical obtidas através da videoanálise e copiadas para o programa de planilha eletrônica.
<b>Avaliação da aprendizagem</b>	Participação de forma ativa dos estudantes na execução da videoanálise; na discussão em grupo referente as duas práticas experimentais; na análise dos dados de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical, de forma científica, e no reconhecimento dos fatores que influenciam nos erros e incertezas dos valores encontrados.

Fonte: Autora, 2019.

Verifica-se que essa proposta visa trabalhar, inicialmente, com uma atividade experimental convencional utilizando os cronômetros dos smartphones dos estudantes e consiste em várias repetições da situação analisada. Em seguida, o trabalho se concretizou através de tutoriais sobre a utilização do software *Tracker*. Na sequência se apresenta as instruções, com o passo a passo, de como realizar uma videoanálise, para que assim as equipes (de estudantes) construíssem suas próprias videoanálises.

A primeira etapa da sequência didática, conforme quadro 1, refere-se a uma atividade experimental sem a utilização de sensores e equipamentos de alto custo. A atividade contou com a participação dos estudantes, que realizaram o registro dos instantes de tempo da queda de um objeto, escolhido por cada um dos grupos, de forma aleatória, para que pudessem perceber com a prática, como a estrutura do objeto influencia na ação da força da resistência, e conseqüentemente nos dados coletados. Posteriormente, os estudantes registraram os dados na ficha disponibilizada pela educadora, ilustrada na figura 2.

Nesta fase, os alunos em grupos de até três, realizaram a atividade de registro da posição, em função do tempo na queda de modo convencional, utilizando o cronômetro do smartphone pessoal e uma fita métrica (de plástico) com comprimento de 2 metros, como instrumento de medida. De início, o grupo fez uma marcação na parede, no ponto que determina a altura de 2 metros. A partir desse ponto foi abandonado o objeto. Essa distância foi escolhida pela educadora, visto que se tratava de uma altura facilmente conquistada, para que eles conseguissem abandonar o objeto, sem necessidade de escada ou outro apoio.



Figura 2: Ficha de coleta de dados

## Ficha de coleta de dados (Etapa1)

Equipe: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
 Objeto escolhido: \_\_\_\_\_ Massa do objeto em kg: \_\_\_\_\_

Registre na tabela abaixo os valores encontrado, em cada tentativa, do instante de tempo da queda do objeto abandonado de uma altura de 2m em relação ao chão.

Tentativas	Instante de tempo da queda do objeto em segundos	Gravidade (m/s <sup>2</sup> )
1ª		
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		
6ª		
7ª		
8ª		
9ª		
10ª		
<b>Média aritmética</b>		

Para calcular a gravidade utilizem a equação estudada no assunto anterior:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Considerando que o objeto vai partir do repouso ( $v_0 = 0 \text{ m/s}$ ) e que a distância percorrida até o chão vai ser de 2m. Temos que:

$$0 = 2 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad a = -\frac{2 \cdot 2}{t^2} = \frac{4}{t^2}$$

E considerando que no movimento vertical a aceleração do movimento é definida como gravidade, então utilizaremos essa equação para determinar o valor da gravidade em cada tentativa.

$$\hookrightarrow g = \frac{4}{t^2}$$

Fonte: Autora, 2019.

Nesta ficha há uma tabela de registro dos intervalos de tempo de queda do objeto, de uma altura de 2 metros em relação ao chão, assim, a terceira coluna foi preenchida com o valor encontrado pela gravidade. Para determinar o valor da aceleração gravitacional local, com o intervalo de tempo de queda e considerando que o objeto fora abandonado de uma altura de 2 metros, foi utilizada a relação matemática da segunda parte da ficha. Essa, por sua vez foi gerada a partir das equações horárias da posição e da velocidade do Movimento Uniformemente Variado (MUV), cuja relação foi demonstrada pela educadora, na sala de aula, antes da atividade

experimental. Já a massa do objeto foi determinada pelos grupos utilizando uma balança de cozinha, disponibilizada pela educadora, para que os grupos percebessem que a massa não iria influenciar no valor da aceleração, mas sim o formato do objeto, como por exemplo o boné, que sofreria a influência da força da resistência do ar, diferente do estojo.

Na segunda etapa, na sala de informática (figura 3), foi instalado pelos alunos o software nos computadores e logo depois a educadora realizou a apresentação das ferramentas do software *Tracker*, com slides construídos no Microsoft Power Point, em conjunto com o software *Tracker*. Nesse momento, se realizou uma explicação detalhada sobre o manuseio das ferramentas do software *Tracker*, tais como inserir vídeo, rotacionar a posição do vídeo, inserir fita de calibração e eixo de coordenadas, escolher as grandezas que devem ser apresentadas nos gráficos (diagramas) e tabelas, como faz a transferência de dados para o programa Microsoft Excel, bem como os cuidados que deveriam ser considerados durante a gravação do vídeo, como manter a estabilidade e o alinhamento correto da câmera, além da escolha de objetos que contrastem com o fundo da cena.

Figura 3- Realização da Videoanálise no Laboratório de Informática



Fonte: Autora, 2019.

Em seguida, os estudantes, em grupo de até três, realizaram na escola a gravação de um vídeo de um objeto em queda, utilizando a câmera do celular. Para que os grupos realizassem a primeira videoanálise, foi necessário transportar o vídeo para um computador do laboratório, para isso, os alunos o enviaram para o *WhatsApp* da educadora, que estava conectado em seu computador, assim, os vídeos foram transferidos para os outros computadores do laboratório com o auxílio de um *pen drive*. Entretanto, é aconselhável que esta transferência seja realizada diretamente entre o celular e o computador, através de um cabo USB por exemplo, pois assim evita que um aplicativo intermediário como o *WhatsApp* reduza a qualidade do vídeo. Com o intuito de otimizar tempo com a transferência de vídeo, foi aconselhado às turmas que este fosse gravado e enviado no dia que antecedia a aula. Essa primeira videoanálise permitiu que os estudantes analisassem os possíveis fatores que influenciaram nos valores encontrados e quais cuidados deveriam ter na próxima videoanálise, para conseguir obter um valor mais preciso.

Nesta etapa se fez importante a autonomia e participação ativa dos alunos, visto que eles utilizaram o pensamento crítico para analisar os possíveis erros de gravações e as funcionalidades do software. A interação aconteceu satisfatoriamente, de tal forma que os alunos ficaram empolgados e esqueceram do tempo da aula. No entanto, alguns grupos não conseguiram finalizar a videoanálise, já que para eles, o tempo da aula foi breve. Porém, esse imprevisto serviu de alerta para que fossem objetivos na realização da segunda experimentação, por meio da videoanálise.

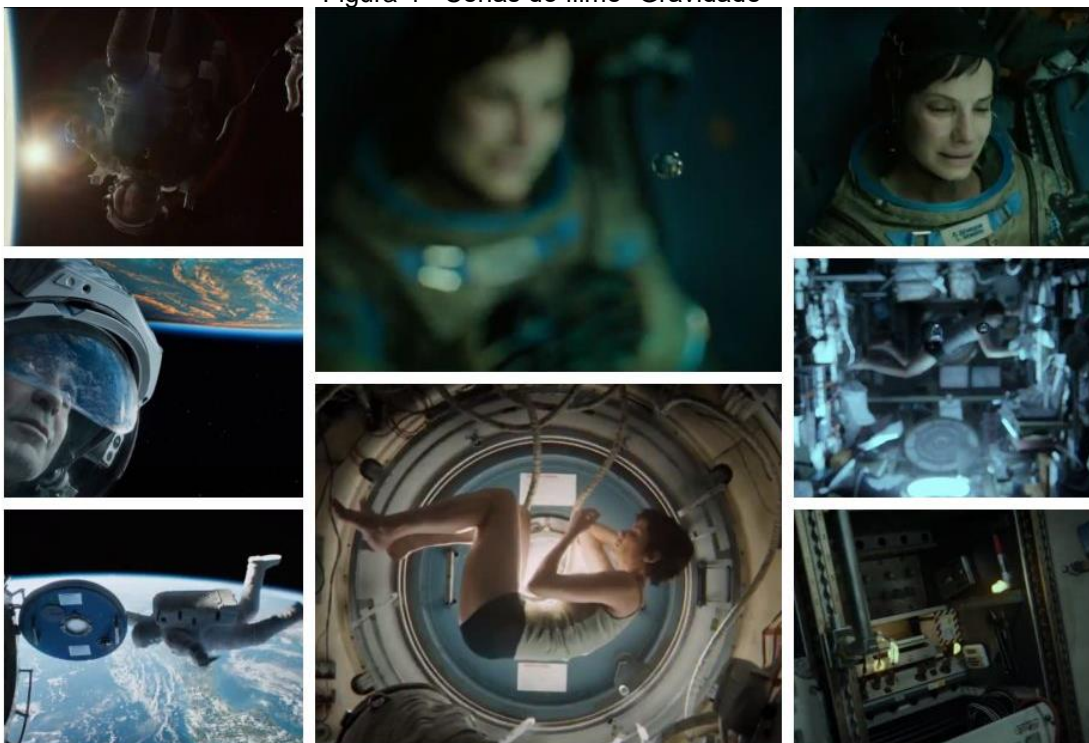
Depois dessa etapa os alunos tiveram um tempo de intervalo, para refletir sobre os possíveis fatores que influenciaram na incerteza das medidas, para os grupos que conseguiram terminar a videoanálise. Para os que não concluíram, pensaram acerca da utilização do software, planejando os questionamentos que poderiam fazer para amenizar suas dúvidas.

A quarta etapa da sequência visou a discussão do fenômeno para relacionar os conceitos físicos de MUV e ação da gravidade em situações do cotidiano, como por exemplo, a queda de objetos em diferentes alturas/locais e utilização de paraquedas. Iniciou-se com uma provocação sobre os valores encontrados na primeira videoanálise e o que poderia ter influenciado nos resultados. Em seguida, apresentou-se o contexto histórico das primeiras explicações para o conceito de queda dos corpos apresentadas por Aristóteles, que “achava natural que os corpos mais pesados caíam mais rapidamente do que os mais leves não só no ar como

também no vazio” (FIOLHAIS; PAIVA, 1992, p. 28), e Galileu defendia que “os corpos desiguais caem no ar quase ao mesmo tempo e considera essa invariância aproximada do tempo de queda mais importante do que a evidência empírica segundo a qual os corpos mais pesados demoram menos tempo a cair” (FIOLHAIS; PAIVA, 1992, p. 30). Depois dessas discussões foi reproduzido em sala o vídeo “Desenho animado - Galileu Galilei”, demonstrando assim, através de recursos audiovisuais as primeiras concepções sobre a ação da gravidade (STUTIOS, R. A.. Vídeo (27min)). Em seguida foram problematizadas situações do cotidiano nas quais se observa o fenômeno muito próximo da queda livre, pois o seu efeito só é observado quando abandonados em regiões que existam aceleração gravitacional e sem a presença da resistência do ar (vácuo). Nesse momento, foi proposto relacionar os conhecimentos prévios dos estudantes com os conceitos que seriam estudados.

Posteriormente discutiu-se sobre o efeito da queda em lugares com gravidades diferentes. Para melhor compreensão foi reproduzido, em sala, o filme “Gravidade” e logo depois comentado o efeito da gravidade com auxílio das imagens de cenas do filme, como mostram as imagens a seguir (figura 4). Estas cenas demonstram que os astronautas flutuam, as labaredas se espalham pelas paredes da nave, pequenas bolas de fogo flutuam pelo ar e as lágrimas não escorrem pelo rosto da personagem, elas se soltam, e ganham o formato de esferas flutuantes.

Figura 4 - Cenas do filme "Gravidade"



Fonte: Filme Gravidade, 2013.

Ainda na terceira etapa, promoveu-se a interação entre os grupos com a discussão sobre o primeiro contato com o software, bem como o esclarecimento de dúvidas relatadas pelos Estudantes.

Uma das dúvidas quanto a utilização do software foi: como deve ser realizada a marcação do objeto para obter um valor mais preciso; assim, explicou-se que nesse caso deve ser utilizado o zoom para conseguir marcar no centro de massa do objeto. Outros questionamentos também surgiram, como por exemplo: quais seriam as grandezas escolhidas para serem apresentadas na tabela e nos gráficos; e como realizar a média aritmética do valor da aceleração vertical utilizando o programa do Excel, mas que podem ser feito em outros softwares de planilhas. Para esclarecer essas indagações, retornamos à apresentação utilizada na etapa 2, juntamente com o software *Tracker* e às planilhas do programa Excel, onde foram especificadas as situações problemas enfrentadas pelos alunos, na primeira tentativa de experimentação por meio de videoanálise. Dessa maneira, buscou-se esclarecer de forma detalhada a fim de solucionar os questionamentos trazidos pelos alunos.

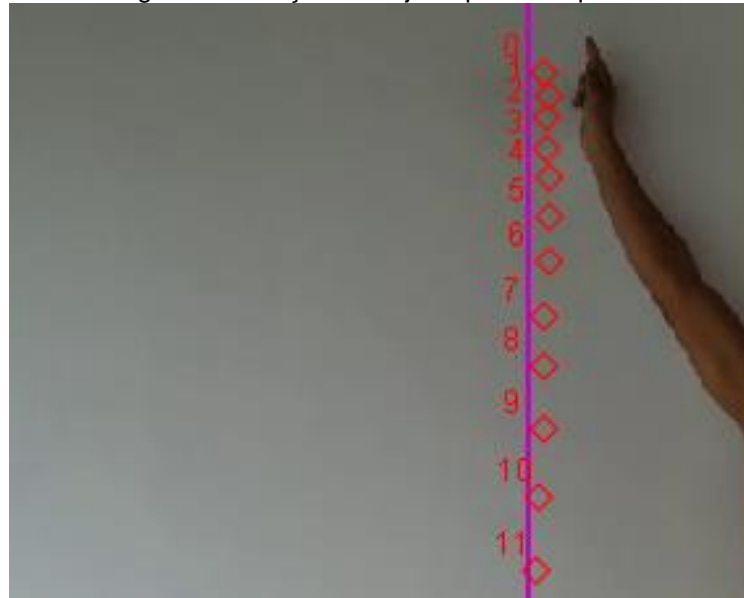
Neste momento, os grupos interagiram discutindo e comparando os valores encontrados por eles, destacando os possíveis cuidados ao realizar a gravação, marcação do objeto e determinação do referencial de calibração do vídeo, ao colocar a fita de calibração, alertando para o uso do zoom sempre que necessário.

A fim de esclarecer os questionamentos dos estudantes, neste momento, a educadora apresentou uma videoanálise, utilizando um notebook e o projetor multimídia para que todos conseguissem acompanhar o passo a passo de como realizar a videoanálise, almejando, dessa forma, alertar para os cuidados e orientações para a realização da próxima etapa, com a análise de uma nova videoanálise.

Na quinta etapa, os alunos, de forma ativa, cuidadosa e investigativa, realizaram uma nova gravação da queda de um objeto, para tanto, utilizaram a câmera do celular de algum integrante do grupo, tomando os cuidados com a presença de ventos no local evitando ao máximo o efeito das forças de arrasto ou atrito, inclusão de um objeto com tamanho conhecido, como uma régua e inclinação da câmera, a fim de obter menos erros na marcação do objeto durante a videoanálise. Ao marcar o objeto, percebeu-se a presença de forças externas (como por exemplo a resistência do ar) agindo sobre ele, tornando nítido a presença de outros fatores, além do movimento vertical provocado pela força gravitacional. Isto também é possível

perceber na figura 5, pois há um movimento da direção horizontal, da direita para esquerda.

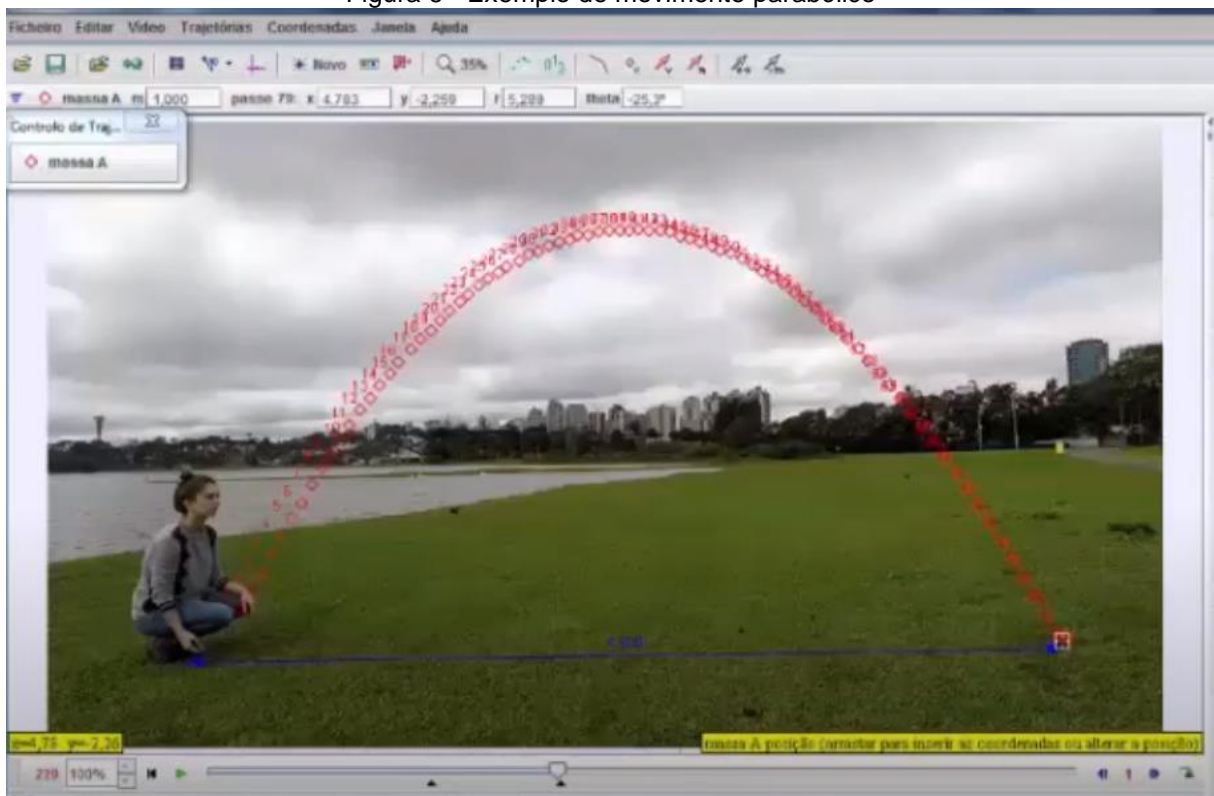
Figura 5 - Posição do objeto quadro a quadro



Fonte: Arquivos da Pesquisa, 2019.

Onde as marcações sequenciadas em vermelho, representam os pontos de trajetória do objeto no momento da queda. Outro exemplo é o movimento parabólico da figura 6.

Figura 6 - Exemplo de movimento parabólico



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2M3IPON5pZM>, acesso em 15 de out de 2019.

O papel do educador nessa etapa é o de possibilitar a construção do conhecimento, permitindo que os estudantes analisem criticamente os possíveis efeitos, percebendo dessa forma, os dados que surgiram nos gráficos e tabelas, bem como as posições durante toda a trajetória do objeto. Impulsionando-os assim, a pensar de forma crítica sobre os resultados obtidos, após relacioná-los com as considerações da primeira tentativa de videoanálise e com os conceitos discutidos em sala sobre o movimento de queda, o conceito de gravidade e sua evolução histórica.

Os grupos, de forma atenciosa, realizaram outra experimentação por meio da videoanálise, dessa vez de modo mais autônomo, pois, poucos grupos precisaram do auxílio da educadora. Dessa maneira, promoveu-se o protagonismo na realização das atividades no processo de experimentação. Assim, diferente da primeira tentativa de videoanálise, todos os grupos conseguiram realizar a videoanálise e o cálculo da média aritmética utilizando o programa do Excel.

