

VÍDEO ANÁLISE COMO UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

Roberta Camila Araujo de Oliveira¹
Prof. Dr. Anderson Stevens Leonidas Gomes²

RESUMO:

Este trabalho apresenta um estudo sobre o uso de vídeo análise como uma ferramenta que possibilita o ensino de física experimental em alternativa para a ausência de laboratórios de ciências nas escolas. A metodologia consiste em utilizar filmagens de experimentos e softwares de análise de vídeo para coletar dados e estudar conceitos físicos como num laboratório de ciências virtual.

Palavras-chave: Física experimental, vídeo análise, ensino de física.

ABSTRACT:

This paper presents a study on the use of video analysis as a tool that enables experimental physics teaching in alternative to the absence of science laboratories in schools. The methodology consists in using videos of experiments and video analysis software to collect data and study physics concepts like in a virtual science lab.

Keywords: Experimental physics, video analysis, physics teaching.

I - INTRODUÇÃO

O letramento científico é essencial na construção de uma sociedade na qual as pessoas participem ativamente do progresso e da busca por soluções científicas. Esse letramento inicia-se na escola. No Brasil o Ministério da Educação (MEC) é o responsável por definir as diretrizes que permeiam a educação no país. A Base Nacional Comum

¹Graduada em Física - Licenciatura/UFPE-2022.2 E-mail: roberta.camila@ufpe.br

²Docente do Departamento de Física DF-UFPE, campus Recife. E-mail: andersonslgomes@gmail.com

Curricular (BNCC) guia a elaboração dos currículos escolares e das propostas pedagógicas para todos os níveis da educação básica. É um documento normativo que estabelece diretrizes e competências de aprendizagem essenciais a serem desenvolvidas ao longo das etapas da Educação Básica. Seu objetivo é assegurar a qualidade da educação no país.

A BNCC define como uma de suas competências gerais a serem desenvolvidas pelos alunos da educação básica,

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.” (BRASIL, 2018, p. 9).

Em 2019 o MEC realizou a primeira avaliação de ciências da natureza através do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) que é uma avaliação que permite realizar um diagnóstico da educação brasileira. Os resultados mostraram que 51,71% dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental estavam nos níveis mais elementares de letramento científico (BRASIL, 2021). O Saeb 2021 mostrou resultados ainda piores, 52,6%, com a maioria dos estudantes abaixo do nível 1³ (BRASIL, 2022).

No que se refere aos anos finais do ensino fundamental, a BNCC coloca que o ensino de ciências da natureza tem um compromisso com o letramento científico como forma de interpretar o mundo e transformá-lo (BRASIL, 2018). Assim é de extrema importância fortalecer e democratizar o ensino de ciências nas escolas com o objetivo de preparar estudantes para contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

O processo de letramento científico deve também incluir experimentações e vivências práticas que realizam a concatenação dos conteúdos teóricos com a realidade. A BNCC, no entanto, não garante que a infraestrutura das escolas esteja apta para desenvolver o que se é proposto. A física é uma disciplina que conversa naturalmente com atividades experimentais, porém o ensino com foco conteudista e a falta de infraestrutura das escolas, em especial as públicas, impõe barreiras para inclusão dessas atividades no currículo escolar. Poucas escolas possuem laboratórios de ciências ou materiais para realização de aulas práticas.

³Nível abaixo de 1: Os estudantes alocados no Nível abaixo de 1 provavelmente não dominam qualquer das habilidades que compuseram o primeiro conjunto de testes para essa área e etapa escolar.

Pensando nisso, a utilização de simulações pode ser uma alternativa para implementação dessas aulas no currículo escolar. A tecnologia está cada vez mais presente no nosso cotidiano, inclusive na escola. A utilização de vídeos como recurso didático tem se popularizado bastante graças aos recursos tecnológicos que atualmente compõem as salas de aula e pelo fácil acesso e disponibilidade desses recursos através de plataformas gratuitas como o *YouTube*.

Os vídeos são uma boa opção para dinamizar as aulas e exemplificar visualmente os conteúdos. Além disso é um recurso que está completamente inserido no dia a dia dos estudantes, que possuem na palma da mão dispositivos que não só reproduzem vídeos como também podem produzi-los.

A BNCC destaca sempre a importância do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), em especial o uso de softwares e simulações, e prever o uso de recursos tecnológicos como parte integrante da aprendizagem, ou seja que essas ferramentas sejam incluídas no currículo da educação básica. A técnica de análise de vídeo consiste na utilização de softwares para obtenção de dados quantitativos a partir da filmagem de experimentos e até de situações do cotidiano.

