



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE INTERDISCIPLINAR EM EDUCAÇÃO DO CAMPO –  
CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ANA PAULA ROSA**

**VERIFICAÇÃO DO USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA DE  
ENSINO DAS LEIS DE NEWTON EM ESCOLAS PÚBLICAS.**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2023**

**ANA PAULA ROSA**

**VERIFICAÇÃO DO USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA DE  
ENSINO DAS LEIS DE NEWTON EM ESCOLAS PÚBLICAS.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) como requisito parcial para obtenção de grau de licenciada em Interdisciplinar em Educação do Campo - Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias – Licenciatura.

Orientador: Prof. Dr. Wanderson Gonçalves Wanzeller

**LARANJEIRAS DO SUL**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Rosa, Ana Paula

VERIFICAÇÃO DO USO DO SOFTWARE TRACKER COMO  
FERRAMENTA DE ENSINO DAS LEIS DE NEWTON EM ESCOLAS  
PÚBLICAS. / Ana Paula Rosa. -- 2023.

18 f.:il.

Orientador: Doutor Wanderson Gonçalves Wanzeller

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Licenciatura em Interdisciplinar em Educação do Campo:  
Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias,  
Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

1. Tracker. 2. ensino de Física. 3. escolas públicas.  
I. Wanzeller, Wanderson Gonçalves, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ANA PAULA ROSA

**VERIFICAÇÃO DO USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA DE ENSINO DAS LEIS  
DE NEWTON EM ESCOLAS PÚBLICAS**

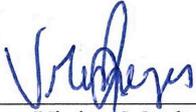
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para a obtenção do grau de Licenciada em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias – Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus* Laranjeiras do Sul.

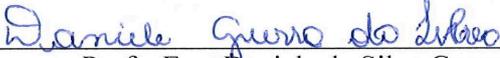
Orientador: Prof. Dr. Wanderson Gonçalves Wanzeller

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 19/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wanderson Gonçalves Wanzeller - UFFS

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Vivian Machado de Menezes - UFFS

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Esp. Daniele da Silva Guerra

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus familiares pelo apoio recebido durante a minha trajetória, em especial ao meu pai João Maria que foi o maior incentivador da minha graduação desde o início.

Meus agradecimentos ao meu orientador, professor Wanderson por contribuir e cobrar sempre que necessário para que este trabalho fosse concluído.

Agradeço também ao professor Vitor de Moraes por me incentivar quando estava prestes a desistir.

Acima de tudo agradeço a Deus pela oportunidade de estar concluindo essa fase em minha vida.

## VERIFICAÇÃO DO USO DO SOFTWARE TRACKER COMO FERRAMENTA DE ENSINO DAS LEIS DE NEWTON EM ESCOLAS PÚBLICAS

### VERIFICATION OF THE USE OF TRACKER SOFTWARE AS A TOOL FOR TEACHING NEWTON'S LAWS IN PUBLIC SCHOOLS

Ana Paula Rosa<sup>1</sup>  
Wanderson Gonçalves Wanzeller<sup>2</sup>

**Resumo:** Nesse trabalho apresentamos uma proposta de uso do *software* TRACKER como uma ferramenta afim de facilitar o ensino/aprendizagem da Física, tendo como cenário a dinâmica Newtoniana. Foram estudadas duas situações típicas, onde, vídeos dos movimentos dos corpos foram produzidos e, posteriormente, tratados no *software*. Nossos resultados evidenciam que de fato o TRACKER pode ser empregado nessas situações e assim, facilitando a absorção do conteúdo por parte dos estudantes. O objetivo do trabalho é demonstrar aos professores de Física das escolas públicas uma possibilidade de aula mais interessante para seus alunos, pois o *software* não apresenta dificuldade de utilização e pode ser instalado em qualquer laptop/computador por não ter custo algum. Ou seja, os estudantes têm a possibilidade de gravar os vídeos com seus aparelhos celulares e fazer a sua própria análise no laboratório de informática do colégio ou em casa. Além disso desejamos que os leitores se sintam motivados a reproduzir esse material com seus alunos nas escolas. Dessa forma, o ensino da Física seria facilitado por uma abordagem significativa.

**Abstract:** In this work we present a proposal for using the TRACKER software as a tool to facilitate the teaching/learning of Physics, using Newtonian dynamics as a scenario. Two typical situations were studied, where videos of body movements were produced and subsequently processed in the software. Our results show that in fact TRACKER can be used in these situations, facilitating the absorption of the content by students. The objective of the work is to demonstrate to Physics teachers in public schools the possibility of a more interesting class for their students, as the software is not difficult to use and can be installed on any laptop/computer as it costs nothing. In other words, students have the possibility of recording videos with their cell phones and carrying out their own analysis in the school's computer laboratory or at home. Furthermore, we hope that readers feel motivated to reproduce this material with their students in schools. In this way, the teaching of Physics would be facilitated by a meaningful approach.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, TRACKER, Escolas públicas

**Keywords:** Physics Teaching, TRACKER, Public schools

## INTRODUÇÃO

Este trabalho vem mostrar a importância de uma ferramenta tecnológica nos estudos de Física. A maioria das pessoas tem dificuldades nessa área e para amenizar isso foi criado o

---

<sup>1</sup> Graduanda, UFFS - campus Laranjeiras do Sul. Interdisciplinar em educação do campo - Ciências naturais, Matemática, e Ciências agrárias. jjaninharosa@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor, UFFS - campus Laranjeiras do Sul. wanderson@uffs.edu.br

TRACKER. Trata-se de um *software* que permite realizar vídeo análises. Isso significa que o programa é capaz de calcular quantidades físicas através da análise de um vídeo demonstrativo de um determinado fenômeno Físico. Essa ferramenta pode ser usada em aulas pelos professores e estudantes para, hipoteticamente, facilitar a aprendizagem. Assim, supõem-se que, o rendimento escolar será maior pois a visualização do problema será realizada sem a necessidade de cálculos logo no início do processo de ensino-aprendizagem.