Os grupos se mostraram mais motivados, pois conseguiram atingir valores mais próximos do valor teórico do que no resultado obtido na primeira etapa, com a experimentação convencional, no caso de alguns grupos. Essa comparação promoveu, nos estudantes, a reflexão de que a experimentação por meio da videoanálise, utilizando o software *Tracker*, permite maior precisão dos dados, mas também que de forma diferente utilizando outros instrumentos de coleta de dados podem chegar ao mesmo resultado experimental.

Na sexta etapa, os alunos se reuniram em grupos para discutir e sistematizar as opiniões e comentários sobre as duas práticas experimentais, através de um questionário de sistematização, como mostra a figura 7.

Por fim, em um grande círculo, na sala de aula, propomos a realização de uma roda de conversa com os estudantes acerca da experiência dessa proposta didática, ressaltando então, a importância da utilização das TDIC no processo de ensino-aprendizagem.

A fim de proporcionar sistematização das experiências dos alunos com o contato com a experimentação, foi orientado que eles registrassem os valores obtidos e discutissem, entre os integrantes do próprio grupo, sobre essas práticas para que na próxima aula/etapa eles discutissem com os outros.

Com as fichas de registro da primeira etapa e com os dados obtidos na etapa anterior, promoveu-se a continuidade da sequência, a qual foi finalizada com a discussão, a princípio entre os grupos, a respeito das colocações sugeridas no

questionário apresentado na figura 7. Em seguida, ocorreram interações entre todos da turma, processo esse, realizado separadamente em cada turma do 1º ano (A, B, C e D).

Figura 7: Questionário de sistematização

### Questionário de sistematização (Etapa 6)

**Equipe:** \_\_\_\_\_ **Turma:** \_\_\_\_\_

- Já realizou alguma prática experimental nas disciplinas de física antes desse momento? Caso sim, especifique?
  
- Durante a prática experimental convencional (primeira atividade) quais foram as dificuldades enfrentadas pelo grupo?
  
- Que fatores na atividade experimental convencional influenciaram, na opinião do grupo, nos erros e incerteza dos resultados?
  
- Durante a videoanálise utilizando o software Tracker, quais foram as dificuldades enfrentadas pelo grupo?
  
- Que fatores influenciaram, na opinião do grupo, nos erros e incerteza dos resultados na videoanálise utilizando o software Tracker?
  
- Houve necessidade de realizar mais do que uma videoanálise? Caso sim, explique os motivos.
  
- Comparem os resultados obtidos tanto na atividade experimental convencional quanto na videoanálise utilizando o software Tracker.
  
- Qual das atividades se aproximou do valor aproximado da gravidade na Terra? Explique as considerações do grupo sobre o que permitiu essa aproximação de valores.
  
- O que o grupo descobriu sobre os conceitos de queda livre e ação da gravidade relacionando aos movimentos na vertical?
  
- Quais as possibilidades oferecidas pelo Software Tracker no processo de aquisição de conhecimento de conceitos na disciplina de Física?

Fonte: autora, 2019.

Com os dados recolhidos na etapa 1 e 5, os grupos discutiram sobre os possíveis fatores que influenciaram na diferenciação dos dados, bem como as potencialidades da utilização das TDIC. Respondendo alguns questionamentos sugeridos pela educadora no questionário de sistematização.



A dinâmica dessa etapa consistiu na realização de um diálogo interno, entre cada grupo, depois na socialização, em um grande círculo, das colocações apresentadas no questionário. Nessa última interação, permitiu-se que os alunos falassem de modo individual, representando suas ideias, não apenas as considerações do grupo ou as respostas do questionário.

Assim, a sequência didática apresentada buscou o engajamento dos alunos nas realizações das atividades, com desempenho e comprometimento. Utilizando como ferramentas recursos digitais como o software Tracker, vídeos do YouTube, filmes e planilha eletrônica, que são grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem.

No quadro a seguir apresentam-se as distribuições dos grupos em relação às turmas de 1ª série do Ensino Médio, os quais pertencem a mesma instituição de ensino, em que a proposta didática foi desenvolvida.

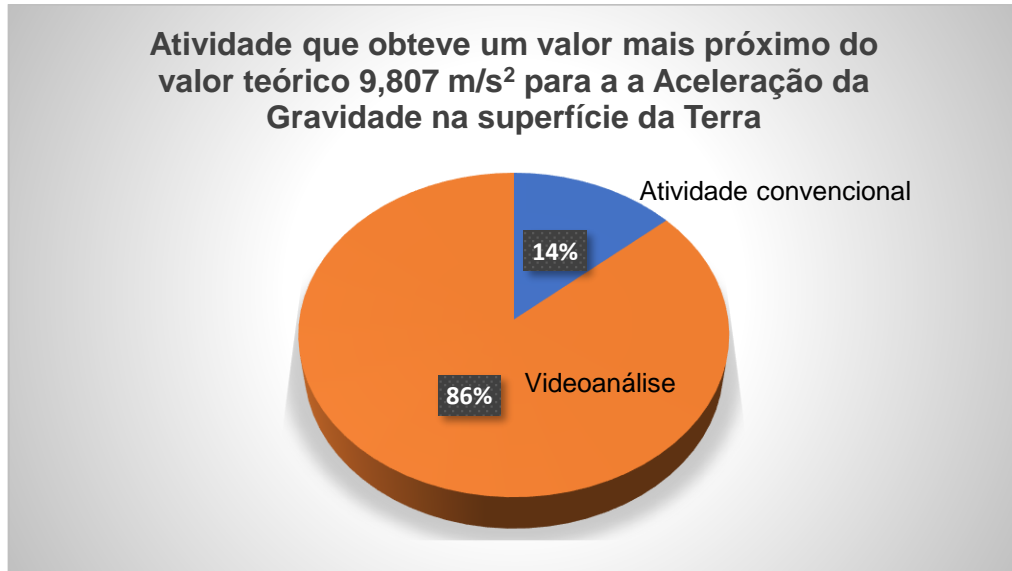
Quadro 2: Organização dos grupos

Numeração dos grupos		
Grupo	Quantidade de alunos por grupos	Turma
1	5	A
2	4	A
3	4	A
4	4	A
5	3	A
6	5	B
7	5	B
8	3	B
9	5	B
10	4	B
11	4	B
12	4	B
13	4	C
14	4	C
15	4	C
16	4	C
17	4	C
18	4	D
19	4	D
20	3	D
21	4	D

Fonte: autora, 2019.

Considerando que o valor teórico aproximado da gravidade na Terra ( $g=9,81\text{m/s}^2$ ), e analisando os dados registrados pelos grupos nas duas práticas experimentais (quadro 3) foi possível fazer uma relação quanto à precisão dos dados. Neste sentido foi construído o gráfico 1 evidenciando que, a partir da videoanálise, 86% dos alunos conseguiram ter um valor mais próximo do teórico.

Gráfico 1: Precisão dos dados



Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Quadro 3: Valores obtidos para a aceleração gravitacional

Grupo	Atividade Experimental	
	Convencional	Videoanálise
1	-38,83 $\text{m/s}^2$	-7,37 $\text{m/s}^2$
2	-15,22 $\text{m/s}^2$	-7,55 $\text{m/s}^2$
3	-4,94 $\text{m/s}^2$	-6,34 $\text{m/s}^2$
4	-14,24 $\text{m/s}^2$	-6,58 $\text{m/s}^2$
5	-10,41 $\text{m/s}^2$	-6,46 $\text{m/s}^2$
6	-7,29 $\text{m/s}^2$	-9,86 $\text{m/s}^2$
7	-12,75 $\text{m/s}^2$	-8,07 $\text{m/s}^2$
8	-9,94 $\text{m/s}^2$	-3,97 $\text{m/s}^2$
9	-9,65 $\text{m/s}^2$	-9,05 $\text{m/s}^2$
10	-6,65 $\text{m/s}^2$	-9,01 $\text{m/s}^2$
11	-6,57 $\text{m/s}^2$	-9,14 $\text{m/s}^2$
12	-6,96 $\text{m/s}^2$	-9,08 $\text{m/s}^2$
13	-18,91 $\text{m/s}^2$	-8,57 $\text{m/s}^2$
14	-14,54 $\text{m/s}^2$	-7,97 $\text{m/s}^2$
15	-25,72 $\text{m/s}^2$	-9,30 $\text{m/s}^2$
16	-11,06 $\text{m/s}^2$	-6,81 $\text{m/s}^2$
17	-13,48 $\text{m/s}^2$	-8,39 $\text{m/s}^2$
18	-9,30 $\text{m/s}^2$	-10,15 $\text{m/s}^2$

19	-10,78 m/s <sup>2</sup>	-10,34 m/s <sup>2</sup>
20	-7,47 m/s <sup>2</sup>	-9,37 m/s <sup>2</sup>
21	-15,54 m/s <sup>2</sup>	-9,50 m/s <sup>2</sup>

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Assim, todas as interações observadas, dados colhidos em questionário e fichas passaram por uma Análise Textual Discursiva (ATD), em busca de resultados qualitativos do problema dessa pesquisa. Os metatextos foram originados de categorias emergentes da pesquisa e serão apresentados na próxima seção como análise dos dados, demonstrando-se a interação entre o campo de pesquisa e as considerações bibliográficas sobre a temática, adquiridas em artigos revisados pela educadora.

## 4- ANÁLISE DOS DADOS

Para responder ao problema de pesquisa, o qual indaga “o que emerge de possibilidades de utilização do software *Tracker* no estudo de fenômenos físico, em particular da queda?”, foi realizada uma intervenção didática em quatro turmas de 1º série de Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Palmeira dos Índios- AL. Essa investigação objetivava analisar qualitativamente as potencialidades da experimentação, por meio da videoanálise, no estudo da queda de objetos utilizando o software *Tracker* como ferramenta. Os dados oriundos de fichas de coletas de dados e questionário de sistematização, que foram utilizados nas respectivas etapas da sequência didática 1 e 6, foram submetidos à técnica de Análise Textual Discursiva (ATD) a partir da qual foram evidenciadas categorias que contribuíram para a compreensão do problema de pesquisa.

A coleta de dados da pesquisa se deu a partir do questionário de sistematização proposto da etapa 6 da sequência didática, onde todas as respostas foram analisadas, e aqueles que apresentassem relação com os objetos da pesquisa, fragmentadas em unidades de significado para serem analisadas pela ATD.

Nessa seção, apresentam-se abordagens sobre a ATD e em seguida as categorias emergentes durante a intervenção, a qual não consiste somente na análise dos dados coletados, pois, em uma pesquisa qualitativa o processo de análise se inicia nas primeiras etapas da pesquisa, visto que consiste em um processo; este por sua vez, inicia na escolha do campo empírico, seguindo para a seleção do âmbito em que estão inseridos os sujeitos da pesquisa, até as construções dos argumentos por meio de metatextos.

### 4.1 – Análise Textual Discursiva

A Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Galiazzi e Moraes (2013), corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Para Moraes (2003) a ATD se realiza a partir de quatro focos:

- 1. Desmontagem dos textos:** também denominado de processo de unitarização, implica examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.

**2. Estabelecimento de relações:** processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.

**3. Captando o novo emergente:** a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada pelos dois estágios anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo. O investimento na comunicação dessa nova compreensão, assim como de sua crítica e validação, constituem o último elemento do ciclo de análise proposto. O metatexto resultante desse processo representa um esforço em explicitar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores. [...]

**4. Um processo auto-organizado:** o ciclo de análise descrito, ainda que composto de elementos racionalizados e em certa medida planejados, em seu todo constitui um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões. Os resultados finais, criativos e originais, não podem ser previstos. Mesmo assim é essencial o esforço de preparação e impregnação para que a emergência do novo possa concretizar-se (MORAES, 2003, p. 191-192).

Nesta perspectiva, Silva, Nunes e Mercado (2016) afirma que os três primeiros movimentos (unitarização, categorização e produção dos metatextos) consistem num ciclo, um movimento recursivo por meio do qual o texto é desconstruído, fragmentado em pequenas unidades de significado. Ainda sobre isso, a ATD não se resume à montagem de ideias recolhidas a partir dos dados da pesquisa, visto que consiste em apresentar o posicionamento do pesquisador através de argumentos interpretados sobre o fenômeno que foi investigado, construindo uma nova compreensão. O objetivo da ATD não é testar hipóteses para comprová-la ou contraí-las e sim compreender e reconstruir significados sobre os temas investigados.

A ATD é construída através de um ciclo dividido em três momentos. O primeiro consiste na desmontagem dos textos; nesta etapa as ideias são separadas, isoladas e fragmentadas em unidades de significado. No segundo momento, essas ideias serão relacionadas e reunidas em categorias através de métodos dedutivos (categorias “a priori”) e indutivos (categorias emergentes). Por fim, são construídos metatextos analíticos a partir das descrições e interpretações feitas pelo pesquisador, considerando que nesse último momento o pesquisador deve se assumir como autor e expressar os próprios argumentos, ainda que inserindo em seu texto as múltiplas vozes presentes em sua pesquisa.

No primeiro momento da análise o papel do pesquisador, na desmontagem do texto em fragmentos significativos para pesquisa, é de unitarizar as informações. Acerca disso Galiuzzi e Moraes (2013, p. 48), afirmam que: “unitarizar um texto é desmembrá-lo, transformando-o em unidades elementares, correspondendo a

elementos discriminantes de sentidos, significados importantes para finalidade da pesquisa, denominadas de unidades de sentido ou de significado”. O processo de unitarização consiste na fragmentação do texto, o qual toma como referência os objetivos da pesquisa, com a finalidade de formar uma estrutura para a elaboração dos metatextos, textos esses que apresentam as compreensões dos documentos analisados e dos fenômenos investigados, tornando a fragmentação significativa para os objetos da pesquisa. É importante ressaltar que no caso desse estudo, a análise consiste em investigar as potencialidades didáticas da utilização de videoanálise no ensino do fenômeno de queda em aulas de Física no Ensino Médio por meio do *Software Tracker*.

Além disso, requer que o pesquisador possua fundamentos teóricos que orientem o processo de análise, para que as unidades de análise fragmentadas sejam categorias contextualizadas, transformando-as em unidades precisas, concretas e claras em relação aos fenômenos investigados, tornando pertinente aos objetivos da análise.

A ATD é uma abordagem de análise “que transita entre [...] a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES E GALIAZZI, 2006). Assim, nesta pesquisa, busca-se não apenas compreender os textos bibliográficos e escrita dos alunos nos questionários, pois, através da análise de discurso também se considera o contexto e interação dos participantes da pesquisa, aprofunda-se então a análise de forma crítica, construindo uma relação entre a escrita dos alunos e as interações observadas.

A escolha da ATD como ferramenta analítica consiste em proporcionar ao pesquisador o desafio de compreender, descrever e interpretar as interações dos fenômenos investigados com a teoria. Ainda sobre isso, Moraes e Galiazzi (2006, p.123) afirmam que “é pela ATD que o pesquisador pode inserir-se no movimento da compreensão, de construção e reconstrução das realidades”.

O material submetido à análise pode ser coletado de várias formas, tais como: entrevista, registros de observação, depoimentos de participantes, gravações de aulas, discussões de grupos, diálogos de diferentes interlocutores, além de outros procedimentos metodológicos para a coleta de dados.

Ao categorizar, o pesquisador reduz, simplifica e sintetiza informações em conjuntos de categorias, com elementos que possuem algo em comum. Essas categorias necessitam apresentar validade teórica, classificando informações

efetivamente pertinentes à pesquisa e aos fenômenos investigados. Ou seja, para que haja uma maior compreensão do discurso é preciso buscar pesquisas que fundamentem e contribuam. Como ressalta Florêncio et al. (2016, p.98) “acrescentar às análises outras leituras, ajuda o analista a fundamentar seus questionamentos sobre o discurso que está sendo analisado constituindo assim o seu dispositivo analítico”. Neste caso, o dispositivo analítico se comporta como um dispositivo teórico já “individualizado”.

A estrutura do metatexto precisa ser aperfeiçoada ao longo do processo da escrita, a fim de proporcionar um texto coerente e consistente com os argumentos do conjunto de categorias do fenômeno investigado, o texto nunca está inteiramente concluído, podendo ser modificado sempre que surgir novas camadas de sentido e compreensão referente à categoria. Além disso, exige a produção de um conjunto de argumentos organizados em torno de uma tese ou argumento geral, ou seja, os argumentos das categorias devem estar relacionados com os fenômenos investigados proporcionando uma produção textual clara e coerente.

Além de considerar as ideias descritas pelos autores nos textos, em um processo de ATD se faz necessário considerar os contextos históricos e as situações concretas em que os dados analisados foram produzidos, tornando o processo da escrita significativo. A produção da ATD, consiste em um processo de aprender e de comunicar a compreensão adquirida pela análise dos dados coletados na pesquisa, e é composta de descrições, interpretações e argumentos integradores. A descrição refere-se aos elementos constituintes de um fenômeno e as relações existentes entre eles, a partir do que foi unitarizado e categorizado no processo da análise. A interpretação consiste em estabelecer pontes entre as descrições e as teorias que fundamentam a pesquisa ou que surgiram a partir da pesquisa, nesse sentido, considera-se que as teorias existentes devem ser superadas a fim de atingir novas compreensões dos fenômenos sob investigação.

Na próxima subseção, apresentam-se as categorias emergentes da pesquisa, através da unitarização dos fragmentos retirados dos questionários de sistematização que foi desenvolvido na etapa 6 da sequência didática, cuja apresentação foi realizada na seção 3.1 deste trabalho.

## 4.2 - Categorização das unidades de significados

Os nomes dos alunos e grupos, nesta pesquisa, por questões de ética e princípio de confidencialidade, foram substituídos por códigos, como por exemplo G1 corresponde ao grupo 1. Já as unidades de significado correspondem, por exemplo, a seguinte referência: G1.1 (corresponde a primeira unidade de significado fragmentada do questionário do grupo 1). No processo de categorização da ATD uma única unidade de significado pode pertencer a mais de uma categoria.

Na codificação, o pesquisador considera dois seguimentos de conteúdo em unidades de significado, analisa-os e compara. Se refletirem a mesma abordagem pertencerão a mesma categoria, mas se essas unidades forem diferentes serão distribuídas em categorias distintas. Esse processo de categorização forma os padrões que serão utilizados para interpretar os dados, ou seja, as categorias buscam respostas para o problema da pesquisa.

Além disso, as categorias emergentes na pesquisa podem alertar quanto às recomendações relativas na intervenção didática, como foi possível evidenciar nas falas confusas sobre a direção e valor negativo da gravidade, surgindo assim, a necessidade de trabalhar posteriormente a noção de vetores, mesmo o livro didático não oferecendo esse conteúdo; também, será necessário explicar inicialmente para os estudantes, as características de uma atividade experimental e sua importância para o estudo dos conceitos abordados na disciplina, pois alguns grupos não conseguiram visualizar a videoanálise como atividade experimental, bem como, apresentaram dificuldade para atentar-se durante as explicações em sala. Sendo assim, a experimentação se torna como ponto de partida para aprendizagem da linguagem científica, com a participação crítica dos estudantes no processo de aprendizagem. Essas foram as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos na realização das atividades experimentais. Nessa perspectiva, a ATD também auxiliará na construção do produto educacional final dessa dissertação.

Nos quadros a seguir apresentam-se as unidades de significado que foram fragmentadas e depois separadas para as suas respectivas categorias, as quais serão analisadas na próxima seção.