Este trabalho tem como objetivo propor uma estratégia de uso de softwares educacionais de vídeo análise como uma ferramenta para viabilizar aulas experimentais de física em instituições de ensino que não possuem laboratório de ciências, proporcionando assim o desenvolvimento de habilidades relacionadas à prática experimental como planejamento, coleta e interpretação de dados, elaboração de hipóteses, leitura crítica e raciocínio lógico.

No presente trabalho a técnica de vídeo análise foi feita através dos softwares Tracker⁴, LabCamera⁵ e CvMob⁶ com auxílio dos roteiros de atividades práticas da disciplina de Física Experimental L1⁷ do curso de Licenciatura em Física e dos materiais disponíveis no Laboratório de Instrumentação para o Ensino da UFPE.

II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em 2014 o Instituto Abramundo e parceiros criaram o Indicador de Letramento Científico (ILC) com o intuito de mensurar os níveis de letramento do campo da ciência no cotidiano dos brasileiros. O ILC avaliou domínio da linguagem, saberes práticos e visões

⁴Tracker disponível em <https://physlets.org/tracker/>

⁵LabCamera disponível em <https://www.mozaweb.com/pt/labcamera/>

⁶CvMob disponível em <https://cvmob.ufba.br/>

⁷Disponível em <https://sites.google.com/site/fisicaexperimental11ufpe/apostilas-e-roteiros>

de mundo. Foram entrevistados indivíduos entre 15 e 40 anos de idade e os resultados inferem que a educação básica não tem desenvolvido o letramento científico esperado uma vez que quase 70% dos entrevistados com ensino fundamental e médio estavam nos níveis 1 e 2⁸⁻⁹ (GOMES, 2015).

Para o Ensino Fundamental - Anos Finais, especificamente para a área de ciências da natureza, a BNCC define diretrizes focadas no desenvolvimento do letramento científico, processos, práticas e procedimentos da investigação científica em preparação para o Ensino Médio. Para isso a BNCC considera imprescindível o estímulo à realização de atividades investigativas e estabelece que o ensino de ciências deve promover situações nas quais os alunos possam planejar e realizar atividades de campo, como experimentos, e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para análise e representação de dados (BRASIL, 2018).

Para o Ensino Médio, a BNCC coloca que os processos e práticas de investigação merecem destaque na área de ciências da natureza, abrangendo sua dimensão investigativa a fim de aproximar os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação. Algumas das habilidades específicas a serem desenvolvidas nessa área são:

“Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.” (BRASIL, 2018, p 559.).

Habilidades de identificar e aplicar tecnologias associadas às ciências naturais, em especial às ciências físicas, são também listadas na Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a principal prova de avaliação do ensino médio e processo seletivo para ensino superior nacional.

Experimentações e vivências práticas são atividades que fazem parte do processo de letramento científico. Os laboratórios são os espaços que unem teoria e prática e permitem que os estudantes verifiquem empiricamente o que foi estudado em sala de aula. As atividades experimentais são uma prática educativa de aprendizagem ativa que coloca os alunos como protagonistas do processo de aprendizagem permitindo que eles elaborem e testem hipóteses buscando soluções para os problemas propostos.

⁸Letramento não científico.

⁹Letramento científico rudimentar

Apesar da normativa da BNCC, segundo o Censo Escolar da Educação Básica de 2019 (INEP¹⁰), 48% das escolas possuem laboratórios de ciências, nas escolas estaduais 40,9%, nas municipais apenas 30,90%. A precarização na infraestrutura e a escassez de recursos disponibilizados no ensino público geram limitações com relação ao ensino experimental, impossibilitando a inclusão de atividades práticas no currículo escolar.

A inclusão de tecnologias no ensino de ciências gera possibilidades de vivenciar a prática científica e equipar as escolas com laboratórios é uma estratégia para impulsionar o letramento científico. Porém a precarização do espaço físico das escolas, a falta de insumos e a ausência de uma equipe técnica impõem barreiras na implementação desses laboratórios. Giroto (2019) alerta para o fato de que a ausência de laboratórios de ciências nas escolas é um desafio na concretização da aprendizagem. A associação dos conceitos teóricos com a prática diária faz parte do percurso formativo e pode ser realizada através de atividades experimentais que promovam essa conexão.