Nosso principal objetivo com esse trabalho é mostrar a importância do uso de uma Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC'S - (ALBINO, 2016) para a melhora no processo de ensino-aprendizado. Conforme Pinheiro e Silva (2021, p. 219).

As chamadas Tecnologias da informação e comunicação são meios técnicos de propagação da informação, incluindo computadores, *softwares*, redes e aparelhos móveis de comunicação. Estes métodos são utilizados na disseminação do conhecimento de forma ordenada, sendo ferramenta meio para interação entre educadores e educandos.

Para tanto, vamos empregar o TRACKER em duas situações físicas típicas que podem ser reproduzidas facilmente nas escolas de ensino médio.

Compreendendo que os jovens estão o tempo todo se utilizando de TIC'S e que próprio modelo atual de ensino no Paraná procura por novas formas de ensino mais tecnológicas, que sejam mais atraentes para os estudantes, encontramos uma ótima oportunidade para utilizar essa ferramenta. Também é importante ressaltar que não torna necessária a utilização de laboratórios ou equipamentos específicos, tendo em vista que nem todas as escolas possuem, podendo gravar com o celular a queda de uma bolinha de papel e fazer a análise, por exemplo. Por esse motivo, acredita-se que na importância de fazer mais conhecida e utilizada essa ferramenta, com o objetivo de aumentar o nível de aprendizagem. Com isso haverá uma junção da matéria teórica com a prática de uma forma mais visível.

O Texto está organizado da seguinte forma: a seguir temos o referencial teórico onde apresentamos as Leis de Newton (brevemente) e o *software* TRACKER, em seguida, temos a metodologia empregada nesse trabalho e posteriormente nosso resultado e discussões, ao final nossas conclusões.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO.

### 1.2. Breve discussão sobre dinâmica Newtoniana

A dinâmica é a parte da mecânica que estuda os movimentos e as suas causas. Se um corpo cai em queda livre (situação ideal), este corpo adquire uma aceleração, até que seu movimento acabe ao encontrar uma superfície (solo, por exemplo) devida a atração gravitacional entre a Terra e o corpo. Numa situação real, durante a queda, o corpo sofre a resistência do fluido ao qual está imerso. A dinâmica é baseada em três leis específicas, conhecidas como leis de Newton, que serão brevemente enunciadas abaixo.

a) Lei da inércia (conhecida como a primeira lei de Newton). “Consideremos um corpo em que a resultante das forças que atuam sobre ele seja nula. Se este corpo estiver em repouso, ele assim permanecerá. Se estiver em movimento com velocidade constante, manter-se-á neste estado.” (HALLIDAY, 2012).

b) Princípio fundamental da dinâmica (segunda lei de Newton). Ela nos diz que, além da direção também temos o sentido no qual o objeto se movimenta, e que *“a aceleração depende da força resultante”* (HEWITT, 2015). Mais devemos nos lembrar que também existem outras forças que atuam sobre o objeto, uma delas é o atrito, esta força tem sentido oposto ao movimento. A soma vetorial das forças exercidas é chamada força resultante e é proporcional a aceleração do objeto, ou seja:

$$\vec{F}_r = m\vec{a} \quad (1)$$

A aceleração é relativa a força aplicada, ou seja, quanto maior a força, maior será a aceleração do objeto.

c) Ação e reação: Aqui observamos que não há apenas aplicação de uma força simplesmente, mais que ao aplicarmos uma força sobre um objeto, esse aplica uma força contrária sobre nós com a mesma intensidade. Ou seja, essa interação tem direção e sentido contrários. *“Sempre que um objeto exerce uma força sobre outro objeto, este exerce uma força igual e oposta sobre o primeiro.”* (HEWITT, 2015).

### 1.3 O software TRACKER

O software TRACKER é um recurso utilizado para analisar vídeos e estudar os movimentos dos objetos que foram gravados. Para isso são utilizadas imagens, quadro a quadro, das gravações e assim o movimento que o objeto realiza, em determinado espaço de tempo, pode ser analisado. Além disso, na preparação dos vídeos é possível empregar equipamentos de laboratório e também materiais feitos a mão. Esse fator é um facilitador para as escolas públicas, que, em sua maioria não possui um laboratório de Física devidamente equipado.

Durante a videoanálise podemos visualizar o trajeto realizado pelo objeto e tirar diversas informações Físicas. Esse *software* oferece vários recursos que auxiliam na realização dessa tarefa. Ele gera gráficos e tabelas onde se visualiza os valores obtidos das quantidades desejadas. O *software* pode ser usado no estudo de diversas ciências e não somente na Física.