Quadro 4: Unidades de significado da 1ª categoria

1ª Categoria - Percepção dos estudantes em conceitos físicos	
Código da unidade	Unidades de significado



G1.5	A velocidade aumenta durante a queda.
G2.1	Em virtude da gravidade os objetos caem.
G2.2	A videoanálise permite analisar pontos da trajetória do objeto durante a queda.
G3.3	A gravidade puxa as coisas para o centro da Terra, comprovando assim a ação da queda.
G4.3	A gravidade puxa/atrai as coisas para o chão, proporcionando a queda.
G4.4	A videoanálise permite observar de forma detalhada a ação da gravidade e a queda.
G5.3	Ao cair aumenta-se a velocidade.
G5.4	A videoanálise facilitou a visualização dos detalhes da queda do objeto.
G6.2	O objeto aumenta sua velocidade conforme vai caindo.
G8.2	É possível analisar e entender de forma diferente quando colocamos a situação em uma velocidade menor.
G10.2	A medição, utilizando a fita, da altura do percurso que o objeto iria percorrer pode ter influenciado nos erros e incertezas.
G10.5	A queda ocorre quando um corpo é abandonado a uma certa altura, ou seja, sua velocidade inicial é igual a zero. A ação da gravidade permite que esse corpo ganhe velocidade e caia.
G11.3	Com a ação da queda a velocidade aumenta.
G12.1	Retiramos das tabelas na segunda videoanálise os valores positivos, consideramos os valores como incerteza, já que a gravidade tem valor negativo, então eles surgiram porque estávamos marcando de forma errada o objeto.
G12.3	Se a gravidade não existisse o objeto não cairia na vertical.
G12.4	Na terra o objeto cai para baixo quando é abandonado, mas se não for abandonado e sim lançado em outra direção o movimento seria outro, diferente da queda.
G13.3	A gravidade é negativa.
G13.4	À medida que o objeto vai caindo sua velocidade aumenta.
G15.1	Quanto mais alto for abandonado o objeto maior será a velocidade que ele chega no chão.
G16.1	A utilização do software <i>Tracker</i> permitiu aprender de forma fácil os conceitos da matéria de Física, pois é necessário trabalhar com cálculos, tabelas e gráficos.
G17.2	Por conta da gravidade os objetos chegavam mais rápidos no chão.
G18.2	Quando um objeto cai de uma certa altura o valor da aceleração da gravidade local permanece a mesma, mas a velocidade do objeto aumenta.
G19.1	A videoanálise permite visualizar as posições do objeto em diferentes instantes de tempo.
G19.2	Percebemos que a massa do objeto não interfere em sua queda, pois a gravidade é a mesma para qualquer que seja o objeto.
G19.3	Na queda o objeto é largado e tem velocidade igual a zero.
G20.3	À medida que o objeto vai caindo sua velocidade vai aumentando.
G21.2	A gravidade direciona os objetos para o centro da Terra.
G21.3	À medida que o objeto ia caindo sua velocidade vai aumentando.
G1.3	Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável
G3.2	Na videoanálise os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.
G3.4	O software <i>Tracker</i> proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.
G5.2	Na videoanálise o valor da gravidade deu mais preciso, porque os cálculos foram realizados no computador e proporciona menos erros.
G9.2	Para ter um resultado perfeito temos que soltar o objeto em um lugar fechado com pouca resistência do ar.
G10.6	A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda.
G12.6	O software <i>Tracker</i> é bom, pois dá os resultados quase perfeito.
G13.2	O valor do computador se aproximou mais do valor da gravidade na Terra.
G20.2	Na videoanálise foi fácil de coletar os dados e se aproximou do valor teórico.

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Quadro 5: Unidades de significado da 2ª categoria

2ª Categoria - As potencialidades do software <i>Tracker</i>	
Código da unidade	Unidades de significado
G1.1	Achamos bem prático.
G1.2	Quase não tivemos erros e incertezas.
G1.3	Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável.
G3.2	Na videoanálise os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.
G3.4	O software <i>Tracker</i> proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.
G4.1	Foi mais fácil usar o software.
G4.2	O software <i>Tracker</i> permite mais precisão.
G5.1	Na videoanálise foi fácil, porque foi só gravar e marcar o objeto em queda.
G5.2	Na videoanálise o valor da gravidade deu mais preciso, porque os cálculos foram realizados no computador e proporciona menos erros.
G6.3	O software oferece as possibilidades de análise, edição de vídeo e os cálculos registrados em gráficos e tabelas.
G9.1	No PC é bem mais fácil de coletar os dados.
G9.3	O software <i>Tracker</i> ajudar a encontrar os gráficos nas atividades da disciplina de Física.
G10.3	Na atividade convencional, a coleta de dados sobre o intervalo de tempo foi imprecisa. Já na atividade experimental, esses dados puderam ser mais precisos, devido aos cortes no vídeo original que permitiu uma análise mais precisa.
G10.4	A atividade que mais se aproximou do valor da gravidade foi a videoanálise utilizando o software <i>Tracker</i> . Isso se deu devido a uma maior precisão dos dados extraídos.
G10.6	A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda.
G11.2	Na videoanálise utilizando o software <i>Tracker</i> foram mais específicos os resultados.
G11.4	O software <i>Tracker</i> proporciona mais conhecimento e aprendizagem na disciplina de Física.
G12.5	O software <i>Tracker</i> facilitou na construção dos gráficos.
G12.6	O software <i>Tracker</i> é bom, pois dá os resultados quase perfeito.
G13.1	Foi mais fácil usando o computador
G13.2	O valor do computador se aproximou mais do valor da gravidade na Terra.
G13.5	O software ajuda a encontrar o valor mais rápido.
G15.2	O software <i>Tracker</i> teve como base fazer com que pudéssemos ter fácil acesso aos conhecimentos de físicas e facilitou na atividade experimental.
G17.3	O software <i>Tracker</i> ajuda a analisar os movimentos com gráficos e tabelas.
G18.1	Tivemos mais facilidade na videoanálise, porque só era necessário importar o vídeo, recordar e marcar o objeto, e os gráficos já saíram todos prontos.
G18.3	O software <i>Tracker</i> é simplificado e tem praticamente todas as ferramentas necessárias para analisar o movimento, e isso ajuda muito.
G20.4	O software <i>Tracker</i> permitiu recortar o vídeo e a construção de gráficos.
G21.4	O software <i>Tracker</i> facilitou na construção correta de gráficos e tabelas.
G3.1	Na atividade experimental os resultados foram diferentes e imprecisos, já na atividade com o software os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.
G8.1	Na atividade experimental tivemos mais trabalho do que na videoanálise.
G21.1	Gostamos da atividade convencional, pois usamos cálculos e conseguimos encontrar os valores, mas não foram tão precisos quanto na videoanálise, pois tivemos dificuldade em marcar os instantes de tempo da queda, isso por ser manual tem mais chance de errar.

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Quadro 6: Unidades de significado da 3ª categoria

<b>3ª Categoria – Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática</b>	
<b>Código da unidade</b>	<b>Unidades de significado</b>
G6.1	Na utilização do programa foi mais difícil, pois, a edição do vídeo foi mais complicada, pois estava dando erro ao recortar o vídeo.
G7.1	Sentimos dificuldades na utilização das ferramentas do programa, e não conseguimos recortar o vídeo na cena da queda.
G10.1	Houve dificuldade e sensibilidade ao tentar alinhar o eixo do plano da imagem e na marcação do objeto quando sua velocidade estava aumentando e sua imagem não ficava nítida.
G11.1	Tivemos que gravar outro vídeo, pois na primeira videoanálise tivemos dificuldade de posicionar o eixo, pois que estava gravando ficou balançando o telefone.
G12.2	Nos resultados das atividades, a do computador se aproximou mais do valor correto, talvez na da sala tem sido mal coletado os dados e por isso não chegamos nem perto do resultado correto.
G14.1	Tivemos dificuldade em recortar o vídeo
G17.1	Tivemos dificuldade de cortar o vídeo
G20.1	Tivemos que realizar duas videoanálise, pois na primeira estávamos marcando o objeto de maneira errada, mas na segunda videoanálise conseguimos obter o valor de 9,08.

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Os quadros expostos são uma sistematização do quadro apresentado no Apêndice desse trabalho, cuja estrutura é uma modificação da tabela de categorização apresentada no minicurso de “*Aspectos teórico-prático da análise textual discursiva (ATD)*” pelos ministrantes Prof. Me. Willian Rubira da Silva e Prof. Dr. Valmir Heckler, durante o IX Encontro Alagoano de Pesquisa Educacional (EPEAL) em Maceió-AL, em novembro de 2019.

Com o objetivo de apresentar as categorias contextualizadas, na próxima seção será apresentada uma síntese dos aspectos emergentes de cada categoria, em forma de teses parciais (metatextos), uma auto-organização dos dados coletados em conjunto com fundamentações teóricas, ou seja, foram construídos metatextos com os dados da pesquisa e considerações teóricas recolhidas dos artigos que foram analisado sobre a temática. Esta junção de ideias tem como objetivo proporcionar uma maior compreensão do discurso, apresentando dessa forma, considerações de outros autores que fundamentam e contribuem com a pesquisa, juntamente com as considerações da autora.

## 5- O USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA PARA A EXPERIMENTAÇÃO POR MEIO DA VIDEOANÁLISE

Nesta seção apresentam-se as compreensões referentes aos resultados obtidos nas atividades e a perspectiva dos estudantes quanto à intervenção didática desenvolvida nas quatro turmas da 1<sup>o</sup> série, do Ensino Médio. Nesse sentido, apresentam-se argumentos intercalando as considerações, as reflexões dos estudantes, bem como perspectivas teóricas sobre a temática. Dessa maneira, são construídos os metatextos das três categorias emergentes da pesquisa: 1<sup>a</sup>) Percepção dos estudantes em conceitos físicos; 2<sup>a</sup>) As potencialidades do software *Tracker*; e 3<sup>a</sup>) Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática. Ressalta-se que as unidades de significados foram apresentadas na seção anterior.

Nessa perspectiva, durante a execução da sequência didática foram realizadas reflexões e análise inicial das informações que estavam sendo recolhidos tanto nos questionários quanto na observação direta. A ATD requer que o pesquisador possua fundamentos teóricos que orientem seu processo de análise. Pensando nisso foram realizados estudos teórico-bibliográficos acerca do Software *Tracker* e inseridos com as considerações dos estudantes nas argumentações (metatextos) das próximas subseções.

### 5.1 - Percepção dos estudantes em conceitos físicos

A prática de experimentação nas aulas de física é de fundamental importância, pois ajuda a esclarecer dúvidas do objeto de estudo, permite a aquisição de dados de situações problemas presentes no cotidiano e estudados na disciplina, bem como torna o processo de ensino bastante atraente. A videoanálise, por exemplo, pode aproximar os estudantes da linguagem científica com o uso de recursos digitais, proporcionando um ensino eficaz e estimulante, como é perceptível nas falas de alguns dos estudantes:

“A videoanálise permite observar de forma detalhada a ação da gravidade e a queda.” (Unid. G4.4)

“A videoanálise facilitou a visualização dos detalhes da queda do objeto.” (Unid. G5.4)

“É possível analisar e entender de forma diferente quando colocamos a situação em uma velocidade menor.” (Unid. G8.2)

“A utilização do software *Tracker* permitiu aprender de forma fácil os conceitos da matéria de Física, pois é necessário trabalhar com cálculos, tabelas e gráficos.” (Unid. G16.1)

“A videoanálise permite visualizar as posições do objeto em diferentes instantes de tempo.” (Unid. G19.1)

Aliado ao exposto, Vera, Rivera e Fuentes (2015) consideram que o uso de vídeo continua sendo uma ferramenta muito valiosa em todas as disciplinas científicas. Os recursos tecnológicos são ferramentas disponíveis hoje em dia, tornando-se úteis no processo de ensino e da aprendizagem, e no caso dos vídeos gravados através do celular, permite-se aos estudantes a visualização de forma mais clara de fenômenos físicos, principalmente no estudo de movimentos.

Quando utilizados em um processo de experimentação por meio da videoanálise, seja utilizando um software ou até mesmo a reprodução, permite-se aos alunos a visualização dos fenômenos com mais cuidado e atenção, contribuindo assim, para o aguçamento da criticidade. Para tanto, se faz necessário que durante a experimentação o estudante atue como protagonista, desse modo, o conhecimento torna-se significativo.

Nota-se, dessa maneira, que a utilização de videoanálise ganha ainda mais importância, visto que possibilita uma maior precisão na coleta dos dados, torna o processo de aquisição do conhecimento atraente e auxilia na percepção de fenômenos físicos.

Além disso, verificou-se a presença de **indicadores de alfabetização científica** nas respostas do questionário, da maioria os grupos. Apresenta-se a seguir, a relação desses indicadores com os posicionamentos dos grupos.

Os estudantes **estabeleceram características** para os dados, relacionando as grandezas de velocidade e aceleração da gravidade local, bem como para os efeitos da gravidade no movimento de queda e características do movimento uniformemente variado, como podemos evidenciar nas seguintes falas:

“A velocidade aumenta durante a queda.” (Unid. G1.5)

“A gravidade é negativa.” (Unid G13.3)

“Na queda livre o objeto é largada e tem velocidade igual a zero.” (Unid G19.3)

Perceberam também o **modo como às ideias foram desenvolvidas** durante as práticas experimentais nas formas de coleta de dados e sua relação com a propagação de erros. Tornaram evidente ainda, a noção de que os resultados partem de um referencial, visto que a velocidade que o objeto chega ao chão, depende do modo pelo qual ele iniciou o movimento e do valor da gravidade local, como é possível visualizar em:

“A medição, utilizando a fita, da altura do percurso que o objeto iria percorrer pode ter influenciado nos erros e incertezas.” (Unid. G10.2)

“A queda livre ocorre quando um corpo é abandonado a uma certa altura, ou seja, sua velocidade inicial é igual a zero. A ação da gravidade permite que esse corpo ganhe velocidade e caia.” (Unid. G10.5)

“Retiramos das tabelas na segunda videoanálise os valores positivos, consideramos os valores como incerteza, já que a gravidade tem valor negativo, então eles surgiram porque estávamos marcando de forma errada o objeto.” (Unid. G12.1)

A partir das falas dos estudantes, foi possível verificar que eles conseguiram **analisar como as variáveis têm relações entre si**, percebendo assim, que o movimento era provocado pela ação da gravidade, e que a velocidade do movimento era proporcional à altura da qual era abandonado, como se observa nos relatos:

“Em virtude da gravidade os objetos caem.” (Unid. G2.1)

“Com a ação da queda a velocidade aumenta.” (Unid. G11.3)

“Quanto mais alto for abandonado o objeto maior será a velocidade que ele chega no chão.” (Unid. G15.1)

A videoanálise permitiu, dessa forma, teorizar e testar hipóteses acerca do fenômeno, pois a partir da análise detalhada do movimento os alunos perceberam que a velocidade pode aumentar e agir na direção vertical, como relatam:

“Ao cair aumenta-se a velocidade.” (Unid. G5.3)

“O objeto aumenta sua velocidade conforme vai caindo.” (Unid. G6.2)

“Se a gravidade não existisse o objeto não cairia na vertical.” (Unid. G12.3)

Conseguiram **justificar com conceitos científicos** o fenômeno analisado, visto que evidenciaram que o movimento de queda livre difere do lançamento de projétil, perceberam também que o valor da gravidade não varia de acordo com a massa do objeto, pois os grupos utilizaram objetos diferentes e mesmo assim conseguiram chegar a valores semelhante, além disso reconheceram que essa força está relacionado com o planeta, que nesse refere-se ao planeta Terra, como é possível visualizar nas falas abaixo:

“Na terra o objeto cai para baixo quando é abandonado, mas se não for abandonado e sim lançado em outra direção o movimento seria outro, diferente da queda livre.” (Unid. G12.4)

“Percebemos que a massa do objeto não interfere em sua queda, pois a gravidade é a mesma para qualquer que seja o objeto.” (Unid. G19.2)

“A gravidade direciona os objetos para o centro da Terra.” (Unid. G21.2)

Os estudantes conseguiram **prever fenômeno** de atração e de proporcionalidade que sucede associado a ação da gravidade, como em:

“A gravidade puxa/atrai as coisas para o chão, proporcionando a queda livre.”  
(Unid. G4.3)

“Por conta da gravidade os objetos chegavam mais rápidos no chão.” (Unid. G17.2)

“Quando um objeto cai de uma certa altura o valor da aceleração da gravidade local permanece a mesma, mas a velocidade do objeto aumenta.” (Unid. G18.2)

Conseguindo assim, com experimentação por meio da videoanálise **explicar fenômenos físicos a partir de relações e hipóteses já levantadas**, como evidenciase em algumas falas:

“A gravidade puxa as coisas para o centro da Terra, comprovando assim a ação da queda livre.” (Unid. G3.3)

“À medida que o objeto vai caindo sua velocidade aumenta.” (Unid. G13.4)

“À medida que o objeto vai caindo sua velocidade vai aumentando.” (Unid. G20.3)

Com isso, confirmamos a hipótese de que a experimentação tem papel importante no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Física. Os alunos chegaram à conclusão de forma participativa e dinâmica. Nesse sentido, a videoanálise permite ampliar as possibilidades de ensino, possibilitando ao estudante a interação a partir da prática e execução da teoria.

Além disso, perante os relatos dos grupos, evidenciou-se que os alunos acreditam que a Física é uma ciência que pode ser provada a partir da experimentação, método este criado por Galilei Galileu (1564-1642).

O ato de definir um comprimento como referência para a geração dos dados com a fita de calibração, e a definição do plano com o eixo de coordenadas, proporciona aos estudantes a percepção de que no ensino de Física tudo é relativo e se faz necessário adotar critérios como referências.

A seguir, apresentam-se algumas considerações dos grupos referentes ao processo da experimentação como uma comprovação da teoria:

“Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e **mais provável**.” (Unid. G1.3)

“O software *Tracker* proporciona mais certeza no resultado e aproximação do **valor real** da gravidade.” (Unid. G3.4)

“Para ter um resultado **perfeito temos** que soltar o objeto em um lugar fechado com pouca resistência do ar.” (Unid. G9.2)

“A videoanálise possibilita a coleta de **dados aproximados** da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda livre.” (Unid. G10.6)

“O software *Tracker* é bom, pois dá os resultados **quase perfeito**.” (Unid. G12.6)

“Na videoanálise foi fácil de coletar os dados e se aproximou do **valor teórico**.” (Unid. G20.2)

Embora, apenas o grupo 20 tenha utilizado o termo valor teórico, a análise textual discursiva permite compreender que as demais experimentações foram desenvolvidas com o intuito de alcançar um valor teórico, já determinado em livros sobre a região da Terra, próximo ao nível do mar

Sendo assim, tornou-se possível evidenciar que os alunos reconheceram a importância da experimentação no estudo de fenômenos físicos presentes na disciplina. Além disso, a relação teoria e prática é essencial no processo de ensino e aprendizagem, para que os alunos possam agir de forma crítica, embasados em fundamentos científicos e atuando na resolução de situações problemas do seu cotidiano. Na próxima subseção apresentam-se as potencialidades do software *Tracker* no processo da videoanálise.

## **5.2 - As potencialidades do software *Tracker***

Na seção anterior, observou-se que a experimentação tem um papel importante no ensino de Física, e sua prática é essencial para que os estudantes possam de forma ativa teorizar e testar hipóteses dos fenômenos físicos, fazendo assim uma relação com os conceitos estudados na disciplina e situações do seu cotidiano.

Através do software *Tracker*, os estudantes perceberam a importância da videoanálise no ensino dos conteúdos, pois, na prática compararam os resultados obtidos pela videoanálise do seu grupo com dos colegas e começaram a se questionar sobre os fatores que influenciavam na incerteza do valor obtido. Assim, refletiram sobre algumas variáveis que influenciam o movimento estudado, tais como: o valor da gravidade não varia para objetos de massas diferentes; a maneira de abandonar o objeto; a gravação do vídeo e até a marcação do objeto, quadro a quadro, podem influenciar na precisão dos dados. Dessa forma, os alunos consideraram essas ocorrências e tentaram minimizar esses fatores ao realizar outra videoanálise. Esse momento permitiu que os alunos exercitassem o pensamento crítico e observassem reflexivamente a situação vivenciada, para então, resolver o problema da incerteza dos dados obtidos.