O British Council juntamente com a Fundação Carlos Chagas (FCC) elaboraram um relatório com o panorama do ensino de ciências no Brasil entre 2010 e 2020, o relatório aponta que existem mais estudantes com acesso a laboratórios de informática do que de ciências. A oferta de laboratórios de informática é muito maior, principalmente no ensino médio. De fato, o Censo Escolar da Educação Básica de 2021 mostra que em torno de 78% das escolas estaduais, municipais e privadas de Ensino Médio possuem, dentre seus recursos tecnológicos, computadores de mesa para os alunos e internet em quase 96% das escolas. O uso de tecnologias associadas ao ensino experimental pode se mostrar uma ferramenta para contornar as limitações.

Vídeo análise como recurso educacional permite o estudo de fenômenos físicos sem o emprego de ferramentas intermediárias que geralmente não estão disponíveis na escola, como as montagens experimentais, cronômetros, réguas e trenas. A técnica pode também ser empregada na análise dos conceitos físicos em situações do cotidiano, sem a necessidade de equipamentos ou experimentos específicos, necessitando apenas de um vídeo do fenômeno ou que os estudantes realizem essa filmagem.

Os softwares de análise obtêm dados quantitativos, geram gráficos e realizam estudos matemáticos. Neste trabalho serão abordados os softwares de análise de vídeo para uso educacional Tracker da Open Source Physics (OSP), LabCamera da Mozaik Education e o CvMob da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Tracker é uma ferramenta de vídeo análise e modelagem gratuita de código aberto da Open Source Physics (OSP) que já é bastante conhecida e de uso simplificado que

¹⁰ Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

realiza a coleta de dados de forma automática sem passos intermediários fora do software. Uma vez que a filmagem é aberta no Tracker é possível realizar ajustes de calibração das medidas, posicionamento do plano e eixos, escolha do que será analisado e marcação dos pontos de massa. Tutoriais completos de como utilizar o software estão disponíveis no site da OSP e também existem versões em português (LENZ, J. A; SOUSA, W. J.).

O LabCamera é um software voltado para as ciências naturais no geral que permite exploração e registro de dados através de vídeos em tempo real e filmagens. Um manual de utilização em português está disponível no site da Mozaik Education. O software não é gratuito porém possui uma versão de conta gratuita com limite de utilizações.

O CvMob é um ferramenta open source de análise de movimentos desenvolvida por pesquisadores da UFBA. O software é capaz de analisar trajetórias e determinar variáveis cinemáticas a partir de um vídeo e está disponível para download na página oficial (PENÃ et al. 2013).

A disponibilidade desses recursos possibilita a realização de laboratórios didáticos remotos como uma ferramenta para o ensino de física experimental, caracterizando-se como uma alternativa de baixo custo que pode proporcionar uma aprendizagem mais dinâmica dos conceitos físicos.

III - METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em um estudo exploratório quantitativo com o objetivo de propor uma estratégia de uso de softwares educacionais de vídeo análise como uma ferramenta para viabilizar aulas experimentais de física em instituições de ensino que não possuem laboratório de ciências, proporcionando assim o desenvolvimento de habilidades relacionadas à prática experimental como planejamento, coleta e interpretação de dados, elaboração de hipóteses, leitura crítica e raciocínio lógico.

Para isso foram utilizadas filmagens de experimentos e os roteiros das atividades práticas da disciplina de Física Experimental L1 do curso de Licenciatura em Física da UFPE e os materiais disponíveis no Laboratório de Instrumentação para o Ensino da UFPE. As filmagens são de autoria própria. Também utilizou-se dos vídeos disponibilizados no canal do YouTube Física Universitária da Universidade de São Paulo - USP¹¹.

Foram realizadas filmagens dos três experimentos apresentados a seguir.

1) Movimento Unidimensional

Neste experimento uma arruela realiza um movimento retilíneo uniforme numa barra roscada fixa. O objetivo dessa prática é caracterizar o tipo de movimento realizado pela arruela através do método gráfico. A arruela é posicionada no topo da barra e então é liberada para realizar o movimento até atingir o outro extremo. Na barra, são realizadas marcações que dividem-a em cinco intervalos de 10 cm que são usados como referência para registrar o tempo que a arruela leva para percorrer essa distância. Com o uso do Tracker foram obtidos os valores de tempo, distância percorrida e os gráficos que caracterizam o movimento.