Cabe também salientar que o programa é gratuito. Por esse motivo qualquer professor da rede pública ou privada pode instalar em seu *laptop* e, com a ajuda de uma câmera (profissional ou não) e até de aparelhos celulares que podem ser de seus alunos, produzirem vídeos e assim, empregando a proposta de aprendizagem significativa idealizada por Ausubel (PADILHA, 2018), onde a informação das aulas de Física serão projetadas. Nessa dinâmica/interação entre professor-estudante o ensino da teoria física filmada se torna mais agradável e facilitada.

A partir do exposto acima, iremos utilizar do TRACKER especificamente no estudo da dinâmica e a aplicação da segunda lei de Newton em problemas clássicos, que podem, supostamente, ser bastante complicados quando entramos nos cálculos matemáticos. Tendo como base os conhecimentos de Física já absorvidos, empregaremos o *software* em duas situações típicas com o objetivo de verificar, se de fato, ele é capaz de reproduzir a teoria. Os procedimentos feitos pelos autores poderão ser reproduzidos em sala de aula sem grandes complicações. Porém, alguns cuidados devem ser observados na produção dos vídeos:

- a) O ambiente deve ser bem iluminados e deve haver um contraste entre o fundo e o(s) objeto(s) de estudo
- b) A câmera deve estar parada durante toda a filmagem e diretamente a frente do objeto de estudo.
- c) Diminuir, ao máximo, objetos em movimento para não "poluir" a gravação.
- d) Devemos dispor no vídeo um objeto estático que servirá de escala na videoanálise posterior. Este é chamada de *bastão de calibração*. Em nossos vídeos utilizamos um marcador de quadro branco azul (de 12 cm), colocado sobre o suporte de uma das roldanas. Ele pode ser visto na figura 4.

Exposto o nosso referencial teórico passamos para a seção de metodologia, ou seja, vamos discutir como foram feitas as videoanálises e já apresentaremos alguns resultados. Essa seção é de suma importância para o trabalho.

## 2 Metodologia

Para a realização dos experimentos foram confeccionadas as ferramentas necessárias a partir de materiais que se tem em casa (partes de madeira, pregos, roldanas de varal, e fio dental) e utilizado um carrinho específico do laboratório, com o intuito de obter resultados mais precisos, ou sejam a diminuição do atrito, pois esse é a principal fonte de erro (percentual ou estatístico) nesse tipo de experimento. Na figura 1, mostramos o sistema de roldanas utilizados.

*Figura 1: Sistema e roldanas, composto por uma roldana de varal presa por um prego 12x12 em um pedaço de madeira de pinus e, esses, preso a um eucatex® (chapa de fibra de madeira de alta densidade) por 3 pregos 12x12.*



Fonte: o autor

A estrutura foi montada em uma mesa e assim gravados os vídeos utilizados nas análises dos movimentos dos objetos. Os elementos da figura 1 foram presos a uma mesa com uso de dois grampos sargento de 3 polegadas (visíveis nas figuras 4 e 5). Os vídeos foram gravados no laboratório de Física da UFFS – *campus* Laranjeiras do Sul utilizando o aparelho telefônico do autor. Na primeira situação, mostrada na figura 2, temos um bloco (2) movendo-se sobre uma mesa (hipoteticamente sem atrito) devido a ação gravitacional sentida por um bloco suspenso

(1). Na segunda situação, mostrada na figura 3, temos dois blocos (1 e 3) causando o movimento do bloco 2 sobre a mesa (hipoteticamente sem atrito).

Na primeira situação temos:

a) para o bloco 1 (suspensão)

$$F_{ry} = m_1g - T \therefore m_1a = m_1g - T \quad (2a)$$

b) para o bloco 2 (sobre a mesa, desconsiderando o atrito)

$$\begin{cases} \text{direção } x: F_{rx} = T \therefore m_2a = T \\ \text{direção } y: F_{ry} = m_2g - N \end{cases} \quad (2b)$$

Note que o bloco se move sobre a mesa (direção  $x$ ), assim, para o bloco 2,  $F_{ry} = 0$ . Combinando as equações 2a e 2b, temos a aceleração do sistema:

$$a = \frac{gm_1}{m_1+m_2}, \quad (2c)$$

Para a situação 2, temos que:

a) para o bloco 1 (suspensão)

$$F_{ry} = m_1g - T_1 \therefore m_1a = m_1g - T_1 \quad (3a)$$

b) para o bloco 3 (suspensão)

$$F_{ry} = T_3 - m_3g \therefore m_3a = T_3 - m_3g \quad (3b)$$

c) para o bloco 2 (sobre a mesa, desconsiderando o atrito)

$$\begin{cases} \text{direção } x: F_{rx} = T_1 - T_3 \therefore m_2a = T_1 - T_3 \\ \text{direção } y: F_{ry} = m_2g - N \end{cases} \quad (3c)$$