Com relação à percepção do movimento da queda do objeto, os alunos relataram que no software *Tracker* o fenômeno é representado de forma mais detalhada e representativa, pois permitiu que o movimento fosse observado em



câmera lenta e com a marcação das trajetórias do objeto quadro a quadro. Essa prática permitiu que os estudantes observassem que a distância entre os pontos da trajetória aumentava à medida que se aproximava do chão, e concluíssem que a ação da gravidade na queda do objeto na vertical proporciona um aumento de velocidade à medida que vai caindo.

Isto é, o software *Tracker* além de proporcionar uma análise detalhada do movimento, apresentando os pontos de trajetória, apresenta gráfico e tabelas dos valores coletados a partir da marcação do objeto, e essa potencialidade foi reconhecida por alguns grupos, como se destaca em alguns relatos:

“O software oferece as possibilidades de análise, edição de vídeo e os cálculos registrados em gráficos e tabelas.” **(Unid. G6.3)**

“O software *Tracker* ajudar a encontrar os gráficos nas atividades da disciplina de Física.” **(Unid. G9.3)**

“Na videoanálise utilizando o software *Tracker* foram mais específicos os resultados.” **(Unid. G11.2)**

“O software *Tracker* proporciona mais conhecimento e aprendizagem na disciplina de Física.” **(Unid. G11.4)**

“O software *Tracker* ajuda a analisar os movimentos com gráficos e tabelas.” **(Unid. G17.3)**

“O software *Tracker* é simplificado e tem praticamente todas as ferramentas necessárias para analisar o movimento, e isso ajuda muito.” **(Unid. G18.3)**

Neste sentido, para Oliveira et. al. (2019, p.18):

O uso do *Tracker* no ensino médio provocou quebras de rotina no ambiente escolar, proporcionando aos alunos executarem experimentos significativos, obter resultados numéricos, e desempenhar diversas atitudes relevantes para o processo de aprendizagem.

Assim, se faz necessário que no processo de aprendizagem o estudante tenha um papel ativo na construção do seu conhecimento. O software *Tracker* proporciona ao estudante, a partir de uma gravação, a análise de um fenômeno físico quantas vezes for necessário, pois se trata de uma prática de fácil manuseio e rapidez na geração dos dados em gráficos e tabelas à medida que o objeto é marcado quadro a quadro. Podemos evidenciar a aceitação dos estudantes quanto ao fácil manuseio do software *Tracker* no processo da videoanálise, nas seguintes unidades de significado:

“Achamos bem prático.” **(Unid. G1.1)**

“Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável.” **(Unid. G1.3)**

“Foi mais fácil usar o software.” **(Unid. G4.1)**

“Na videoanálise foi fácil, porque foi só gravar e marcar o objeto em queda.” **(Unid. G5.1)**

“No PC é bem mais fácil de coletar os dados.” **(Unid. G9.1)**

“O software *Tracker* facilitou na construção dos gráficos.” **(Unid. G12.5)**

“Foi mais fácil usando o computador.” **(Unid. G13.1)**

“O software ajuda a encontrar o valor mais rápido.” **(Unid. G13.5)**

“O software *Tracker* teve como base fazer com que pudéssemos ter fácil acesso aos conhecimentos de físicas e facilitou na atividade experimental.” **(Unid. G15.2)**

“Tivemos mais facilidade na videoanálise, porque só era necessário importar o vídeo, recordar e marcar o objeto, e os gráficos já saíram todos prontos.” **(Unid. G18.1)**

“O software *Tracker* facilitou na construção correta de gráficos e tabelas.” **(Unid. G21.4)**

Leitão, Teixeira e Rocha (2011) destacam dentre as facilidades da videoanálise, utilizando o software *Tracker*, a possibilidade de retornar a algum momento (quadro) da experiência, visualizando o fenômeno e refazendo o tratamento dos dados quantas vezes for necessário, além disso permite em um só vídeo o trajeto de mais de um corpo que se move simultaneamente, a partir da ferramenta de marcação de massas, permitindo assim uma correlação direta entre as grandezas que estão sendo estudadas, que podem ser analisadas a partir dos gráficos e tabelas.

O software *Tracker* possibilita o registro e construção de dados em gráficos e tabelas, facilitando a compreensão das variações das grandezas físicas em estudantes que possuem ou não dificuldade na resolução de relações matemáticas dos fenômenos físicos. Além disso, os dados obtidos a partir da experimentação por meio da videoanálise na maioria dos grupos foram mais precisos, nas unidades a seguir, é possível destacar as considerações dos grupos quanto à precisão nos dados encontrados a partir do computador:

“Quase não tivemos erros e incertezas.” **(Unid. G1.2)**

“Na videoanálise os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.” **(Unid. G3.2)**

“O software *Tracker* proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.” **(Unid. G3.4)**

“O software *Tracker* permite mais precisão.” **(Unid. G4.2)**

“Na atividade convencional, a coleta de dados sobre o intervalo de tempo foi imprecisa. Já na atividade experimental, esses dados puderam ser mais precisos, devido aos cortes no vídeo original que permitiu uma análise mais precisa.” **(Unid. G10.3)**

“A atividade que mais se aproximou do valor da gravidade foi a videoanálise utilizando o software *Tracker*. Isso se deu devido a uma maior precisão dos dados extraídos.” **(Unid. G10.4)**

“A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda.” **(Unid. G10.4)**

“O software *Tracker* é bom, pois dá os resultados quase perfeito.” **(Unid. G12.6)**

“O valor do computador se aproximou mais do valor da gravidade na Terra.” **(Unid. G 13.2)**

Os grupos perceberam que a mediação do software *Tracker* pode auxiliar na verificação de resultados mais precisos do que na coleta de dados de forma

convencional, além de apresentar a evolução temporal das grandezas físicas nos gráficos e tabelas.

Além de ser mais preciso, auxilia na análise de dados de estudantes que não sentem confiança nos cálculos realizados no caderno, como relata o grupo 5 “Na videoanálise o valor da gravidade deu mais preciso, porque os cálculos foram realizados no computador e proporciona menos erros.” (Unid. G5.2). Nesse sentido, Leitão, Teixeira e Rocha (2011, p.11) enfatizam que videoanálise “pode facilitar a interpretação de incertezas de dados numéricos experimentais medidos e auxiliar os estudantes a superarem suas dificuldades de aprendizagem”.

O software Tracker, desse modo, em sala de aula permite exploração do pensamento crítico e protagonismo dos alunos, quando os estudantes aprendem com os erros, refletindo sobre as influências que podem ter acionado os erros e buscando melhoria nos resultados. A partir da análise textual discursiva dos relatos dos estudantes, evidenciou-se que a utilização de ferramentas, mediadas pela tecnologia, podem levar a resultados mais precisos, além de representar em gráficos e tabelas.

Entretanto, a análise de movimento não é a única funcionalidade do software Tracker, pois ele também oferece ferramentas de edição do vídeo, permitindo girar para outra posição e realizar o recorte da cena necessária para análise, como destaca o grupo 20 “O software Tracker permitiu recortar o vídeo e a construção de gráficos.” (Unid. G20.4).

Motta, Kalinke e Mocrosky (2018) destacam que as tecnologias educacionais podem promover mudanças importantes nos processos de ensino e aprendizagem, bem como propiciar novas formas de ver, ler e comunicar. Superando assim, os recursos tradicionais de medidas, por proporcionar boa precisão nos dados obtidos, possibilita rever e refazer a experiência várias vezes, é de fácil utilização e gera gráficos e tabelas. Sendo assim um excelente recurso educacional para o ensino de Física, pois é prático e possibilita uma relação com a teoria e a prática.

Vale ressaltar também, que a prática experimental utilizando o software *Tracker* serviu como um desafio para os alunos, já que não tiveram oportunidade de realizar práticas experimentais anteriormente, mas também permitiu que os estudantes tivessem um contato mais aprofundado com as tecnologias de forma consciente e crítica, utilizando esses recursos a favor da construção do seu conhecimento. Além disso, permitiu o trabalho em equipe e a realização de práticas experimentais fora da sala de aula.

Apesar da videoanálise ser considerada como um processo de experimentação, por boa parte dos estudantes, foi evidenciado a necessidade de realizar recomendações conceituais sobre o que consiste a experimentação, durante a intervenção didática, pois alguns grupos não conseguiram reconhecer a videoanálise como uma experimentação, considerando que essa prática só é consistente quando se coleta dados de forma manual, como ocorreu na etapa 1 da sequência didática. Assim, com o relato do grupo 8, evidencia-se que: “Na atividade de videoanálise tivemos mais trabalho do que na experimental.” (Unid. G8.1).

Nesse sentido, reconhece-se que durante as etapas da sequência didática faltou reforçar que a videoanálise é um meio de coleta de dados semelhante ao modo convencional, porém, utiliza-se dos recursos tecnológicos como instrumentos de medidas. Sobre isso Leitão, Teixeira e Rocha (2011) ressaltam que a simples utilização destes instrumentos tecnológicos na educação não significa necessariamente garantia de aprendizagem dos estudantes. Por isso, é necessário que essa prática seja desenvolvida de forma consciente e reflexiva.

Entretanto, Araújo e Veit (2009) acreditam que a eficácia de um recurso computacional não depende apenas de suas características inerentes, mas, especialmente, das estratégias didáticas empregadas no seu uso, sendo necessário levar em consideração uma série de recomendações relativas à forma de implementação.

Para garantir, dessa maneira, o sucesso da utilização TDIC se faz necessário investir em estratégias didáticas que explorem suas reais potencialidades no contexto educacional, sendo usado de forma significativa e não uma réplica do método tradicional de ensino, o qual consiste na realização das atividades sem que o aluno tome consciência daquilo que está fazendo. Neste sentido, deve-se promover através de estratégias de ensino, que desperte o interesse dos estudantes, a participação ativa na construção de seus próprios conhecimentos.

Com relação a experimentação por meio da videoanálise através do software *Tracker*, os autores, Bezerra Jr., Lenz e Saavedra Filho (2016, p. 796) enfatiza que “a utilização do *Tracker*, em si, não fornece melhorias nesta prática, ao passo que, articulada sob um referencial em ensino e aprendizagem pode sim desempenhar uma contribuição efetiva”. Isto é, sua utilização requer planejamento e estratégias de uso de forma consciente e reflexiva por parte dos professores e estudantes.

A utilização desses dois tipos de experimentação, o de modo convencional e videoanálise, proporciona aos estudantes a possibilidade de avaliar, inovar, refletir e comparar os dados e sua confiabilidade, uma vez que através da diferenciação no modo de coleta de dados os estudantes podem perceber como surgem os erros de medidas, os quais podem ocasionar na incerteza dos dados, como se evidencia nas falas abaixo:

“Na atividade experimental os resultados foram diferentes e imprecisos, já na atividade com o software os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.” **(Unid. G3.1)**

“Gostamos da atividade convencional, pois usamos cálculos e conseguimos encontrar os valores, mas não foram tão precisos quanto na videoanálise, pois tivemos dificuldade em marcar os instantes de tempo da queda, isso por ser manual tem mais chance de errar.” **(Unid. G21.1)**

A prática experimental convencional utilizando cronômetro, registro e cálculos no caderno teve um papel importante nesta intervenção didática, pois permitiu que os estudantes tivessem contato com a situação e percebessem a importância do instante que o cronômetro deveria ser acionado para proporcionar precisão dos dados. Nesse momento percebeu-se a colaboração dos estudantes na realização de uma atividade em equipe, a partir da qual todos deveriam estar atentos e calmos durante a execução, trabalhando de forma cooperativista.

A prática convencional utilizando cronômetro e registros no caderno também tem papel fundamental na construção do conhecimento científico, visto que os alunos percebem o percurso para chegar até um dado valor, procurado a partir de teorias estudadas durante as aulas anteriores. Não faria sentido se fossem utilizados somente os valores obtidos na videoanálise, pois muitas percepções quanto a existência de forças externas (resistência do ar) e precisão dos dados emergiram durante a atividade convencional. Prática essencial na análise de fenômenos físicos.

Então, mesmo confundindo a concepção, por parte de alguns grupos, quanto ao processo de videoanálise como a uma atividade experimental, a utilização dessas duas práticas foi de fundamental relevância para a autoavaliação dos estudantes quanto à atenção e maneira de realizar uma atividade experimental, a fim de garantir maior precisão dos dados.

Na próxima subseção apresentam-se as dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática na realização da experimentação por meio da videoanálise utilizando o software *Tracker*.

### 5.3 - Dificuldades enfrentadas pelos alunos durante a intervenção didática

Evidenciou-se a partir da observação direta, durante a execução da sequência didática, que apesar dos alunos estarem inseridos em uma sociedade repleta de recursos tecnológicos, possuem dificuldades acerca de sua utilização para fins educacionais.

Nesse sentido, destaca-se que seis grupos relataram no questionário de sistematização (etapa 6) sobre a dificuldade enfrentada durante a videoanálise, a qual corresponde a falta de prática para o manuseio dos computadores. Percebe-se, desse modo, que existe um desuso dos computadores frente aos Smartphones ainda se apresenta como um desafio a ser enfrentado, a fim de promover mudanças importantes nos processos de ensino e aprendizagem. Como afirmam Perreira e Barros (2010, p. 2) “a evolução de tecnologias digitais da informação e comunicação leva ao enfrentamento da escola com a acessibilidade para os alunos de recursos como o celular, a câmera digital e o computador, que deveriam ser incorporados de forma vantajosa nas práticas pedagógicas”. Isto é, existem estudantes que não possuem noções básicas sobre a utilização dos recursos digitais, o que pode ocasionar em dificuldades no manuseio até do mouse do computador, como aconteceu com alguns grupos, pois não estavam conseguindo marcar o início e o fim da queda do objeto para fazer o recorte do vídeo, também apresentaram dificuldade para o posicionamento do eixo de coordenadas no plano do movimento:

“Sentimos dificuldades na utilização das ferramentas do programa, e não conseguimos recortar o vídeo na cena da queda.” (Unid. G7.1)

“Houve dificuldade e sensibilidade ao tentar alinhar o eixo do plano da imagem e na marcação do objeto quando sua velocidade estava aumentando e sua imagem não ficava nítida.” (Unid. G10.1)

“Tivemos dificuldade em recortar o vídeo.” (Unid. G14.1)

“Tivemos que realizar duas videoanálise, pois na primeira estávamos marcando o objeto de maneira errada, mas na segunda videoanálise conseguimos obter o valor de 9,08.” (Unid. G20.1)

Em relação a gravação do vídeo, foi possível observar a facilidade de todos os grupos para com o manuseio do celular. Evidenciando-se, dessa forma, a teoria proposta por Rocha, Marranglello e Lucchese (2018) que acreditam que o uso do “smartphone” pode estimular o desenvolvimento de experimentos em que a coleta, o armazenamento e a apresentação da informação são realizadas com maior dinamismo, mobilidade e simplicidade. Comprovando essa teoria, ressalta-se que somente o grupo 11 relatou dificuldade na técnica de gravação necessária para essa

atividade, destacando que foi necessário “gravar outro vídeo, pois na primeira videoanálise tivemos dificuldade de posicionar o eixo, pois que estava gravando ficou balançando o telefone” (Unid.G11.1). Entretanto reconheceram que estavam utilizando o recurso de maneira incorreta e refizeram a gravação de maneira mais cuidadosa.

Embora mesmo alguns estudantes tenham sentido dificuldades para utilização dos recursos digitais, os vídeos têm desempenhado um papel importante como recurso de mídia para fins didáticos (LEITÃO, TEIXEIRA e ROCHA, 2011), tornando uma ferramenta poderosa para melhorar o processo de aprendizagem no ensino de Física. Nesse linear, denota-se que como os alunos já estão familiarizados em gravações de vídeos utilizando a câmera do celular a videoanálise é considerada uma prática de fácil utilização.

Com efeito, destaco outras considerações relevantes com relação a utilização do software *Tracker* como ferramenta para a experimentação por meio da videoanálise, a qual além de aproximar os estudantes ao modo de fazer Ciências durante as duas atividades, também despertou interesse em relação a utilização dos computadores e incentivou à colaboração no trabalho em equipe e à prática experimental, mesmo sem aparelhos de valor exacerbado ou sofisticado.

Por fim, na próxima seção finalizo o trabalho, apresentando as considerações relevantes da pesquisa, bem como a avaliação da proposta didática desenvolvida e suas principais limitações enfrentadas.

## 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao utilizar o software *Tracker* ou as TDIC de modo geral, o professor deve promover atividades que ampliem as possibilidades de aprendizagem de seus alunos, buscando estimular sua curiosidade, trabalhando o pensamento crítico, para que eles possam ter um papel ativo de seus percursos de aprendizagem.

Assim, as aulas não devem ser consideradas como momentos de treinamento, mas como espaços para práticas que promovam a criação e possibilitem ao aluno a posição de sujeito ativo, em que a utilização das TDIC contribui para transformar a escola em um espaço de aprendizagem ampla, construindo novos conhecimentos a partir do trabalho colaborativo.

Evidenciou-se a partir do desenvolvimento da proposta didática que as potencialidades de um recurso educacional não dependem apenas de suas características inerentes, mas especialmente, das estratégias didáticas empregadas no seu uso, fundamentadas com concepções teóricas sobre o papel do professor no processo de aprendizagem, promovendo assim, ambientes e oportunidades que os alunos possam ter um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento de forma crítica e participativa.

O professor, desse modo, ao utilizar o software *Tracker* ou as TDIC, pode promover atividades que ampliem as possibilidades de aprendizagem de seus alunos, estimulando a curiosidade, trabalhando o pensamento crítico, para que possam atuar com base nos percursos de aprendizagem. Então, deve-se levar em consideração que a utilização das TDIC como ferramenta educacional não significa necessariamente garantia de aprendizagem, sua integração ao currículo deve estar em conjunto com estratégias didáticas que promovam reflexão e participação ativa dos alunos.

O desenvolvimento da referida proposta didática teve como limites a superação da pequena carga horária destinada a disciplina de física, que corresponde a duas aulas semanais de 50 minutos cada uma, além disso a falta de conhecimentos de informática básica de alguns alunos, e dificuldade de análise de gráficos e tabelas. No entanto, evidenciou-se que através da utilização do software *tracker* como ferramenta para construção do conhecimento sobre o conceito do movimento de queda do objeto na vertical pode proporcionar as seguintes possibilidades: análise detalhada das grandezas de posição; velocidade e aceleração gravitacional no movimento vertical; construção e manipulação de gráficos e tabelas; assim como participação ativa dos



alunos de forma crítica na construção do conhecimento. Ademais, o uso de prática experimental convencional em conjunto com a videoanálise teve grandiosa relevância, pois possibilitou, além da análise dos dados, avaliar, comparar dados, refletir sobre possíveis erros e precisões experimentais.

Desse modo, as potencialidades da videoanálise utilizando o software *Tracker*, podem ser destacadas como: a possibilidade de refazer o tratamento dos dados quantas vezes for necessária; a eficácia na precisão dos dados; a análise detalhada do fenômeno; a geração de gráficos; a análise de erros associados à medida; o trabalho colaborativo em equipe; o estudo dos padrões de referência com fita de calibração; o eixo de coordenadas; o centro de massa e marcação da trajetória percorrida; que foram evidenciadas através das respostas ao questionário de sistematização.

Apesar que na intervenção didática deste trabalho não foi explorado a função de análise do gráfico e de equação no próprio software *Tracker*, por receio dos estudantes não conseguirem compreender a linguagem científica dos números, essa análise foi realizando em outro programa de planilha. Entretanto, foi evidenciado a partir da ATD, que essa etapa se tornou mais confusa para os estudantes, então a proposta didática presente no produto educacional desta dissertação será modificada neste sentido, onde a análise e o estudo dos gráfico, tabela e equação será realizado no *Tracker*, e não mais de outro programa de planilha eletrônica.