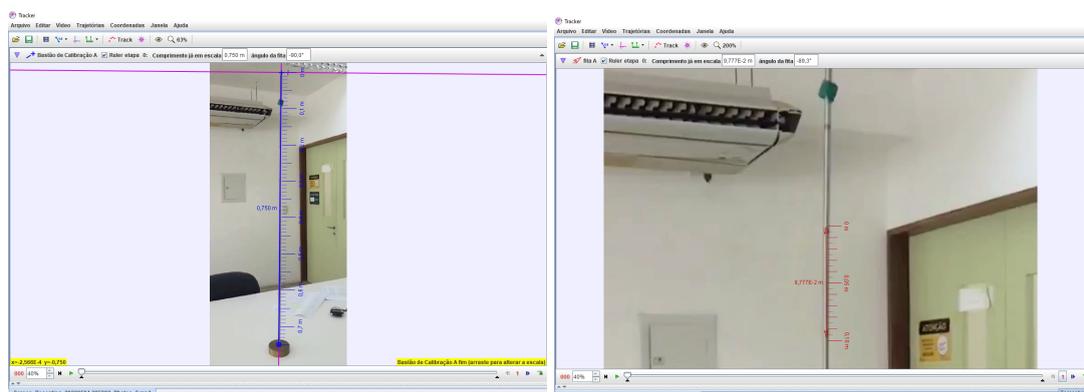


Figura 01 - Calibração da barra com medida realizada no laboratório ($h=75$ cm); 02 - definição dos eixos de coordenadas e conferência da distância entre as marcações na barra com o fita métrica.

Após realizada a calibração, fixou-se o ponto de massa na arruela e a ferramenta de trajetória automática da massa acompanhou o seu movimento na filmagem registrando o tempo e a altura percorrida. Com esses dados o software registrou o gráfico característico do movimento.

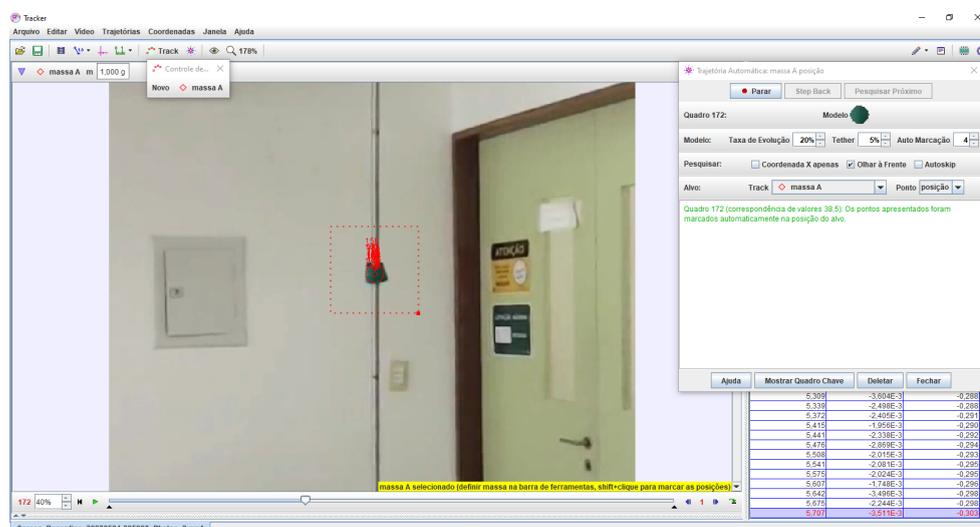


Figura 03 - Ferramenta de Trajetória Automática.

A filmagem também foi utilizada nos software LabCamera e CvMob nos quais foram também obtidos o gráfico que caracteriza o movimento.

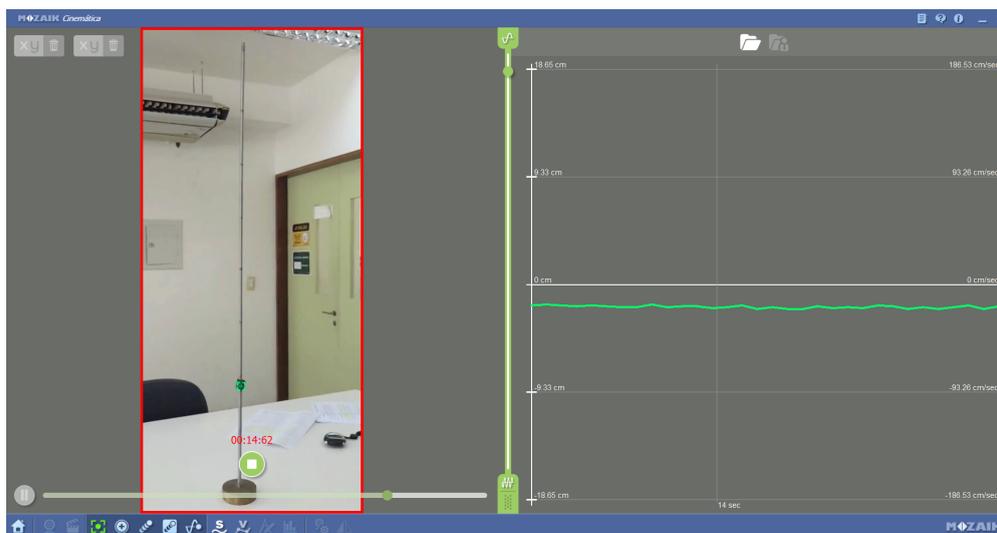


Figura 04 - Análise de vídeo no LabCamera.