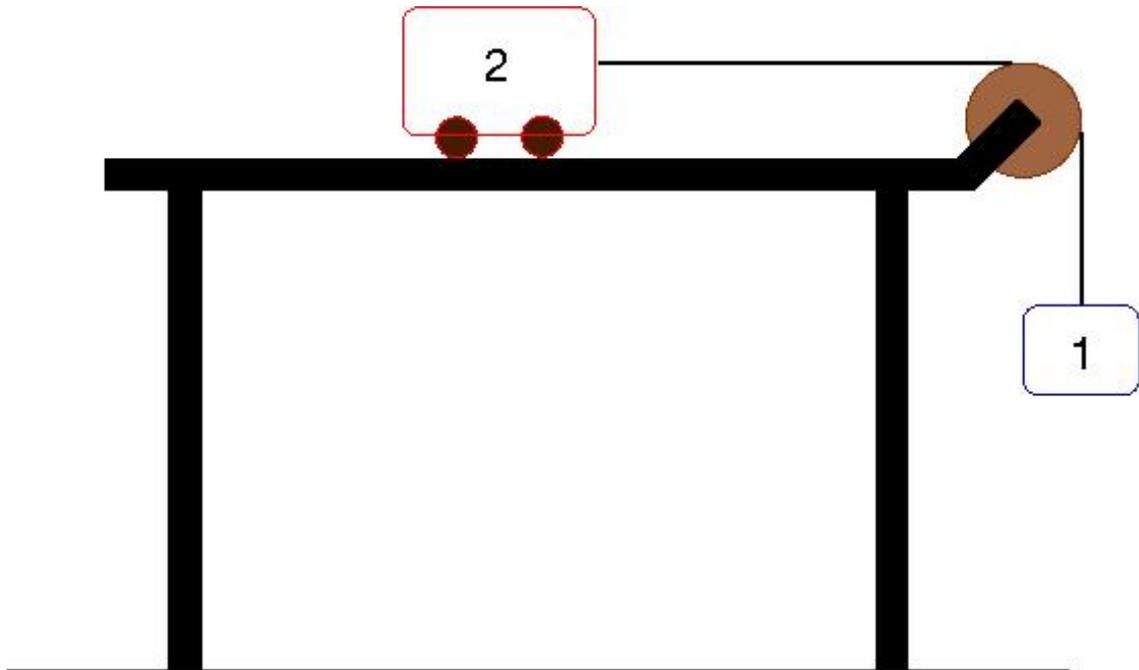
Novamente, o bloco 2 se move sobre a mesa (direção  $x$ ), ou seja,  $F_{ry} = 0$ . Desta forma, combinando 3a, 3b e 3c temos a aceleração do sistema

$$a = \frac{g(m_1-m_3)}{m_1+m_2+m_3}, \quad (3d)$$

Nas equações 3a, 3b e 3c supomos que o movimento do bloco 2 seria da esquerda para a direita, ou seja, o bloco suspenso com maior massa desce e o outro sobe. Nas figuras 3 e 4 temos amostras das videoanálises feitas no *software* TRACKER nas duas situações estudadas.

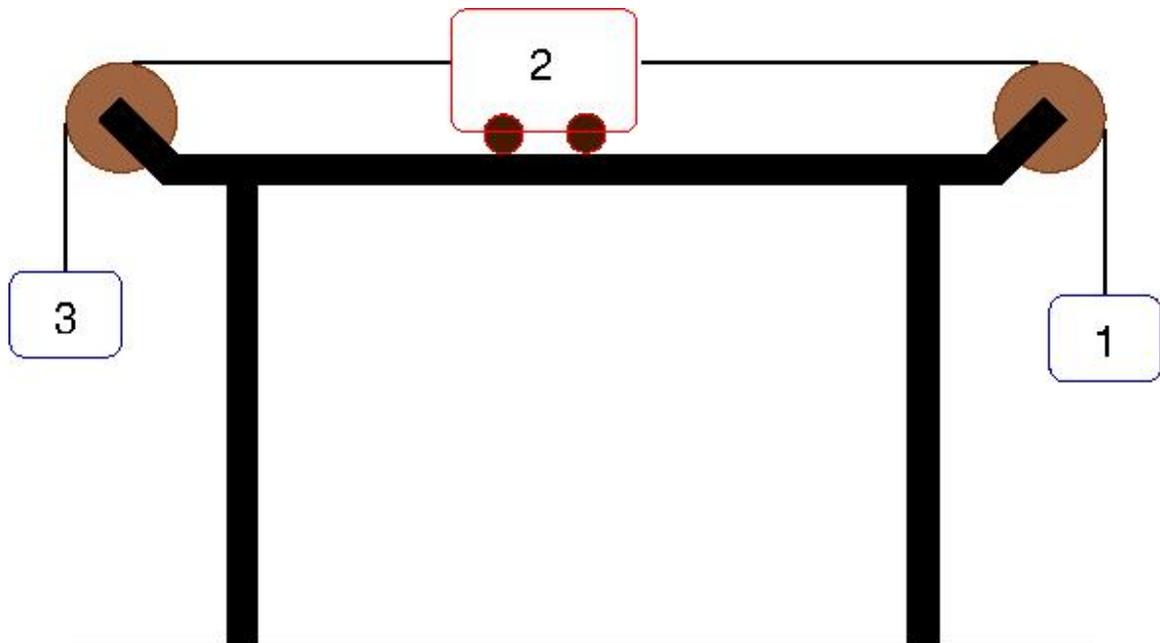
Logo após as figuras, serão mostrados os resultados assim como a conclusão do trabalho realizado. Para isso foram criadas tabelas com os valores obtidos em todos os casos, através de cálculos manuais (aceleração teórica) e os cálculos dados pelo *software*, bem como, a margem de erro percentual encontrada entre elas. Cabe ressaltar que as Figuras 1 e 2 foram feitas no *software* Xfig, no sistema operacional LINUX, tais ferramentas são gratuitas.