Neste sentido, destaca-se que o trabalho aqui descrito foi realizado durante o período letivo e esta proposta didática foi desenvolvida nas aulas de física no horário estabelecido pela escola, sendo ministradas pela educadora/pesquisadora, nas condições reais do espaço escolar, envolvendo estudantes oriundos de classes socialmente desfavorecidas e com dificuldades de aprendizagens. Quanto à precisão dos dados pode-se observar, na descrição da proposta didática que se localiza na seção 4, os valores encontrados nas duas atividades por cada um dos grupos. Podendo assim constatar que utilizando a videoanálise foi possível obter boa precisão dos dados na maioria dos grupos.

Conclui-se que a utilização do software *Tracker* no processo de ensino e aprendizagem proporciona a experimentação e análise de fenômenos físicos necessários para aquisição dos conhecimentos na área mecânica da disciplina de Física, bem como mostrar aos alunos as estratégias de aprendizagem com os recursos tecnológicos, utilizando-os de maneira proveitosa.

Desta forma, embora seja necessário acrescentar algumas estratégias de ensino, para a versão final do produto educacional dessa dissertação, os quais emergiram na análise dos dados. Constata-se que esta proposta de trabalho, visa a prática da videoanálise com o software *Tracker* como ferramenta para o estudo do fenômeno de queda de objetos na vertical em turmas da 1ª série do Ensino Médio, apresentando assim, resultados significativos para o ensino e aprendizagem do tema através da experimentação.

## REFERÊNCIAS

BARBETA, B. V.; YAMAMOTO, I.. Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, jun. 2002.

BEZERRA JR, A. G.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, N. C.. Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção de conceito de aceleração centrípeta. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 3, set./dez. 2016.

BEZERRA JR, A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.. Videoanálise com o software livre *Tracker* no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1: p. 469-490, set. 2012.

BEZERRA JR, Arandi Ginane et. al. Atividades experimentais de física mediadas por videoanálise e o software livre Tracker na formação inicial de professores. In: ENPEC, 2017, Florianópolis. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, XI, 2017, Florianópolis**. Disponível em <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>> Acesso em: 22 de Outubro de 2018.

BEZERRA JR, Arandi Ginane et. al. Uma abordagem didática do experimento de Millikan utilizando videoanálise. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, v.17, n.3, p.813-834,, set./dez. 2015.

BEZERRA JR, Arandi Ginane et. al. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda Lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n. Especial1: p.469-490, set. 2012.

BEZERRA JR, Arandi Ginane; LENZ, Jorge Alberto; SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez. Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, v.18, n.3, p.782-798, set./dez. 2016.

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **Física na Escola**, v. 9, n. 1, 2008.

CARVALHO, Ana Maria P. de (ORG.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DIAS, M. A.; VIANNA, D. M.; CARVALHO, P. S. Aqueda dos corpos para além do que se vê: contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20 2018.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLORENCIO, Ana Maria Gama et al. **Análise do discurso: fundamentos & prática**. Maceió: EDUFAL, 2009.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E.; BENIGNO, Ana Paula A.. PRODUÇÃO DE VÍDEOS AMADORES DE EXPERIMENTOS: algumas contribuições para se pensar o processo educativo. **Revista Exitus**, Santarém-PA, Vol. 8, N° 2, p. 244 - 272, MAI/AGO 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HECKLER, V.; SILVA, W. R. Minicurso Aspectos teórico-prático da análise textual discursiva ATD. In: **Encontro Alagoano de Pesquisa Educacional (EPEAL)**, IX, 2019, Maceió.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. Ciclo de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2: p. 965-1007, out. 2012.

JESUS, V. L. B.; SASAKI, D. G. G.. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 2014.

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P. F. D.; ROCHA, F. S.. A videoanálise como recursos voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **REIEC**, v. 6, n.1, jul. 2011.

LENZ, Jorge Alberto; SAAVERDRA FILHO, Nestor Cortez; BEZERRA JR, Arandi Ginane. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker. **Revista ABAKÓS**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.24-34, maio, 2014.

MENEGOTTTO, José Carlos; ROCHA FILHO, João Bernardes da. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Reista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, 2008.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: processo constitutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.12, n.1, abr. 2006.

MOTTA, C. S.. **A experimentação nos projetos pedagógicos de curso das Licenciaturas em Química na EaD – SISUAB**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A.; MOCROSKY, L. F.. Mapeamento das dissertações que versam sobre o uso de tecnologias educacionais no ensino de física. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 65-85, mai./ago. 2018.

OLIVEIRA, F. A.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, N. C.; BEZERRA caixa, A. G.. Videoanálise e Ensino de Física em Situação de Vulnerabilidade Social. **Abakos**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 03-21, maio 2019.

PALUDO, Conceição. Metodologia do Trabalho Popular. In: STRECK, Danilo R. et. al. **Dicionário Paulo Freire**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2ª ed., 03/2016, p.440.

PARREIRA, Júlia Esteves. Um curso de Mecânica com o uso do programa de videoanálise Tracker. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 980-1003, dez. 2018.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S.. Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010.

ROCHA, F. S.; MARRANGLELLO, G. F.; LUCHESE, M. M. “M-learning” aplicado ao ensino de física experimental através de um pêndulo físico amortecido magneticamente. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 30, n. 2, p. 119-123, 2018.

SAAVENDRA FILHO, Nestor Cortez et al. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 231-246, set/dez, 2017.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Bianca M.; GOMES, Márcio R. S.; SOUZA, Gabriel L. C. de. Relato de experiência: O uso de experimentos e mnemônicos no ensino de circuitos elétricos para alunos da zona rural. **Educação Básica Revista**, vol. 4, n.2, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 17, p. 97-114, 2011.

SILVA, I. P. da; NUNES, E. T.; MERCADO, L. P. L.. Experimentos virtuais no estágio supervisionado de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 1115-1144, dez. 2016.

SISMANOGLU, B. N.; GERMANO, J. S. E.; AMORIM, J.; CAETANO, R.. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009.

STUTIOS, R. A.. Vídeo (27min). Galileu Galilei desenho animado (FILME). **Publicado por Scarlet Souza**, 2000. Disponível em: < [https://www.youtube.com/watch?v=L\\_yUPezUd8o](https://www.youtube.com/watch?v=L_yUPezUd8o) >. Acesso em: 15 fev 2019.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 11ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

VALADARES, Eduardo de Campos. **Física mais que divertida**. 3ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

VERA, F.; RIVERA, R.; FUENTES, R. MALTRANA, D. R.. Estudio del movimiento de caída libre usando vídeos de experimentos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 581-592, 2015.

ZABALA, Antoni. **A práctica educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## Apêndice 1 – Quadro de categorização

<b>Quais são as possibilidades de utilização do software <i>Tracker</i> que possam contribuir com a compreensão de situações do cotidiano dos alunos?</b>				
<b>Código da unidade</b>	<b>Unidades de significado</b>	<b>Palavras-chave</b>	<b>Título</b>	<b>Código da categoria</b>
G1.1	Achamos bem prático	Praticidade	Videoanálise como atividade de fácil utilização.	3
G1.2	Quase não tivemos erros e incertezas	Precisão	O software <i>Tracker</i> permite menos propagação de erros e incertezas, proporcionando assim valores mais precisos.	3
G1.3	Na videoanálise é mais rápido, fácil, prático e mais provável	Rapidez	A videoanálise como uma atividade compatível com a carga horária da disciplina e com a carência de laboratórios físicos nas escolas	3, 4
G1.4	A aceleração da Gravidade é constante	Aceleração	O valor da gravidade varia de acordo com relação ao nível do mar, mas nessa unidade o estudante quis expressar que o seu valor não variou em todo movimento, mas sim a sua velocidade	1
G1.5	A velocidade aumenta durante a queda	Velocidade	A ação da gravidade proporciona um aumento da velocidade	1
G2.1	Por conta da gravidade os objetos caem	Gravidade	O movimento de queda livre surge pela presença da gravidade no local	1
G2.2	A videoanálise permite analisar pontos da trajetória do objeto durante a queda	Análise detalhada	Através da videoanálise é possível visualizar de forma mais detalhada o movimento do objeto	1, 3
G3.1	Na atividade experimental os resultados foram diferentes e imprecisos, já na atividade com o software os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.	Experimentação e videoanálise	A videoanálise como não sendo uma prática experimental na concepção do grupo	2
G3.2	Na videoanálise os dados se aproximaram mais do valor da gravidade.	Precisão	A videoanálise proporciona valores mais precisos	3, 4
G3.3	A gravidade puxa as coisas para o centro da Terra, comprovando assim a ação da queda livre.	Gravidade	Atração gravitacional no movimento de queda livre	1

G3.4	O software <i>Tracker</i> proporciona mais certeza no resultado e aproximação do valor real da gravidade.	Precisão	Verificação das concepções teóricas através da experimentação por meio da videoanálise	3, 4
G4.1	Foi mais fácil usar o software.	Facilidade	Software <i>Tracker</i> de fácil utilização	3
G4.2	O software <i>Tracker</i> permite mais precisão	Precisão	Precisão de dados	3
G4.3	A gravidade puxa/atrai as coisas para o chão, proporcionando a queda livre.	Atração	A gravidade proporciona a atração entre o objeto e a Terra	1
G4.4	A videoanálise permite ver de forma mais detalhada a ação da gravidade e a queda livre.	Análise detalhada	A videoanálise permite a visualização de fenômenos físicos	1, 3
G5.1	Na videoanálise foi fácil, porque foi só gravar e marcar o objeto em queda livre.	Facilidade	No software <i>Tracker</i> dados são geradas a partir da marcação do objeto	3
G5.2	Na videoanálise o valor da gravidade deu mais preciso, porque os cálculos foram realizados no computador e proporciona menos erros.	Precisão e facilidade	O software <i>Tracker</i> auxiliam nas dificuldades em representações matemáticas	3, 4
G5.3	Ao cair vai aumentando a velocidade.	Velocidade	No movimento de queda livre o objeto aumenta a velocidade	1
G5.4	A videoanálise facilitou na visualização dos detalhes da queda do objeto.	Análise detalhada	A videoanálise permite uma análise detalhada do movimento	1, 3
G6.1	Na utilização do programa foi mais difícil, pois, a edição do vídeo foi mais complicada, pois estava dando erro ao recortar o vídeo.	Dificuldade	Foi difícil para grupo conseguir fazer o recorte do vídeo	5
G6.2	O objeto vai aumentando sua velocidade conforme vai caindo.	Velocidade	A velocidade do objeto aumenta a medida que vai caindo em queda livre	1
G6.3	O software oferece as possibilidades de análise, edição de vídeo e os cálculos registrados em gráficos e tabelas.	Análise detalhada	O Software <i>Tracker</i> oferece ferramentas de recorte de vídeo, e construção de gráficos e tabelas	3
G7.1	Sentimos dificuldades na utilização das ferramentas do programa, e não conseguimos recortar o vídeo na cena da queda.	Dificuldade	Dificuldades em recortar o vídeo	5
G8.1	Na atividade experimental tivemos mais trabalho do que na videoanálise.	Experimentação e videoanálise	A videoanálise como não sendo uma prática experimental na concepção do grupo	2
G8.2	É possível analisar e entender de forma diferente quando colocamos a situação em uma velocidade menor.	Análise detalhada	A videoanálise permite a reprodução do fenômeno em câmara lenta	1, 3



G9.1	No PC é bem mais fácil de coletar os dados.	Recursos digitais	A utilização de recursos digitais que facilitam na coleta de dados	3
G9.2	Para ter um resultado perfeito temos que soltar o objeto em um lugar fechado com pouca resistência do ar.	Precisão	A busca por um resultado coerente com as concepções teóricas	4
G9.3	O software <i>Tracker</i> ajudar a encontrar os gráficos nas atividades da disciplina de Física.	Gráficos	O software <i>Tracker</i> ajuda no estudo do movimento apresentando os valores em gráficos e tabelas	3
G10.1	Houve dificuldade e sensibilidade ao tentar alinhar o eixo do plano da imagem e na marcação do objeto quando sua velocidade estava aumentando e sua imagem não ficava nítida.	Dificuldade	Falta de prática com a utilização do software <i>Tracker</i>	5
G10.2	A medição, utilizando a fita, da altura do percurso que o objeto iria percorrer pode ter influenciado nos erros e incertezas.	Incerteza nos dados	Propagação de erros de medidas	1
G10.3	Na atividade convencional, a coleta de dados sobre o intervalo de tempo foi imprecisa. Já na atividade experimental, esses dados puderam ser mais precisos, devido aos cortes no vídeo original que permitiu uma análise mais precisa.	Precisão	A videoanálise proporciona resultados mais precisos	3
G10.4	A atividade que mais se aproximou do valor da gravidade foi a videoanálise utilizando o software <i>Tracker</i> . Isso se deu devido a uma maior precisão dos dados extraídos.	Precisão	A busca por um resultado coerente com as concepções teóricas	3
G10.5	A queda livre ocorre quando um corpo é abandonado a uma certa altura, ou seja, sua velocidade inicial é igual a zero. A ação da gravidade faz com que esse corpo ganhe velocidade e caia.	Ação da gravidade	A gravidade permite a um objeto abandonado do repouso que sua velocidade aumente a medida que for caindo em queda livre	1
G10.6	A videoanálise possibilita a coleta de dados aproximados da aceleração da gravidade e a análise do conceito de queda livre.	Análise detalhada	Análise de fenômenos físicos através da experimentação por meio da videoanálise	3, 4
G11.1	Tivemos que gravar outro vídeo, pois na primeira videoanálise tivemos dificuldade de posicionar o eixo, pois que estava gravando ficou balançando o telefone.	videoanálise	Cuidados durante a realização da atividade	5
G11.2	Na videoanálise utilizando o software <i>Tracker</i> foram mais específicos os resultados.	Análise detalhada	A videoanálise proporciona resultados mais detalhados	3
G11.3	Com a ação da queda livre a velocidade aumenta.	Velocidade	A velocidade do objeto aumenta a medida que vai caindo em queda livre	1

G11.4	O software <i>Tracker</i> proporciona mais conhecimento e aprendizagem na disciplina de Física.	Conceitos científicos	Estudo de situações físicas através da experimentação por meio da videoanálise	3
G12.1	Retiramos das tabelas na segunda videoanálise os valores positivos, consideramos eles como incerteza já que a gravidade tem valor negativo, então eles surgiram porque estávamos marcando de forma errada o objeto.	Incerteza nos dados	Percepção de valores que foram coletados de maneira incorreta	1
G12.2	Nos resultados das atividades, a do computador se aproximou mais do valor correto, talvez na da sala tem sido mal coletado os dados e por isso não chegamos nem perto do resultado correto.	Erros de medição	Durante as medições podem ocorrer propagação de erros	5
G12.3	Se a gravidade não existe o objeto não cairia na vertical.	Gravidade	A ação da gravidade permite que os objetos caiam	1
G12.4	Na terra o objeto cai para baixo quando é abandonado, mas se não for abandonada e sim lançado em outra direção o movimento seria outro diferente da queda livre.	Gravidade	A gravidade age na direção vertical e para baixo	1
G12.5	O software <i>Tracker</i> facilitou na construção dos gráficos.	Análise detalhada	O software <i>Tracker</i> permite a construção de gráficos	3
G12.6	O software <i>Tracker</i> é bom, pois dá os resultados quase perfeito.	Precisão	O software <i>Tracker</i> apresenta resultados mais precisos	3, 4
G13.1	Foi mais fácil usando o computador	Facilidade	O Software <i>Tracker</i> é de fácil utilização	3
G13.2	O valor do computador se aproximou mais do valor da gravidade na Terra.	Precisão	O software <i>Tracker</i> apresenta resultados mais precisos	3, 4
G13.3	A gravidade é negativa	Gravidade	A gravidade tem sua ação no sentido para baixo sendo assim considerada negativa quando a referência adotada da altura aumenta no sentido para cima.	1
G13.4	A medida que o objeto vai caindo sua velocidade aumenta	Velocidade	A velocidade do objeto aumenta a medida que vai caindo	1
G13.5	O software ajuda a encontrar o valor mais rápido.	Facilidade	A videoanálise é uma atividade experimental que pode ser realiza em um tempo compatível com a carga horária da disciplina	3
G14.1	Tivemos dificuldade em recortar o vídeo	Dificuldade	O grupo sentiu dificuldade em utilizar as ferramentas de recortar o vídeo	5
G15.1	Quanto mais alto for abandonado o objeto maior será a velocidade que ele chega no chão.	Velocidade	A aceleração gravitacional promove o aumento de velocidade e essa variação também depende da distância percorrida	1

G15.2	O software <i>Tracker</i> teve como base fazer com que pudéssemos ter fácil acesso aos conhecimento de físicas e facilitou na atividade experimental.	Conceitos científicos	O software <i>Tracker</i> permite o estudo de conceitos da disciplina de Física	3
G16.1	A utilização do software <i>Tracker</i> permitiu aprender de forma fácil os conceitos da matéria de Física, pois é necessário trabalhar com cálculos, tabelas e gráficos.	Facilidade e Conceitos científicos	O software <i>Tracker</i> permite de maneira fácil o estudo de situações físicas	1
G17.1	Tivemos dificuldade de cortar o vídeo	Dificuldade	O grupo sentiu dificuldade em utilizar as ferramentas de recortar o vídeo	5
G17.2	Por conta da gravidade os objetos chegavam mais rápidos no chão	Gravidade	A gravidade age na direção vertical e para baixo	1
G17.3	O software <i>Tracker</i> ajuda a analisar os movimentos com gráficos e tabelas	Análise detalhada	O software <i>Tracker</i> permite de maneira fácil o estudo de situações físicas	3
G18.1	Tivemos mais facilidade na videoanálise, porque só era necessário importar o vídeo, recordar e marcar o objeto, e os gráficos já saíam todos prontos.	Facilidade e Análise detalhada	A atividade experimental por meio da videoanálise é de fácil utilização e permite o estudo de situações físicas	3
G18.2	Quando um objeto cai de uma certa altura o valor da aceleração gravitacional permanece a mesma, mas a velocidade do objeto aumenta.	Gravidade e velocidade	A gravidade age da mesma maneira para objetos que estejam no mesmo local, e provoca o aumento da velocidade.	1
G18.3	O software <i>Tracker</i> é simplificado e tem praticamente todas as ferramentas necessárias para analisar o movimento, e isso ajuda muito.	Prático e análise detalha de movimento	A videoanálise utilizando o software <i>Tracker</i> permite a análise detalhada do movimento de fácil manuseio	3
G19.1	A videoanálise permite visualizar as posições do objeto em diferentes instantes de tempo.	Análise detalhada	A experimentação por meio da videoanálise permite a análise da variação das posições, e como isso, a percepção do movimento uniformemente variado	1, 3
G19.2	Percebemos que a massa do objeto não interfere em sua queda, pois a gravidade é a mesma para qualquer que seja o objeto.	Gravidade	A aceleração da gravidade não depende da massa do objeto e age da mesma forma quando esses objetos estão localizados na mesma região	1
G19.3	Na queda livre o objeto é largada e tem velocidade igual a zero.	Velocidade	A gravidade permite o aumento da velocidade de um objeto que é abandonado em estado de repouso	1

G20.1	Tivemos que realizar duas videoanálise, pois na primeira estávamos marcando o objeto de maneira errada, mas na segunda videoanálise conseguimos obter o valor de 9,08.	Precisão e atenção	Em atividades experimentais é necessário atenção e cuidados para obter resultados mais precisos	5
G20.2	Na videoanálise foi fácil de coletar os dados e se aproximou do valor teórico.	Facilidade	A videoanálise permite a percepção de conhecimentos científicos	4
G20.3	A medida que o objeto vai caindo sua velocidade vai aumentando.	Velocidade	A velocidade aumenta à medida que vai caindo por conta da ação da queda livre	1
G20.4	O software <i>Tracker</i> permitiu recortar o vídeo e a construção de gráficos.	Facilidade	O software permite recortar vídeos e a construção de gráficos	3
G21.1	Gostamos da atividade convencional, pois usamos cálculos e conseguimos encontrar os valores, mas não foram tão precisos quanto na videoanálise, pois tivemos dificuldade em marca os instantes de tempo da queda isso por ser manual tem mais chance de errar.	Experimentação e videoanálise	As duas atividades experimentais são importantes no processo de ensino e aprendizagem	2
G21.2	A gravidade direciona os objetos para o centro da Terra.	Gravidade	A gravidade age na direção vertical e para baixo	1
G21.3	A medida que o objeto ia caindo sua velocidade vai aumentando.	Velocidade	A velocidade aumenta à medida que vai caindo por conta da ação da queda livre	1
G21.4	O software <i>Tracker</i> facilitou na construção correta de gráficos e tabelas.	Análise detalhada	O software proporciona ferramentas de construção de gráficos	3

## Apêndice 2 - Produto Educacional



UFAL/CEDU

**Grupo de Estudos em Educação, Mídia,  
Tecnologias e Sociedade**  
**Linha de Pesquisa Tecnologia da Informação  
e Comunicação**  
**PPGECIM**



# SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ESTUDO DE QUEDA COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE TRACKER

Emanuely Torres Nunes

Série  
Produtos Educacionais  
Volume 1



Maceió-AL  
2020



Emanuely Torres Nunes

**Sequência Didática:**  
Estudo da queda  
com o auxílio do  
software  
Tracker

Orientador: Dr. Ivanderson Pereira da Silva

Maceió-AL  
2020

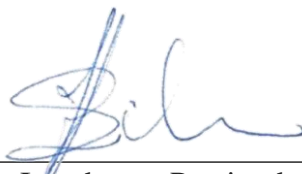
3

## EMANUELLY TORRES NUNES

“Sequência didática: estudo de queda com o auxílio do software Tracker”

Produto Educacional apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 03 de agosto de 2020.