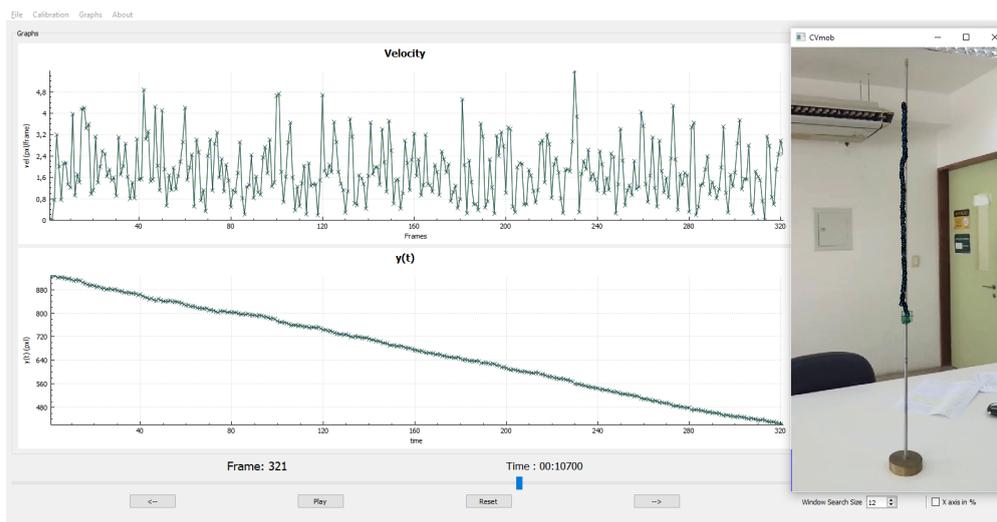


Figura 05 - Análise de vídeo no CvMob. Gráfico velocidade/frame (acima) e posição em y vs. tempo em s (abaixo)

2) Colisões Bidimensionais

Neste experimento observa-se colisões entre duas esferas rígidas inicialmente em repouso. A prática permite estudar conceitos de movimento bidimensional. No Tracker foram encontrados valores referentes aos pontos de queda das esferas num plano de coordenadas XY e também o tempo de queda.

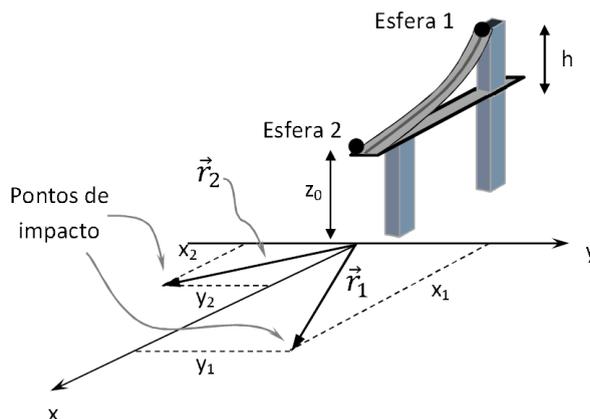


Figura 06 - Aparato experimental para colisões bidimensionais.

Inicialmente a escala foi calibrada e a posição dos eixos de coordenadas foi definida. Na primeira parte do experimento uma das esferas é lançada algumas vezes para que seja registrado o ponto de queda no plano Oxy para assim obter as distâncias percorridas durante a queda. Com os dados obtidos foi possível registrar o tempo de queda livre e a velocidade inicial da colisão.

Na segunda parte do experimento observou-se algumas colisões entre as duas esferas com o intuito de obter as coordenadas dos pontos de queda após a colisão. As colisões foram realizadas colocando a esfera de maior massa no ponto de lançamento marcado anteriormente e a de menor massa colocada sobre um rebaixo na base da rampa, como mostra a figura 04.