*Figura 2 : Arranjo experimental esquemático da situação 1.*



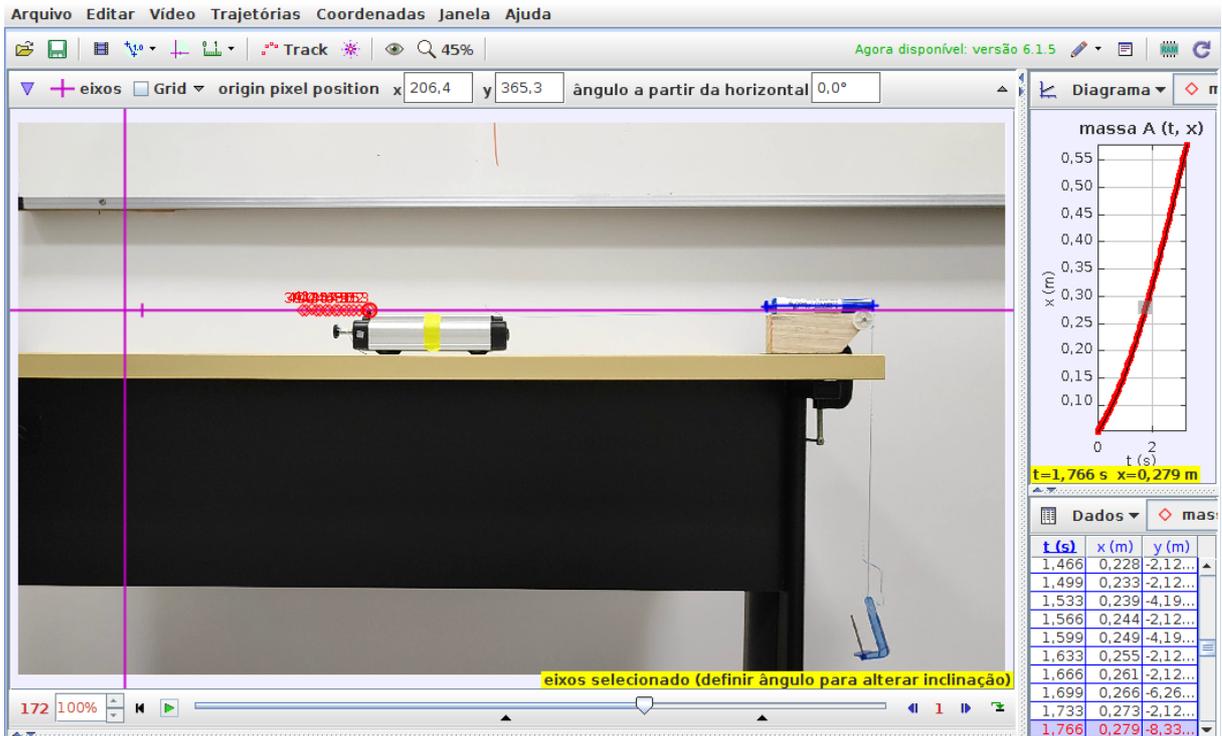
Fonte: o autor.

*Figura 3: Arranjo experimental esquemático da situação 2.*



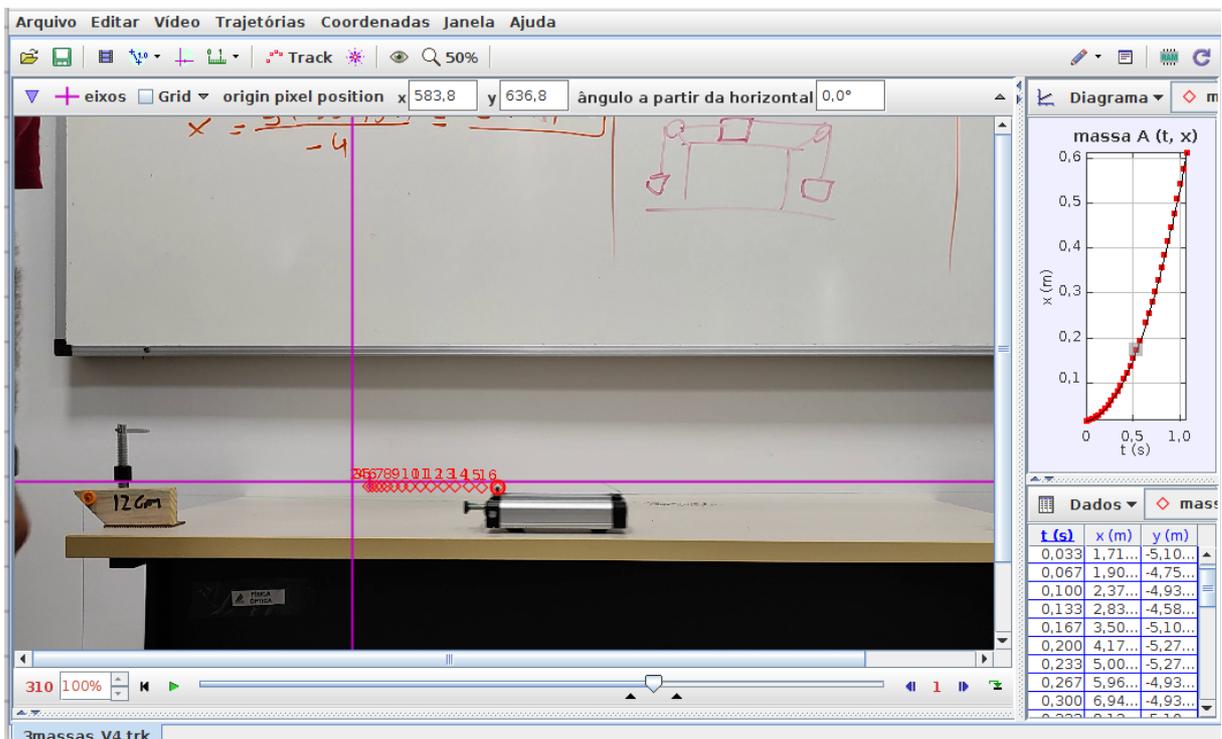
Fonte: o autor.