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Ivanderson Pereira da  
Silva Orientador  
(Campus Arapiraca/UFAL)



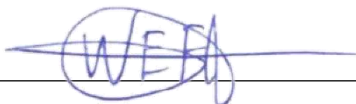
---

Prof. Dr. Elton Malta  
Nascimento (IF/UFAL)



---

Prof. Dr. Valmir Heckler  
(FURG)



---

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior  
(Campus Arapiraca/UFAL)



# Sumário



- 6** Apresentação
- 8** Proposta diática
- 12** Considerações Finais
- 14** Referências
- 15** Apêndices



# Apresentação


Prezado(a) professor(a),

A presente Sequência Didática "Estudo da queda com o auxílio do software Tracker" faz parte da dissertação intitulada "As potencialidades da experimentação através da videoanálise para o Ensino de Física no ensino médio por meio do software tracker" . Esse trabalho foi construído e apresentado por Nunes (2020) ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na subárea de Tecnologia da Informação e Comunicação.

A proposta de ensino busca aproveitar a ferramenta do software tracker para realizar análise e construção de gráficos com variações de grandezas físicas, pois o software permite realizar análise de vídeos quadro a quadro, a partir de gravações feitas com câmaras digitais, telefones celulares e webcams de computadores comuns.

Nesse trabalho partimos da ideia de um ensino de Física que ofereça aos estudantes a possibilidade de construção do conhecimentos com práticas experimentais envolvendo fenômenos físicos de forma problematizadora, e que possam compreender de forma científica as situações do cotidiano.

A experimentação tem papel fundamental no processo de ensino e aprendizado, pois possibilita ao aluno uma análise crítica de um fenômeno físico. Tanto o aluno quanto o professor devem agir criticamente de forma participativa. No processo de ensino aprendizagem a responsabilidade não pode ser somente no professor como na educação bancária, nem tão pouco o aluno aprender sozinho.



Nesse sentido, a sequência didática "Estudo da queda com o auxílio do software Tracker" é uma proposta didática que busca a participação ativa dos estudantes na construção de concepções científicas de fenômenos físicos através da experimentação utilizando as TDIC. Essa proposta didática, tratada a seguir, está disponível, no site do PPGECIM/UFAL e na biblioteca do CEDU/UFAL, de forma gratuita para professores e demais interessados no assunto.

**Emanuely Torres Nunes**  
**Ivanderison Pereira da Silva**

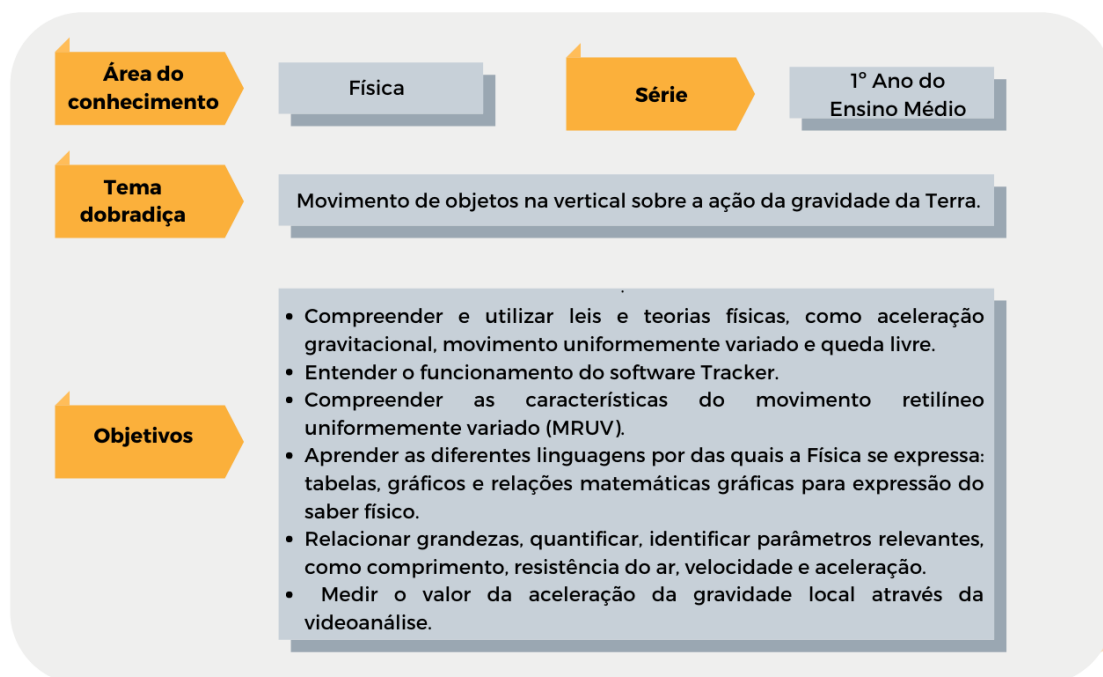
# Proposta Didática

A proposta didática que apresentamos foi planejada para turmas da 1ª série do Ensino Médio. Essa proposta de ensino está organizada ao longo de seis momentos-aulas, com duração de 50 minutos cada. Constituída por duas atividades experimental a primeira (etapa 1) de modo convencional utilizando registro no caderno e cronômetro de celulares, já a segunda consiste em uma videoanálise utilizando o software Tracker.

O planejamento dessa sequências didáticas propõe atividades com observação de fenômeno físico, debate entre alunos e professor, experimentação, contextualização, análise de dados, resolução de exercícios, discussão sobre o conteúdo e entre outras. Que permitem a busca de conhecimento através de uma perspectiva de problema, de forma que os sujeitos envolvidos possam questionar e argumentar durante o processo de investigação, de forma crítica, ativa e conceituada, permitindo-o compreender, explicar e prever.

A organização dessa sequência didática pode ser mais bem visualizada no quadro a seguir:

## Quadro 1: Sequência didática do estudo da queda com o auxílio do software Tracker



## Atividades

<b>Etapas/Aulas</b>	<b>1ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Turma separada em grupos de cinco alunos.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Orientar na execução da prática experimental e explicar a relação matemática que será utilizada para encontrar um valor aproximado do módulo da aceleração da gravidade, naquela região.				
<b>Estudantes</b>	Abandonar um objeto de uma altura de dois metros e registrar o instante de queda até o chão, e repetir, pelo menos 10 vezes, registrando em uma tabela.				
<b>Recursos Materiais</b>	Ficha de coleta de dados, objeto que será abandonando de uma altura de 2 metros e cronometro de celular.				

<b>Etapas/Aulas</b>	<b>2ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Separados em grupos na sala de informática.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Organizar os computadores antes da aula, para otimizar o tempo. Orientar os alunos no download. (20')</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Apresentar as ferramentas do software <i>Tracker</i>, orientando como baixar o software, importar vídeo, rotacionar a posição do vídeo, inserir fita de calibração e eixo de coordenada. (20')</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Expor ilustrações de videoanálises.</li> </ul>				
<b>Estudantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Executar o download do software e modificar o idioma.</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Registrar considerações importantes, interagir tirando dúvidas e intervir com sugestões para a manipulação do software durante sua apresentação.</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Comentar situações de movimentos verticais presentes no cotidiano.</li> </ul>				
<b>Recursos Materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>1ª Parte:</b> Laboratório de Informática, Computadores, Internet e Software <i>Tracker</i>.</li> <li>✓ <b>2ª Parte:</b> Projetor multimídia e caderno.</li> <li>✓ <b>3ª Parte:</b> Projetor multimídia</li> </ul>				

<b>Etapas/Aulas</b>	<b>3ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Separados em grupos na sala de informática.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Mediar os grupos de forma passiva durante as execuções das videoanálises.				
<b>Estudantes</b>	Realizar a videoanálise. Iniciando com uma gravação da situação até a análise dos dados apresentados no <i>Tracker</i> , bem como analisar possíveis fatores que poderiam ter influenciado nos valores encontrados.				
<b>Recursos Materiais</b>	Projetor multimídia, laboratório de informática, computadores, câmera digital, internet e software <i>Tracker</i> .				


<b>Etapas/Aulas</b>	<b>4ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Sentados em círculo na sala.	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Instigar aos educandos/ educandas a expor as experiências e resultados da primeira videoanálise, bem como perguntar se conhecem o valor aproximado da gravidade na Terra, relatar o contexto histórico de Aristóteles e Galileu, e propor comparação desse fenômeno em lugares com gravidades diferentes.				
<b>Estudantes</b>	Discutir com toda a turma os possíveis erros que possam ter ocorrido na primeira videoanálise, os efeitos da gravidade no cotidiano e as concepções referentes às teorias de Aristóteles e Galileu sobre a gravitação.				
<b>Recursos Materiais</b>	Vídeo do YouTube "Desenho animado – Galilei Galileu", cenas do Filme "A gravidade", com registros no quadro e caderno.				

<b>Etapas/Aulas</b>	<b>5ª</b>	<b>Organização da sala</b>	Organizados em grupos por computador	<b>Tempo</b>	<b>50'</b>
<b>Educadora</b>	Proporcionar possibilidades de construção do conhecimento sem intervir na gravação. Observar e registrar as interações em diário de bordo				
<b>Estudantes</b>	Gravação de uma situação de um objeto em queda. Realizar a videoanálise da gravação que foi realizada na etapa anterior.				
<b>Recursos Materiais</b>	Câmera digital, laboratório de informática, 15 computadores, Internet, e Software <i>Tracker</i> .				

Etapas/Aulas	5ª	Organização da sala	Organizados em grupos por computador	Tempo	50'
Educadora	Proporcionar possibilidades de construção do conhecimento sem intervir na gravação. Observar e registrar as interações em diário de bordo				
Estudantes	Gravação de uma situação de um objeto em queda. Realizar a videoanálise da gravação que foi realizada na etapa anterior.				
Recursos Materiais	Câmera digital, laboratório de informática, 15 computadores, Internet, e Software Tracker.				
Etapas/Aulas	6ª	Organização da sala	Sentados em grupos na sala.	Tempo	50'
Educadora	Ser mediador e conduzir a discussão.				
Estudantes	Utilizando a videoanálise da etapa anterior, salva no computador por meio do software, explorar a função de construção equação a partir da análise do gráfico da velocidade em função do tempo, que foi construído na etapa anterior. Logo em seguida discutir em grupo o valor do coeficiente linear da equação, que será o valor da gravidade encontrado a partir da videoanálise ( $V=gt$ ), com o valor encontrado na primeira etapa, na atividade experimental convencional, analisando assim os fatores que influenciaram na diferença desses valores, erros de medição e fatores externos.				
Recursos Materiais	Resultados dos valores de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical obtidas através da videoanálise e analisados por meio da ferramenta que o software oferece de exploração construção da equação a partir dos pontos apresentados no gráfico.				
Avaliação da aprendizagem	Participação de forma ativa dos estudantes na execução da videoanálise; na discussão em grupo referente as duas práticas experimentais; na análise dos dados de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical, de forma científica, e no reconhecimento dos fatores que influenciam nos erros e incertezas dos valores encontrados.				

Fonte: Autora

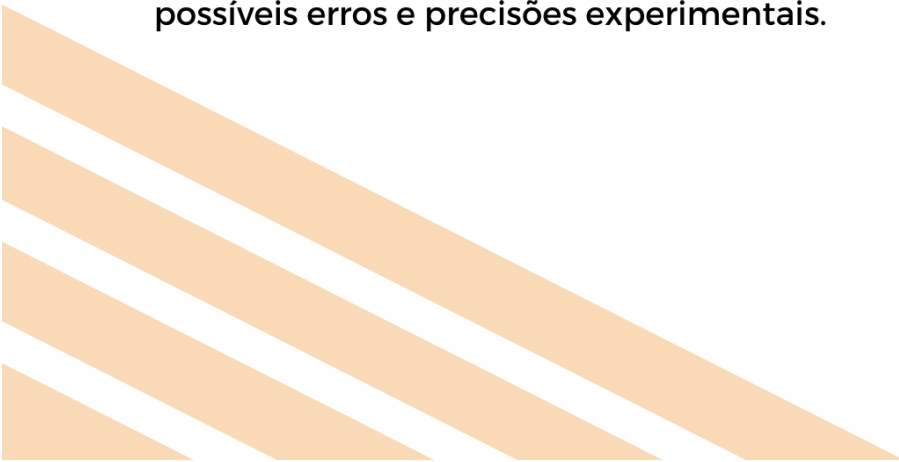
Verifica-se que essa proposta visa trabalhar, inicialmente, com uma atividade experimental convencional utilizando os cronômetros dos smartphones dos estudantes e consiste em várias repetições da situação analisada. Em seguida, o trabalho se concretizou através de tutoriais sobre a utilização do software Tracker. Na sequência se apresenta as instruções, com o passo a passo, de como realizar uma videoanálise, para que assim as equipes (de estudantes) construíssem suas próprias videoanálises. Verifica-se que essa proposta visa trabalhar, inicialmente, com uma atividade experimental convencional utilizando os cronômetros dos smartphones dos estudantes e consiste em várias repetições da situação analisada. Em seguida, o trabalho se concretizou através de tutoriais sobre a utilização do software Tracker. Na sequência se apresenta as instruções, com o passo a passo, de como realizar uma videoanálise, para que assim as equipes (de estudantes) construíssem suas próprias videoanálises.



Sequência apresentada anteriormente é uma adaptação da intervenção que foi desenvolvida em quatro turmas de 1º Série de Ensino Médio em uma escola da rede estadual de ensino de Alagoas. Diante dessa experiência e análise qualitativa dos relatos colhidos através do questionário de sistematização (Apêndice 3), por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), e também considerações oferecida pela banca examinadora, evidencio-se a necessidade de fazer alguns reajustes da etapa 6. Sugerindo que a análise seja feita a partir do próprio software e não por meio de outros programas de planilha eletrônica.

Além disso, apresentou sugestões de continuação dessa sequência, com a noção de vetores e grandezas vetoriais, a partir da problematização proposta da experimentação realizada, os estudantes começam a se questionar a direção das grandezas físicas analisadas (deslocamento, velocidade e aceleração gravitacional).

O desenvolvimento da referida proposta didática tem como limites a superação da pequena carga horária destinada a disciplina de física, que corresponde a duas aulas semanais de 50 minutos cada uma, além disso a falta de conhecimentos de informática básica de alguns alunos, e dificuldade de análise de gráficos e tabelas. No entanto, a utilização do software tracker como ferramenta para construção do conhecimento sobre o conceito de queda proporciona as seguintes possibilidades: análise detalhada das grandezas de posição; velocidade e aceleração gravitacional no movimento vertical; construção e manipulação de gráficos e tabelas; assim como participação ativa dos alunos de forma crítica na construção do conhecimento. Ademais, o uso de prática experimental convencional em conjunto com a videoanálise teve grandiosa relevância, pois possibilita, além da análise dos dados, avaliar, comparar dados, refletir sobre possíveis erros e precisões experimentais.




A avaliação dessa sequência didática consiste em duas perspectivas formativa e somativa. Formativa no sentido de observar cuidadosamente e de forma sistemática as interações e desenvolvendo em todas as etapas propostas, assim o educador a partir das suas observações pode orientar aos estudantes para que possam obter êxito nas suas tarefas. Já a avaliação somativa não é no sentido de promover classificação, mas sim o reflexo de toda a interação com as atividades propostas, o empenho na busca de dados precisos, a procura de fatores que influenciam na incerteza dos dados, bem como a cooperação em equipe.

Nesse sentido, é observado o avanço da aprendizagem do conceito de Queda Livre de forma científica, se no fim da sequência os alunos conseguiram transformar o conhecimento ingênuo em curiosidade epistemológica, observando se os estudantes conseguem explicar um fenômeno físico com bases científicas.

## Considerações Finais

A experimentação tem papel fundamental no processo de aprendizado, pois possibilita ao aluno uma análise crítica de um fenômeno físico. Nesse sentido a sequência didática "Estudo da queda com o auxílio do software Tracker", apresentada nesse produto, torna-se uma ferramenta importante no ensino de Física ao proporcionar o estudo da queda livre através da videoanálise no software Tracker, permitindo acesso ao conhecimento científico com participação ativa dos estudantes. Os estudantes são levados a analisar o movimento de queda de forma detalhada através do software Tracker, que ao marcar o objeto quadro a quadro gera gráficos e tabela do movimento, promovendo o levantamento e testes de hipóteses, discussões entre grupos e análise dos dados.





Além do tutorial, é necessário nessa proposta didática que o professor realize uma explicação detalhada sobre o manuseio das ferramentas do software Tracker, tais como inserir vídeo, rotacionar a posição do vídeo, inserir fita de calibração e eixo de coordenadas, escolher as grandezas que devem ser apresentadas nos gráficos (diagramas) e tabelas, exploração da equação, bem como os cuidados que deveriam ser considerados durante a gravação do vídeo a ser analisado, que seria a câmera não está inclinada, ser atencioso quando ao contraste do objeto com o fundo da imagem, e sem movimento na câmera. Para os estudantes não sitam muitas dificuldades no manuseio do software.

Contudo, diante das discussões apresentadas nesse trabalho, a sequência didática "Estudo da queda com o auxílio do software Tracker" apresenta contribuições relevantes para a aprendizagem dos estudantes acerca do Movimento de Queda Livre, bem como do Movimento Uniformemente Variado e aceleração gravitacional. Utilizando as TDIC como ferramenta para uma experimentação problematizadora.

Na perceptiva de que as aulas não devem ser consideradas como momentos de treinamento, mas como espaços para práticas que promovam a criação e possibilitem ao aluno a posição de sujeito ativo, em que a utilização das TDIC contribui para transformar a escola em um espaço de aprendizagem ampla, construindo novos conhecimentos a partir do trabalho colaborativo.

# Referências

BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **Física na Escola**, v. 9, n. 1, 2008.

CARVALHO, Ana Maria P. de (ORG.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DIAS, M. A.; VIANNA, D. M.; CARVALHO, P. S. Aqueda dos corpos para além do que se vê: contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20 2018.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P. F. D.; ROCHA, F. S.. A videoanálise como recursos voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **REIEC**, v. 6, n.1, jul. 2011.

LENZ, Jorge Alberto; SAAVERDRA FILHO, Nestor Cortez; BEZERRA JR, Arandi Ginane. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker. **Revista ABAKÓS**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.24-34, maio, 2014.

MENEGOTTO, José Carlos; ROCHA FILHO, João Bernardes da. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Reista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, 2008.