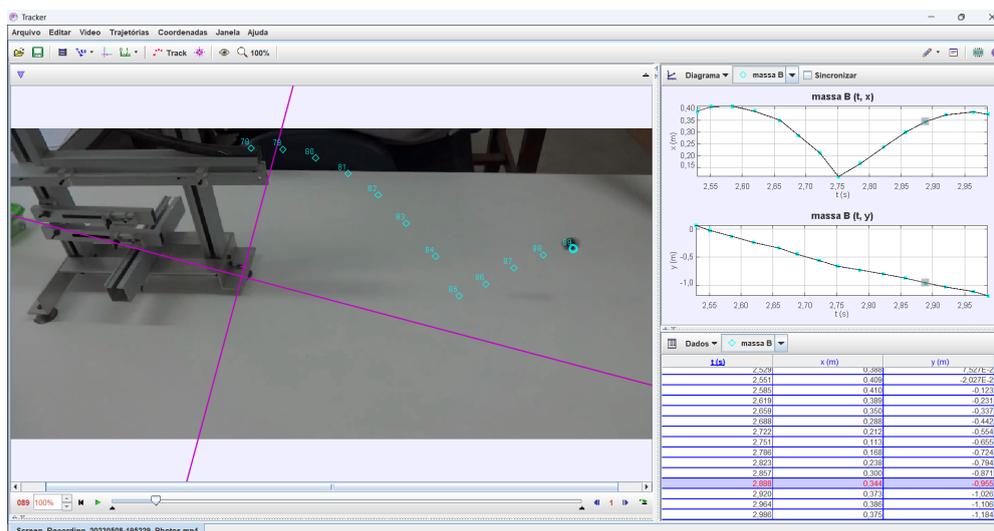


Figura 07 - Primeira parte do experimento no qual foram observados alguns arremessos de uma das esferas.

Gráficos x(m) vs. tempo(s) e y(m) vs. t(s).

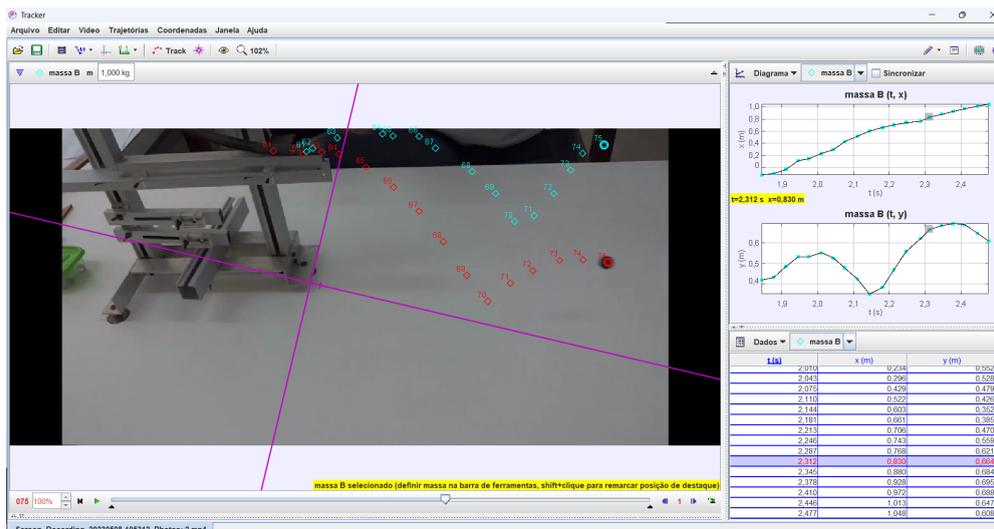


Figura 08 - Segunda parte do experimento no qual foram observadas colisões bidimensionais entre as duas esferas.

3) Pêndulo Simples e Movimento Harmônico Simples

Essa prática tem o intuito de demonstrar o conceito de movimento harmônico simples através da observação de um pêndulo simples com baixa amplitude. No Tracker foi obtido o período de oscilação e foram gerados gráficos que caracterizam o movimento. O software também realiza análises gráficas de ajuste da curva que permitiram obter a função de onda característica do movimento harmônico simples, além de valores para amplitude e número de onda.