Figura 4 Printscreen do vídeo da situação 1.



Fonte: o autor.

Figura 5 Printscreen do vídeo da situação 2.



Fonte: o autor.

### 3 Resultados e discussões

Como mostrado nas equações (2c) e (3d) o valor da aceleração gravitacional dever ser conhecida. Em nosso estudo usamos

$$g = 8,78 \text{ m/s}^2. \quad (4)$$

Esse valor foi calculado em (PADILHA, 2018) e decorreu de uma videoanálise de um corpo em "queda livre", levando em consideração que não estamos ao nível do mar e, portanto, não há necessidade de usar o valor conhecido como padrão ( $9.8\text{m/s}^2$ ). Para a situação (1 e 2) os resultados obtidos para a aceleração tiveram diferenças entre si por serem utilizadas, propositalmente, valores de massas diferentes em cada experimento/vídeo.

O erro percentual (Erro %) listado nas tabelas 1 e 2 abaixo foi calculado por

$$\text{Erro \%} = \frac{|\text{valor teórico} - \text{valor experimental}|}{\text{valor teórico}} \quad (5)$$

Veja que, nesse estudo não foi possível o cálculo do erro estatístico pois só foi analisado um vídeo de cada situação.

#### 3.1 Duas massas

Aqui foi utilizada uma massa (1) para “puxar” a outra (2). Note que, a segunda massa é um *carrinho* fabricado pela empresa PASCO (<https://www.pasco.com/>), um material específico encontrado em laboratórios mais que pode ser substituído por outro objeto. O uso desse carrinho foi para diminuir o atrito entre a mesa e a massa 2, isso também foi empregado na situação de 3 massas. Note que, as equações 2 e 3 foram deduzidas numa situação de movimento sem atrito. Se usássemos outro tipo de carrinho, o atrito seria maior e nossos dados estariam comprometidos. Em sala de aula, o professor que empregar essa metodologia, deve estar ciente deste fato.

Tabela 1: Dados do arranjo experimental 1

massa (kg)	Aceleração teórica ( $\text{m/s}^2$ )	Aceleração experimental ( $\text{m/s}^2$ ), tomada na videoanálise	Erro %
$m_1 = 0,005$ $m_2 = 0,518$	0.084	0,052	38,0

$m_1 = 0,015$ $m_2 = 0,518$	0,247	0,224	9,3
$m_1 = 0,030$ $m_2 = 0,518$	0,480	0,470	2,2
$m_1 = 0,100$ $m_2 = 0,518$	1,420	1,384	2,5

Fonte: o autor

### 3.2 Três massas

Nesse experimento utilizamos três massas, onde duas delas ( $m_1$  e  $m_3$ ) “disputaram” qual exerceria a maior força sobre a terceira massa ( $m_2$ ). A  $m_2$  tem valor de massa fixa enquanto as massas  $m_1$  e  $m_3$  têm seus valores modificados a cada videoanálise, e todas as massas possuem valores diferentes entre si, como listado na tabela.

Tabela 2: Dados do arranjo experimental 2

Massa (kg)	Aceleração teórica ( $m/s^2$ )	Aceleração experimental ( $m/s^2$ ), tomada na videoanálise	Erro %
$m_1 = 0,155$ $m_2 = 0,518$ $m_3 = 0,130$	0,273	0,044	83,9
$m_1 = 0,155$ $m_2 = 0,518$ $m_3 = 0,104$	0,576	0,338	41,3
$m_1 = 0,176$ $m_2 = 0,518$ $m_3 = 0,104$	0,792	0,642	18,9
$m_1 = 0,220$ $m_2 = 0,518$ $m_3 = 0,104$	1,209	0,999	17,4

Fonte: o autor

### 3.3 Análise de resultados

#### 3.3.1 Situação 1

Na primeira situação começamos com uma massa bem pequena em relação a massa do carrinho e terminamos com outra um pouco maior, mas na qual já podemos ver uma grande diferença nos resultados. A medida que a massa aumenta, ficando mais próxima da massa do carrinho, a margem de erro percentual vai diminuindo gradualmente, isso ocorre devido as forças da gravidade e o atrito serem vencidos mais facilmente. O valor da massa responsável por puxar quase não vencia o atrito entre a superfície. No exemplo da primeira videoanálise foi possível perceber que o carrinho se movia com uma velocidade bem pequena, pois o baixo valor da massa responsável por puxar quase não vencia o atrito estático entre a superfície da mesa e as rodas do carrinho. Temos que lembrar que o atrito estático é calculado por

$$F_e = \mu_e mg, \quad (6)$$

onde,  $m$  é a massa do carrinho. Note que, como não modificamos  $m_2$ , a força de atrito estático foi sempre a mesma e que para "vencer" esse atrito temos que aplicar uma força maior ou igual a ela. Assim, aumentando o valor de  $m_1$ , aumentamos a força aplicada de rompemos  $F_e$  mais facilmente, conseqüentemente, diminuindo o erro. Para desconsiderar o atrito estático como uma fonte de erro, foram feitas tomadas de posição do carrinho bem após ele entrar em movimento (em ambas as situações). Mesmo assim, os valores calculados pelo *software* não foram sensivelmente modificados, ou seja, o atrito estático não é a principal fonte de erro, como será discutido abaixo.