# Apêndice 1

## Ficha de coleta de dados (Etapa1)

Equipe: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Objeto escolhido: \_\_\_\_\_ Massa do objeto em kg: \_\_\_\_\_

Registre na tabela abaixo os valores encontrado, em cada tentativa, do instante de tempo da queda do objeto abandonado de uma altura de 2m em relação ao chão.

Tentativas	Instante de tempo da queda do objeto em segundos	Gravidade (m/s <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>		
2 <sup>a</sup>		
3 <sup>a</sup>		
4 <sup>a</sup>		
5 <sup>a</sup>		
6 <sup>a</sup>		
7 <sup>a</sup>		
8 <sup>a</sup>		
9 <sup>a</sup>		
10 <sup>a</sup>		
Média aritmética		

Para calcular a gravidade utilizem a equação estudada no assunto anterior:

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Considerando que o objeto vai partir do repouso ( $v_0 = 0 \text{ m/s}$ ) e que a distância percorrida até o chão vai ser de 2m. Temos que:

$$0 = 2 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad a = -\frac{2 \cdot 2}{t^2} = \frac{4}{t^2}$$

E considerando que no movimento vertical a aceleração do movimento é definida como gravidade, então utilizaremos essa equação para determinar o valor da gravidade em cada tentativa.

$$\hookrightarrow g = \frac{4}{t^2}$$

# Apêndice 2

## Tutorial do Software Tracker



### Download

O Tracker pode ser obtido no site <https://physlets.org/tracker/> disponível para os sistemas operacionais Windows, Mac OS X, Linux 32-bit e Linux 64-bit. É um software de fácil aprendizagem que pode ser manuseado pelos alunos em experimentos didáticos de Física.

[Tracker Home](#) | [Ajuda](#) | [Compartilhar](#) | [OSP Home](#) | [Email Doug](#)



**Mais de 1 milhão de usuários em 26 idiomas. Completamente livre e de código aberto.**

Instaladores do Tracker 5.1.5: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32 bits](#)  
[Linux 64 bits](#)

Já tem o Tracker? Atualize agora para a versão 5.1.5: [Windows](#) [OS X](#) [Linux 32](#) [Linux 64](#)

Usuários do OSX: clique com o botão direito do mouse no instalador e escolha Abrir no menu pop-up em vez de clicar duas vezes.

[Fórum de discussão do](#) [registro de alterações da ajuda do instalador](#)

Certifique-se de verificar os [Projetos de rastreamento aprimorados](#) . Fácil de construir e salvar. Fácil de navegar na guia "recente" do [navegador da biblioteca](#) .

### O que é o Tracker?

Tracker é uma ferramenta gratuita de modelagem e análise de vídeo construída na estrutura Java [Open Source Physics](#) (OSP). Ele é projetado para ser usado no ensino de física.

A **modelagem de vídeo do** rastreador é uma maneira poderosa de combinar vídeos com modelagem de computador. Para obter mais informações, consulte [Particle Model Help](#) ou os pôsteres [Video Modeling](#) (2008) e [Video Modeling with Tracker](#) (2009) do AAPT Summer Meeting .

### Recursos do rastreador

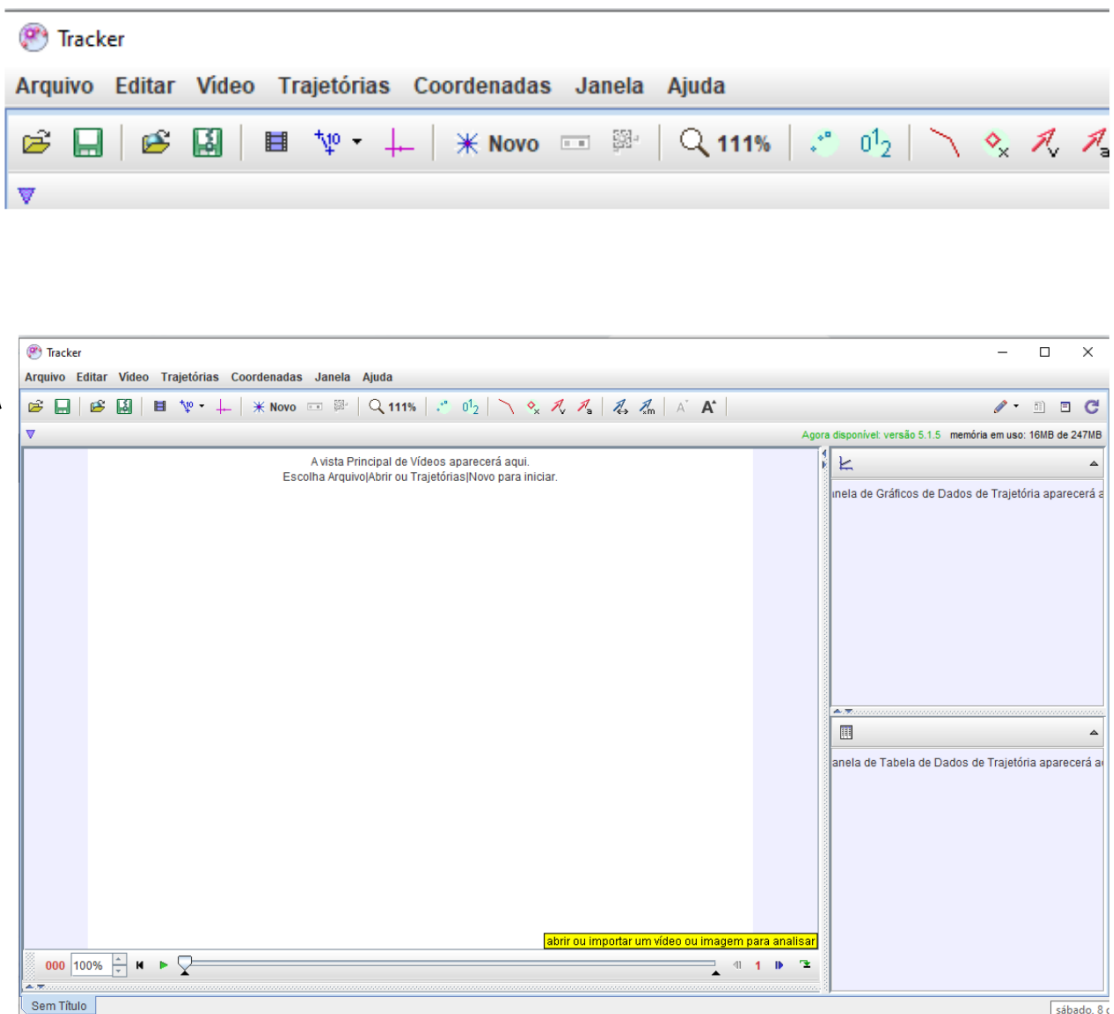
#### Rastreamento:

- Rastreamento de objetos manual e automatizado com sobreposições e dados de posição, velocidade e aceleração.
- Centro de faixas de massa.
- Vetores gráficos interativos e somas vetoriais.
- Perfis de linha RGB em qualquer ângulo, regiões RGB dependentes do tempo.

#### Modelagem:

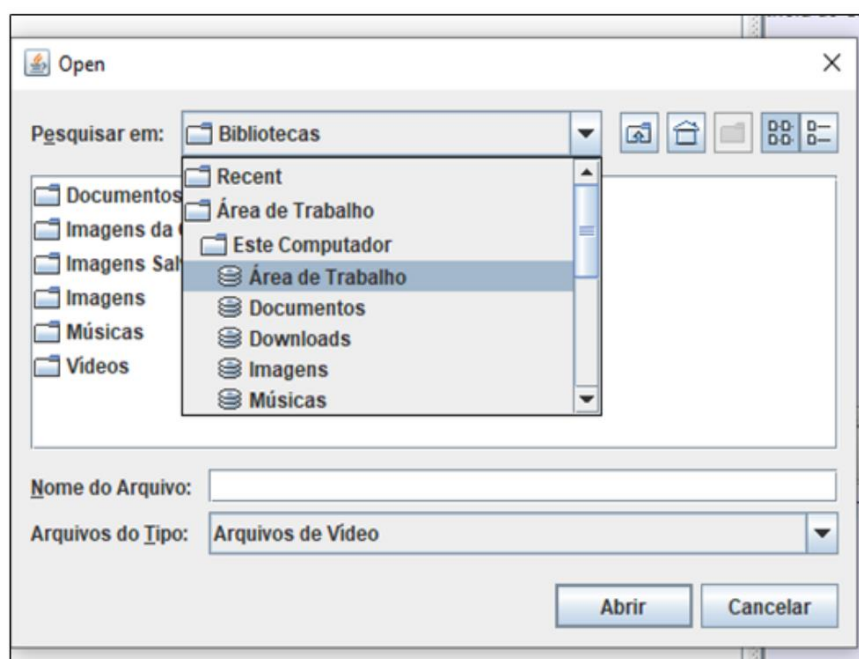
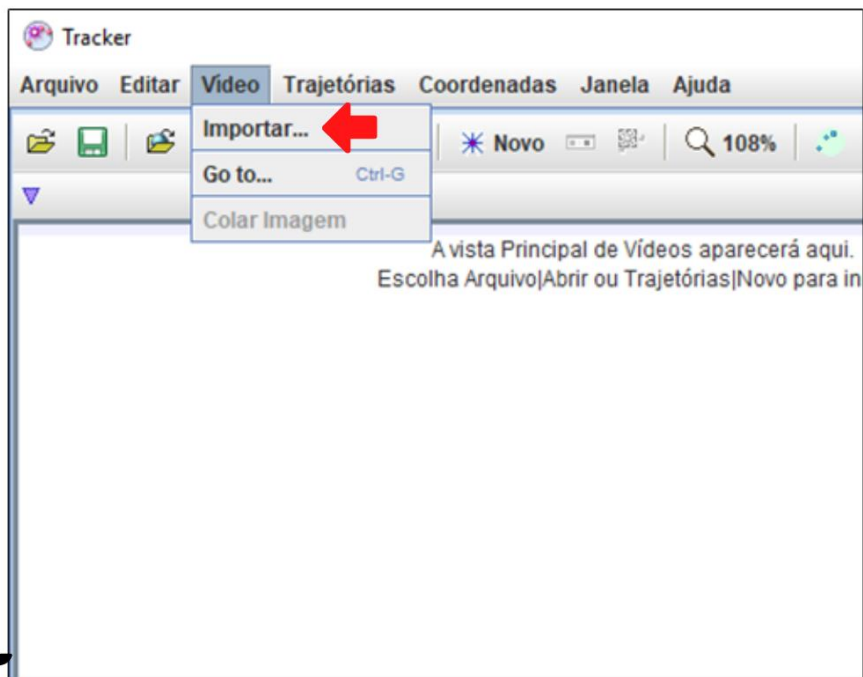
## Tela inicial

Com o software instalado no computador é possível o seu manuseio sem necessidade de acesso à internet. Ao abrir o software a tela inicial terá a mesma aparência da figura 1, onde podemos observar a barra de ferramenta, parte central onde será projetado o vídeo e, na direita da tela, local onde serão apresentados os gráficos e tabelas.



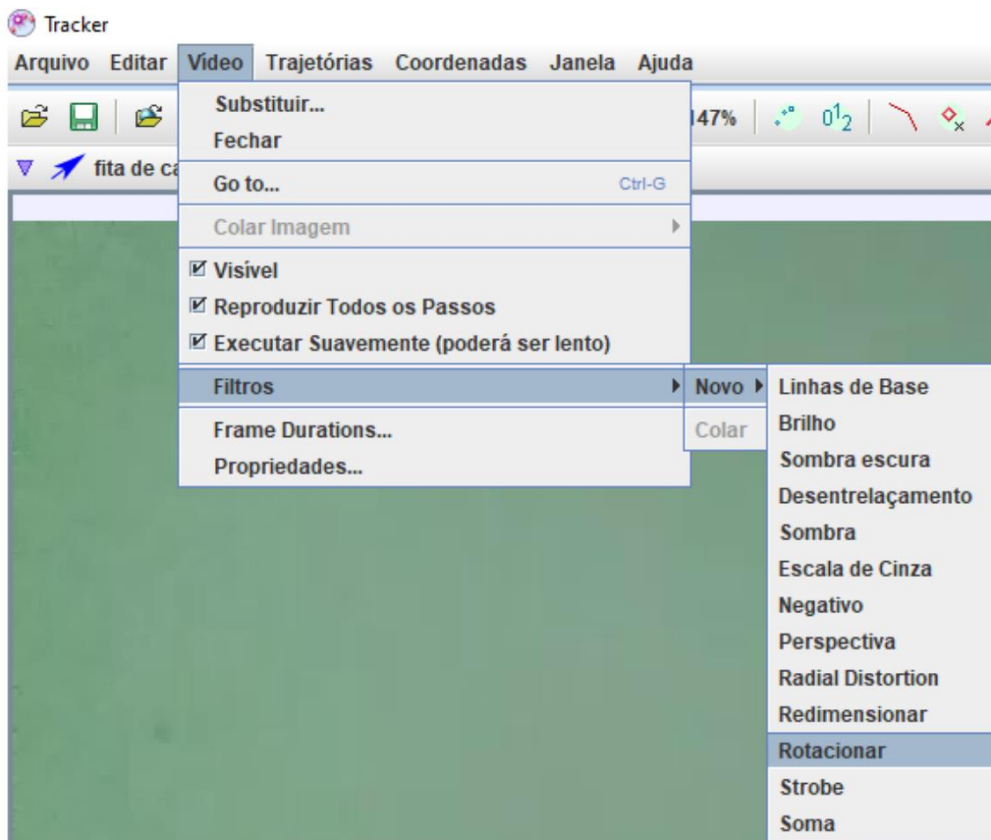
## Importar Vídeo

Para iniciar a videoanálise é necessário importar o vídeo através da barra de ferramenta (primeira imagem), que deverá estar salvo em alguma pasta do computador que facilmente possa ser encontrado, como mostra na segunda imagem.



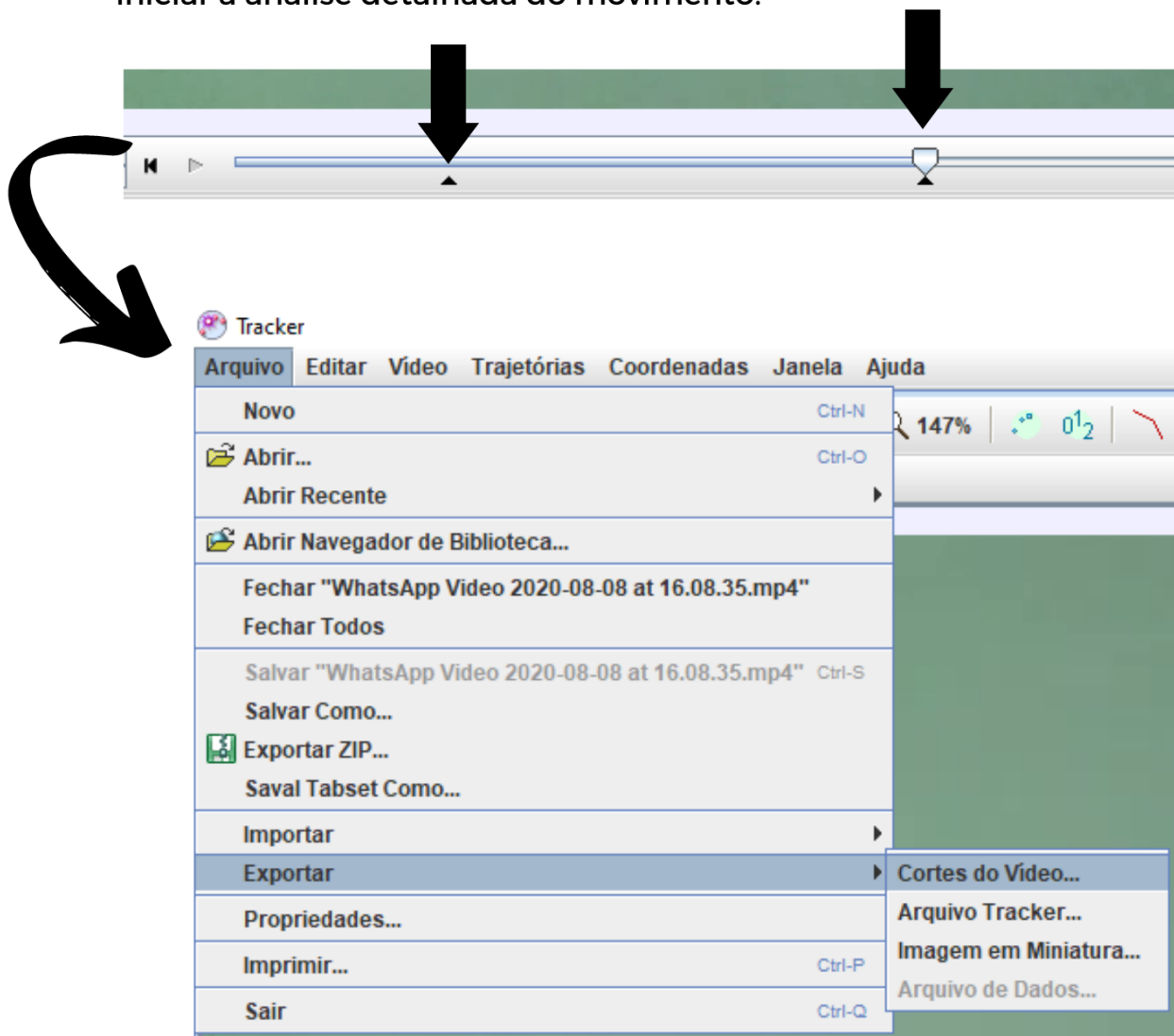
## Rotação da direção do Vídeo

Se for preciso girar o vídeo para outra posição é necessário seguir os seguintes comandos na barra de ferramenta **vídeo** > **filtros** > **novo** > **rotacionar**, como mostra na primeira imagem, e aparecerá a janela semelhante à da segunda imagem. Assim será possível girar o vídeo na posição desejada.



## Recorte do Vídeo

É aconselhável realizar o recorte do vídeo da situação que será analisada, esses ajustes podem ser definidos na barra inferior da tela como está sinalizada na primeira imagem. Logo depois podemos salvar o recorte do vídeo através da barra de ferramenta como mostra a segunda imagem, e abri-lo logo em seguida para iniciar a análise detalhada do movimento.