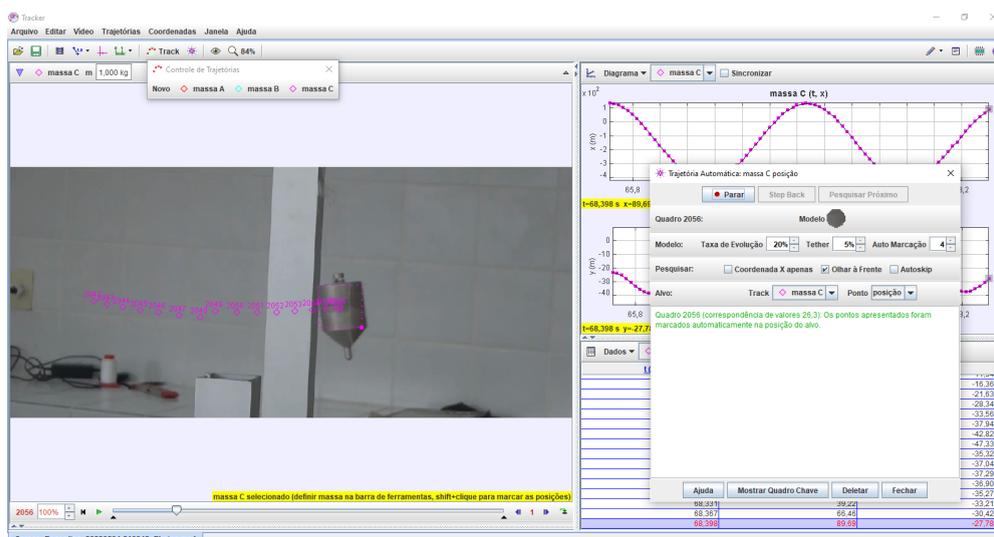


Figura 09 - Análise do movimento do pêndulo simples no Tracker usando a ferramenta de Trajetória Automática.

Para o LabCamera e o CvMob foi utilizado um vídeo de movimento harmônico simples do pêndulo disponibilizado pelo canal do YouTube Física Universitária da

Universidade de São Paulo - USP. Os softwares não conseguiram identificar com clareza o pêndulo da filmagem original, sendo este um vídeo mais complexo com mais quadros/segundo.

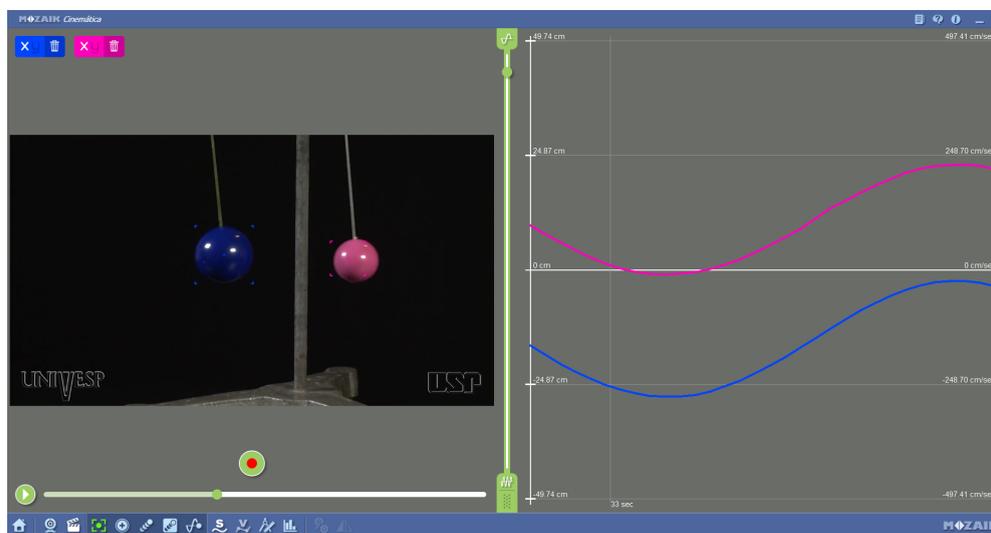


Figura 10 - Análise do vídeo do movimento do pêndulo simples com o LabCamera.