### 3.3.2 Situação 2

Nessa situação, note que não foi alterado o valor da massa 1 e nem da massa 2 nas duas primeiras análises e houve uma margem de erro significativa. Isso aconteceu porque a diferença entre as massas 1 e 3 não era muito grande e portanto a força gravitacional eram próximas entre as duas dificultando o rompimento do atrito entre o carrinho e a superfície, e nas duas últimas análises apenas a massa do carrinho continuou igual e nas massa 1 e 3 foram colocados valores de massas com maiores diferenças entre elas, então ficou mais fácil que uma delas tivesse menos resistência a gravidade e puxasse o carrinho para o seu lado diminuindo o atrito e aumentando a sua velocidade. Então percebeu-se que, quando a velocidade é maior o atrito diminui e a margem de erro percentual também diminui.

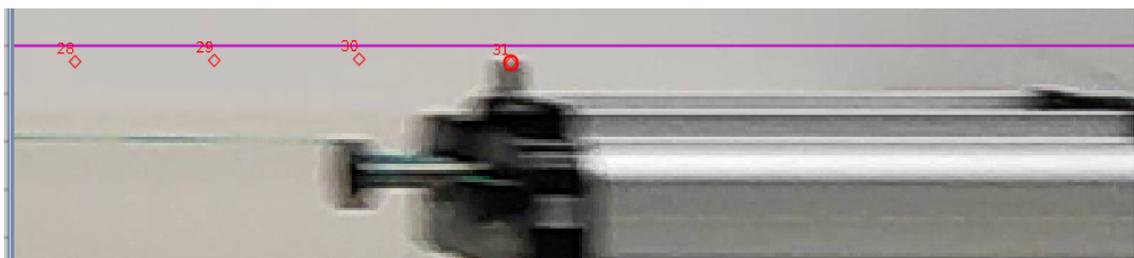
Em geral, podemos observar que a margem de erro de cada resultado encontrado varia de acordo com o valor utilizado em cada massa. Isso ocorre devido as forças da gravidade e do atrito existente no meio. Devido a massa do carrinho não ser alterada em nenhuma das ocasiões

demonstra essa interação, já que podemos observar que quando as outras massas têm valores próximos da massa dele a margem de erro fica menor. Isso acontece porque no ambiente ideal não existiriam as forças citadas anteriormente.

Devemos considerar também a limitação do software TRACKER. Por exemplo, como mostrado na figura 6. Nesta podemos ver que a cada quadro (do vídeo) temos que tomar a posição do objeto (pontos em vermelho), e isto é feito de maneira visual e com o uso do mouse, ou seja temos um fator de erro humano. Além disso, devido a qualidade do vídeo, quanto mais rápido o corpo se move, mais difícil é marcar a sua posição, pois devemos escolher um ponto de referência que acaba se tornando um "borrão", veja por exemplo, a figura 6. Esse é uma fonte de erro do *software* decorrente da qualidade do vídeo. Ressaltamos que os vídeos usados nesse trabalho foram feitos com qualidade *High-Definition* - HD. Note que, os pontos em vermelho nas figuras 6 e 7 são as tomadas de posições do carrinho em cada instante de tempo (quadro do vídeo). Esses pontos também aparecem nas figuras 4 e 5, mas agora, estão mais espaçados por se tratarem de um *zoom* da mesma situação.

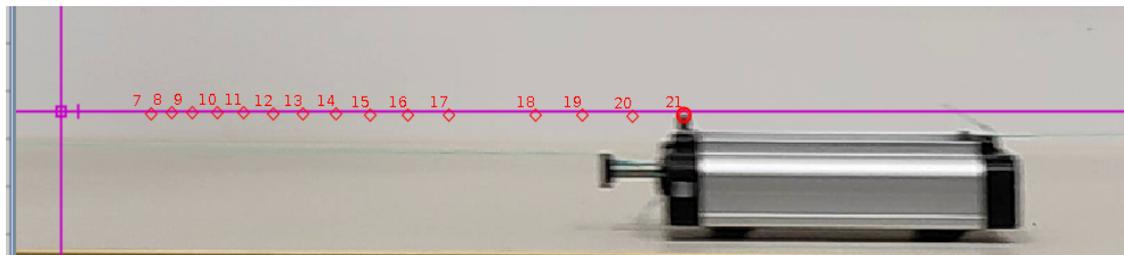
Há outros fatores que não foram levados em consideração durante a videoanálise e os cálculos analíticos. Veja que temos uma ou duas roldanas e seus momentos de inércia não foram considerados. Se assim fossem a(s) massa(s) da(s) roldana(s) estaria(m) no(s) denominador(es) das equações 2c e 3d, diminuindo assim o(s) valor(es) analítico(s) da(s) aceleração(ões). Há atrito entre o prego e a roldana e pode ter havido contato entre a polia e a madeira. O bloco que desce (sobe) realiza(m) esse(s) movimento(s) em um ambiente com ar e o arraste mecânico não foi calculado em nenhuma das situações. Todos esses fatores ajudam a justificar os erros percentuais mostrados nas tabelas 1 e 2. Isso não invalida nossos resultados, mas devemos ter em mente que as equações 2c e 3d foram obtidas para um caso ideal.