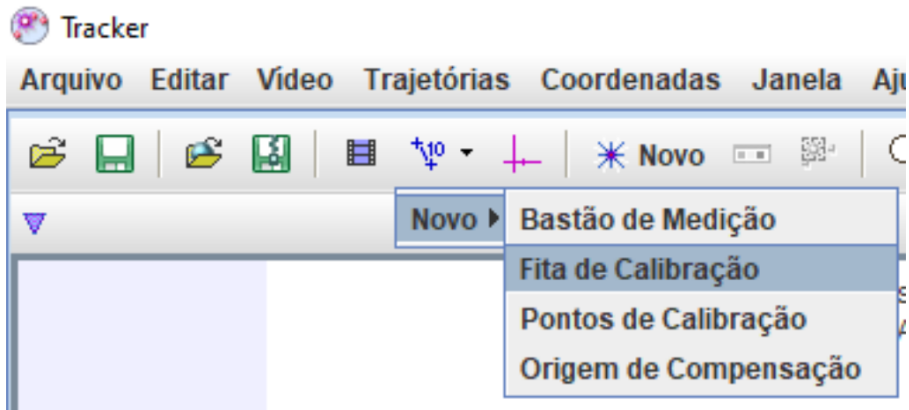




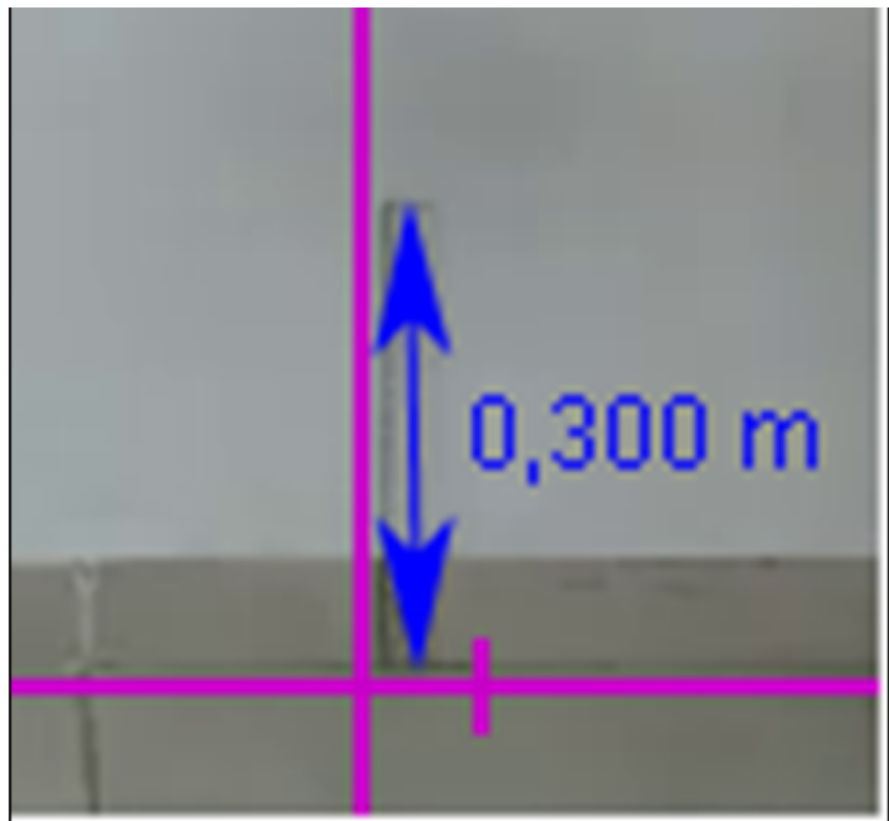


## Fita de Calibração

Para calibrar a escala do vídeo é aconselhável colocar um objeto que seja conhecido o seu comprimento, como por exemplo uma régua.

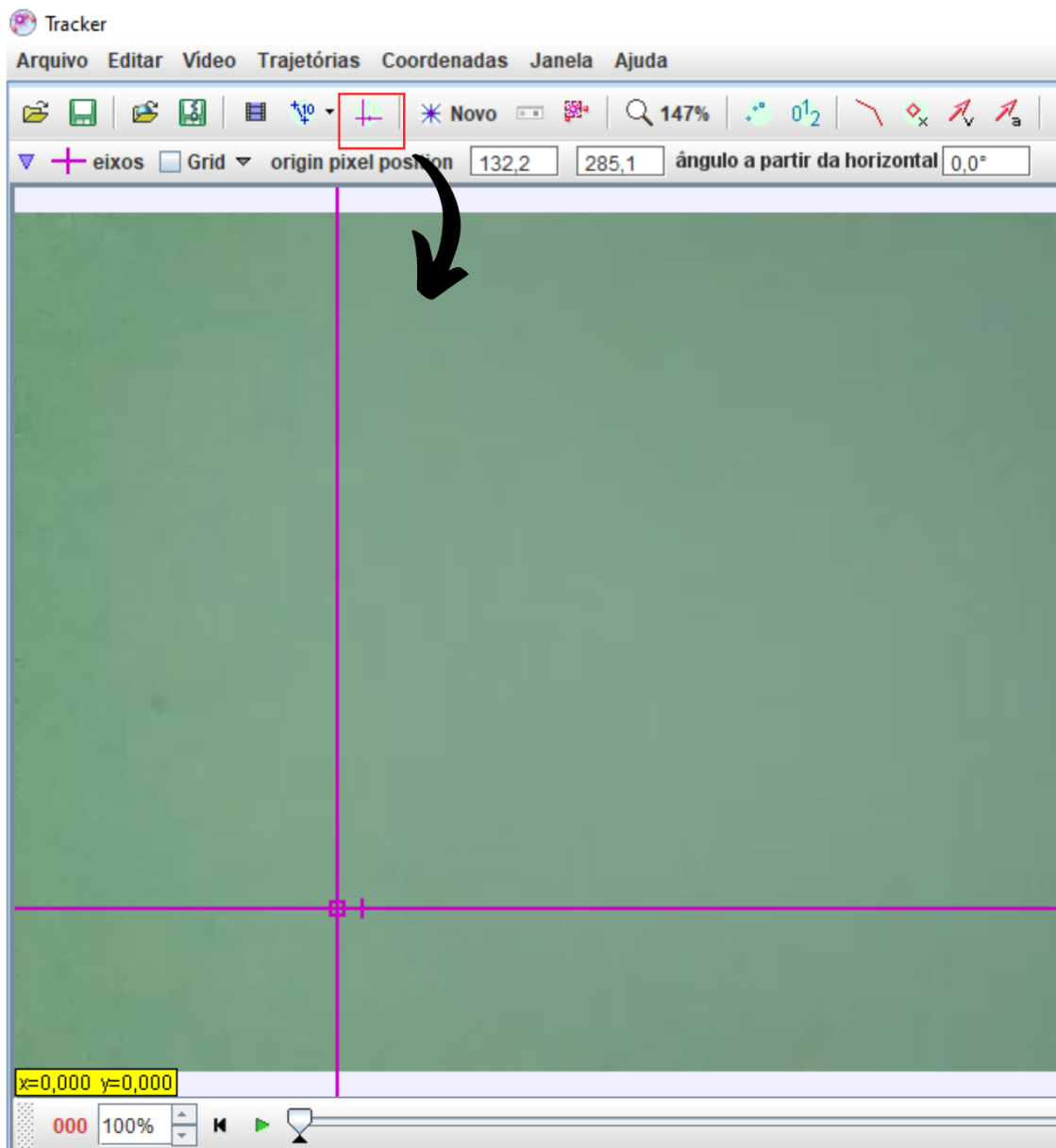


 fita de calibração A fim 1: shift+clique para marcar



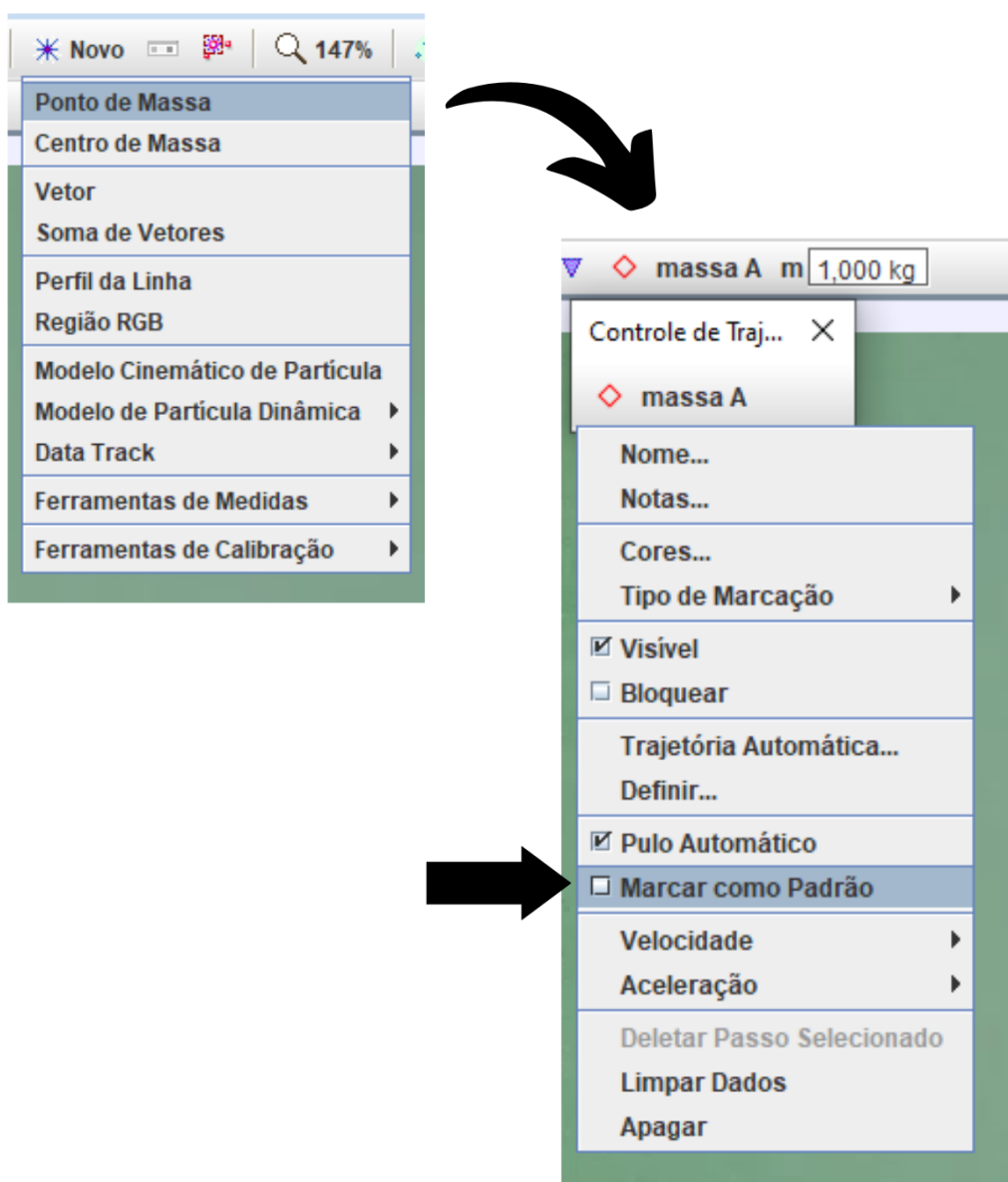
## Eixo de coordenadas

Logo depois da localização da fita de calibração é possível inserir através da barra de ferramenta o eixo de coordenadas.



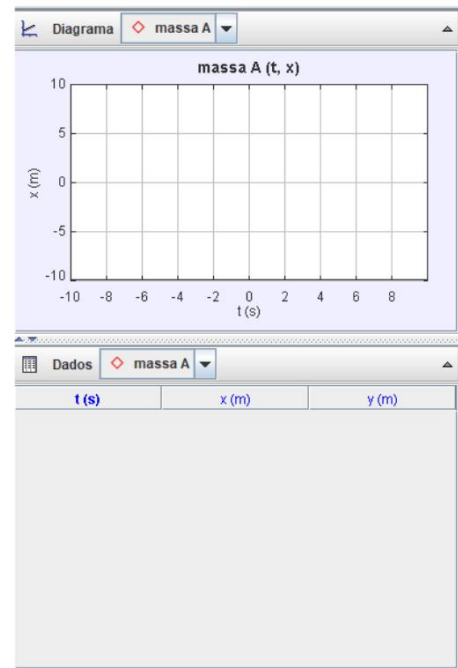
## Marcação do Objeto

Para marcar o objeto que terá o seu movimento analisado é necessário ir em Novo, localizado na barra de ferramenta, e escolher Ponto de Massa, como mostra na primeira imagem. Em seguida, marcar trajetória indo em **Massa A > Marcar como Padrão** (segunda imagem) e clicar no centro do objeto a cada avanço de quadro na barra de ajuste, marcando assim as posições quadro a quadro, que sugiram nos gráficos e tabela.



## ➔ Gráficos e Tabelas

Na parte direita da tela do software, onde serão apresentados os gráficos, é possível escolher a projeção de um a três gráficos (diagramas). Podendo também ser modificadas as grandezas físicas que serão apresentadas no gráfico. Na parte inferior desse mesmo lado é possível escolher as grandezas que serão analisadas e apresentadas na tabela. Nesse caso será exibida uma tela semelhante à da imagem ao lado.



- x: componente x da posição
  - y: componente y da posição
  - r: intensidade da posição
  - $\theta$ : ângulo da posição
  - vx: componente x da velocidade
  - vy: componente y da velocidade
  - v: intensidade da velocidade
  - $\theta_v$ : ângulo da velocidade
  - ax: componente x da aceleração
  - ay: componente y da aceleração
  - a: intensidade da aceleração
  - $\theta_a$ : ângulo da aceleração
  - $\theta$ : ângulo de rotação
  - $\omega$ : velocidade angular
  - $\alpha$ : aceleração angular
  - step: número de pulos
  - frame: quadro número
  - px: componente x do momento
  - py: componente y do momento
  - p: intensidade do momento
  - $\theta_p$ : ângulo do momento
  - pixelx: pixel x-component
  - pixely: pixel y-component
  - L: path length
  - K: energia cinética
- Definir...

## ➔ Marcação quadro a quadro

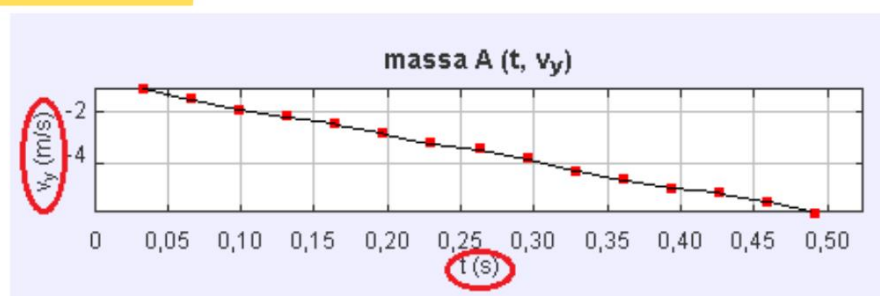
- Depois de marcar as posições do objeto, quadro a quadro, novas informações serão apresentadas no lado direito da tela. Essas poderão ser analisadas e discutidas de forma ativa e crítica.
- Ao clicar no objeto durante o movimento estaremos identificando sua posição naquele determinando tempo, podendo no final observar as variações das posições, quadro a quadro, como mostra a imagem à baixo.



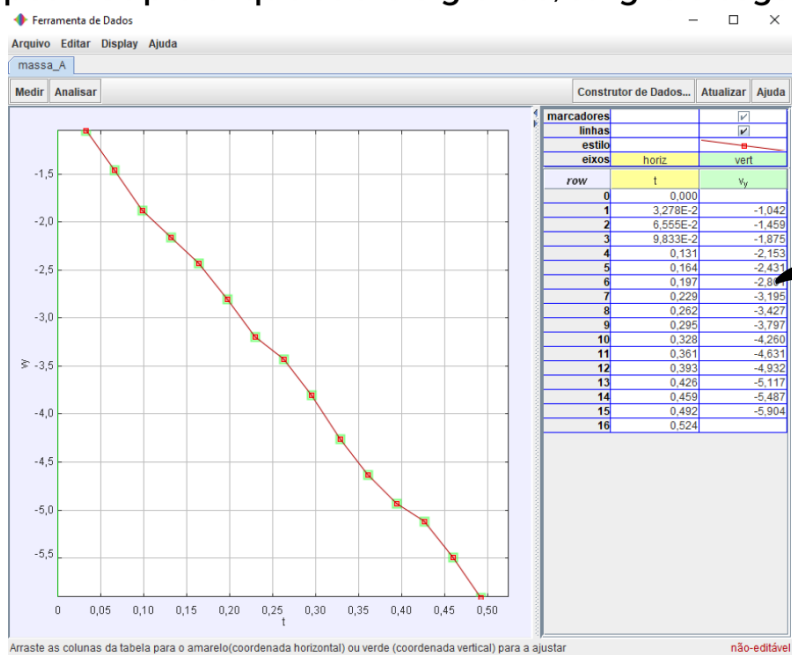
## ➔ Análise do gráfico

O próprio software Tracker permite a análise do gráfico e exploração da equação. Para isso se faz necessário realizar os seguintes comandos.

Executar um duplo clique sobre o gráfico, em nosso caso no gráfico da velocidade versus o tempo.



Após o duplo clique sobre o gráfico, surgirá a seguinte tela:



Em seguida clica em medir e escolhe a opção Área.

Depois em Analisar Ajuste de Curva

Analisar

- Estatísticas
- Ajustes de Curva
- Espectro de Fourier

Mostrar Ajustador de Curvas

massa\_A

Medir Analisar

- Coordenadas
- Declive
- Área
- Measure Fit
- Shift Origin

Nome do Fit: Linear    Construtor de Fit...

Equação do Fit:  $y = A \cdot t + B$

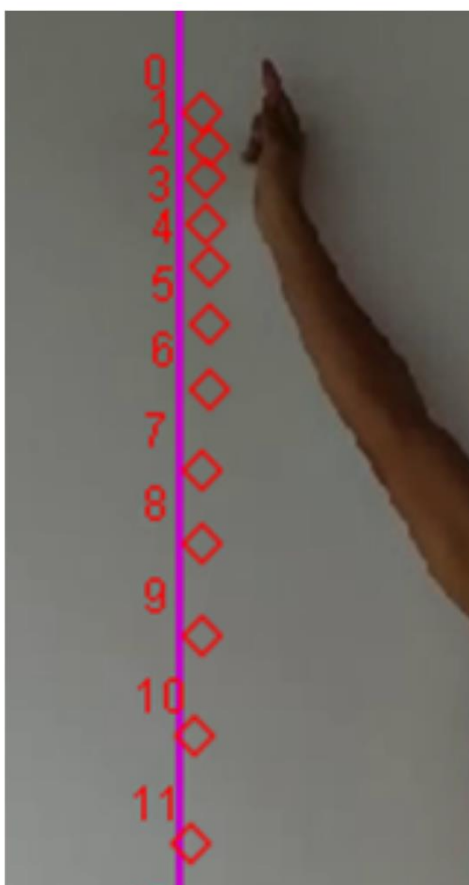
Autofit    rms dev: 6,137E-2

Parâmetro	Valor
A	-1,042E1
B	-7,680E-1

O Tracker apresenta a equação do gráfico e seus coeficientes. Então através desse exemplo de videoanálise conseguimos chegar ao valor **-1,042E1**, que significa **10,42 m/s<sup>2</sup>**, que corresponde a aceleração gravitacional.

## ➔ Considerações

Na imagem a seguir, captada no software Tracker, podemos observar as posições, quadro a quadro, de um movimento de queda livre, onde é possível perceber a existência da aceleração da gravidade que pode ser calculada através dos dados obtidos pelas tabelas e gráficos. Mas o software Tracker também pode ser utilizado para estudos de diferentes de movimento.



O software Tracker proporciona análise detalhada das grandezas de posição, velocidade e aceleração gravitacional no movimento vertical, construção e manipulação de gráficos e tabelas, e permite uma participação ativa dos alunos de forma crítica na construção do conhecimento.

# Apêndice 3

## Questionário de sistematização (Etapa 6)

Equipe: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

- Já realizou alguma prática experimental nas disciplinas de física antes desse momento? Caso sim, especifique?
- Durante a prática experimental convencional (primeira atividade) quais foram as dificuldades enfrentadas pelo grupo?
- Que fatores na atividade experimental convencional influenciaram, na opinião do grupo, nos erros e incerteza dos resultados?
- Durante a videoanálise utilizando o software Tracker, quais foram as dificuldades enfrentadas pelo grupo?
- Que fatores influenciaram, na opinião do grupo, nos erros e incerteza dos resultados na videoanálise utilizando o software Tracker?
- Houve necessidade de realizar mais do que uma videoanálise? Caso sim, explique os motivos.
- Comparem os resultados obtidos tanto na atividade experimental convencional quanto na videoanálise utilizando o software Tracker.
- Qual das atividades se aproximou do valor aproximado da gravidade na Terra? Explique as considerações do grupo sobre o que permitiu essa aproximação de valores.
- O que o grupo descobriu sobre os conceitos de queda livre e ação da gravidade relacionando aos movimentos na vertical?
- Quais as possibilidades oferecidas pelo Software Tracker no processo de aquisição de conhecimento de conceitos na disciplina de Física?