*Figura 6: Printscreen de uma das videoanálises demonstrando a dificuldade de medir a posição do corpo quando ele está com velocidade elevada.*



Fonte: o autor

Figura 7: Printscreen de uma das videoanálises demonstrando a tomada das posições, quadro a quadro.



Fonte: o autor

## CONCLUSÃO

A partir dos estudos e práticas realizadas, pôde ser visto que a forma de aprendizagem e de ensino sempre tem a possibilidade de ser melhorada com o auxílio de ferramentas alternativas, podendo essas ferramentas ser sofisticadas ou não. Nos utilizando das duas formas, teoria e prática, conseguimos estudar com excelência e juntar os saberes teóricos e experimentais. Demonstramos, utilizando do TRACKER, como facilitar a aprendizagem mostrando os resultados obtidos através das capturas de tela dos vídeos que foram utilizados nas análises que fizemos e então, após isso, realizamos cálculos para compreender e comparar os resultados obtidos e as suas margens de erro.

Sobre o *software* utilizado, podemos dizer que, ele é um grande auxílio por mostrar as posições por onde o objeto percorreu, possibilitando tabular os valores das posições a cada instante de tempo (quadro do filme). Mas por se tratar de um programa de computador, ele possui certos limites. Em nosso caso, por exemplo, no decorrer das gravações (tomadas das posições a cada instante de tempo) há um aumento de velocidade do objeto, isso faz a imagem ficar "borrada". Então, não temos um ponto claro onde devemos clicar (marcar a posição), e assim, acaba alterando os valores e mudando um pouco os resultados finais do experimento e aumentando a margem de erro, mas sem ficar muito longe dos valores originais. Isso pode ser visto nas tabelas 1 e 2, acima. Outro problema, é o atrito cinético, este se trata de uma força contrária a direção de movimento e atua sobre o objeto que se move. Mesmo nos utilizando de um equipamento de laboratório (carrinho), não podemos desconsiderar totalmente essa força que está atuando sobre ele, porém o *software* não leva em conta a maioria das forças externas que atuam sobre o sistema.

Por se tratar de um programa gratuito, acreditamos que o TRACKER pode ser um grande aliado para o ensino de Física nas escolas. Este *software* pode ser instalado nos

computadores que ficam nos próprios laboratórios de informática das escolas, nos laptops dos professores e alunos. Enquanto os vídeos podem ser preparados por um simples telefone celular, assim como fizemos nesse trabalho. Como bem sabemos, nem todas as escolas públicas tem um laboratório de Física equipado para realizar tarefas mais elaboradas, então, isso é mais um motivo para fazer uso do *software* em questão, já que não torna necessário o uso de espaço ou até mesmo de equipamentos específicos. De fato, o carrinho que utilizamos também pode ser substituído por um outro objeto a ser movimentado, tal como um carrinho de brinquedo. Também, gostaríamos que relembrar que o programa para confecção das figuras esquemáticas (2) e (3) é gratuito.

Esperamos que os leitores desse trabalho se sintam motivados a aplicar essa TIC em sua dinâmica de sala de aula. Ressaltamos que o TRACKER pode ser utilizado também em estudos de cinemática, movimentos harmônicos e ondulatória (NICOMEMIO, 2021). Nosso principal desejo é que os leitores sejam multiplicadores dessa proposta. Os autores desejam agradecer as contribuições de Vivian de Menezes e Daniele Guerra por valiosas contribuições.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, R; SOUZA, C A de. Avaliação do nível de uso das TICs em escolas brasileiras: Uma exploração dos dados da pesquisa “TIC EDUCAÇÃO”.E e G- Economia e gestão, Belo Horizonte, v. 16, n. 43, 101-125, Abr./Jun. 2016.

HALLIDAY, D; RESNICK, R. **Fundamentos de física: mecânica**. 9° ed. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEWITT, P. **Física Conceitual**. 12ª ed. Bookman Editora, 2015.

JESUS, V. L. B. de. **Experimentos e vídeoanálise: dinâmica**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da física, 2014.

NICODEMIO, R. **MHS em vídeoanálise através do Tracker: sistema massa mola vertical sob ação da força gravitacional**. TCC, Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso. UFU, 2001. Disponível em <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/32262/1/MHSVideoAnálise.pdf>

PADILHA, M. D. R. **Uma proposta de formação continuada usando o software TRACKER**. TCC, Interdisciplinar em Ed. do Campo, UFFS- *campus* Laranjeiras do Sul, 2018. Disponível em <https://rd.uffrs.edu.br/handle/prefix/2744>

PINHEIRO, R. S de O.; SILVA, G. P da. **A importância do uso das TICs na educação básica: Uso das TICs como instrumento facilitador da aprendizagem.** THOUGHT WORD EDUCATION IN DEBATE, v. 1, n. 1, p. 7, 2021.