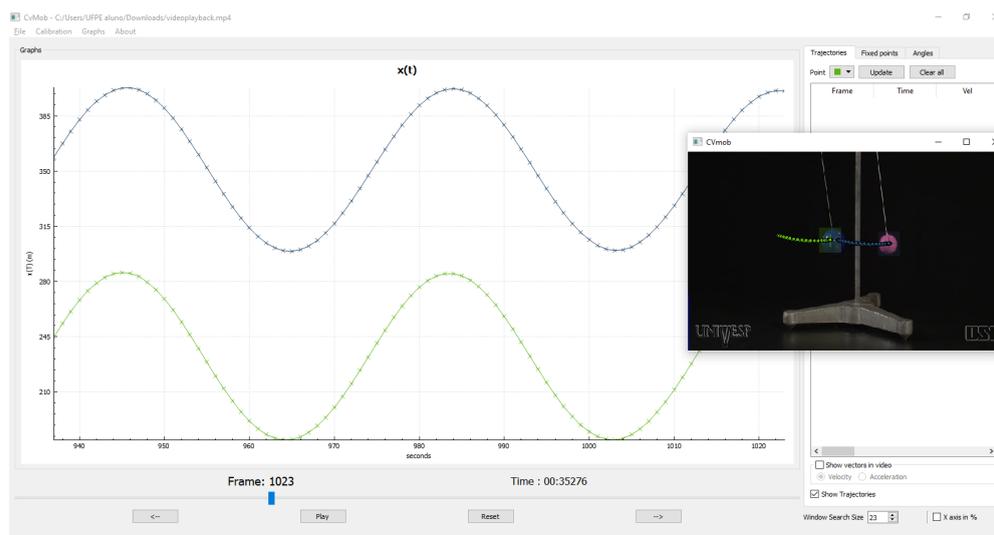


Figura 11 - Análise do vídeo do movimento do pêndulo simples com o CvMob.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES

1) Movimento Unidimensional

O gráfico registrado a partir do vídeo da arruela descendo na barra roscada é característico de um movimento retilíneo sob o eixo Y. No Tracker foram registrados os valores para a altura (y) em função do tempo. A partir dessa tabela de dados, foi possível obter o intervalo de tempo que a arruela levou para atingir cada uma das marcas da barra.

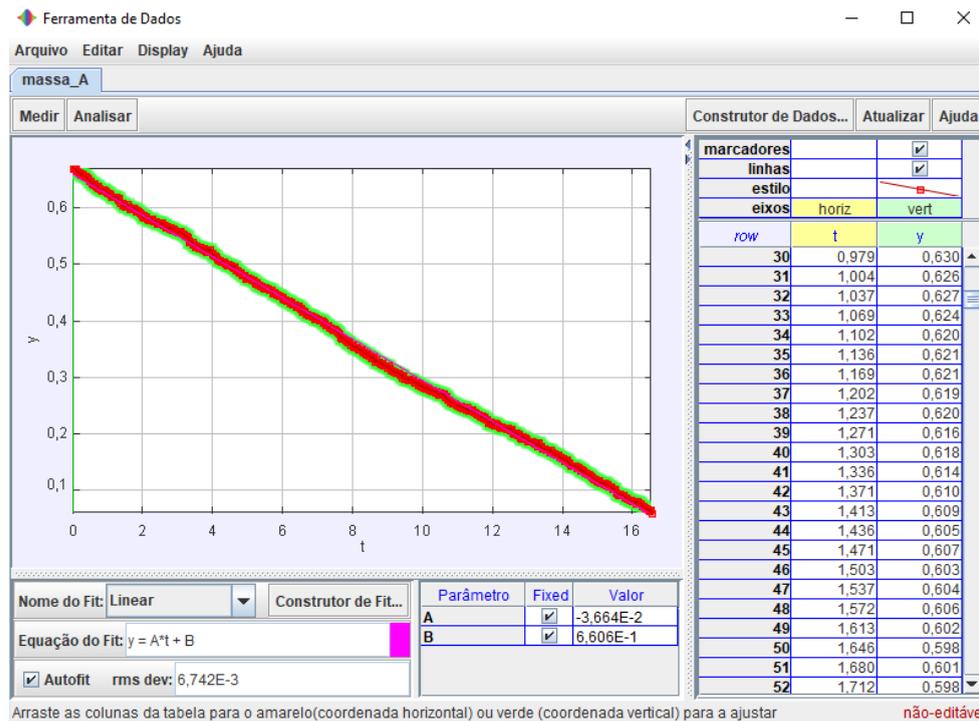


Figura 12 - Ferramenta de dados do Tracker e gráfico gerado pelo movimento da arruela em y em função do tempo.

Observando a análise do movimento, como esperado para um movimento retilíneo, temos um comportamento linear para $y(m) \times t(s)$. No software foi possível registrar o tempo em que a arruela atinge cada marcação.

O roteiro pede que seja realizada uma análise gráfica a fim de encontrar os parâmetros da reta, o software permite realizar o ajuste linear da curva e disponibiliza os valores para os parâmetros A e B, como pode ser visto na figura 10,

$$Y = (-0,036)t + (0,606) \quad (1)$$

equação que caracteriza um movimento retilíneo uniforme com velocidade inicial $-0,036$ m/s e $y_0 = 0,606$ m, o que pôde ser verificado com o software como o ponto em que a arruela passa pela primeira marcação na barra.

O LabCamera e o CvMob também geraram gráficos característicos de um movimento retilíneo.

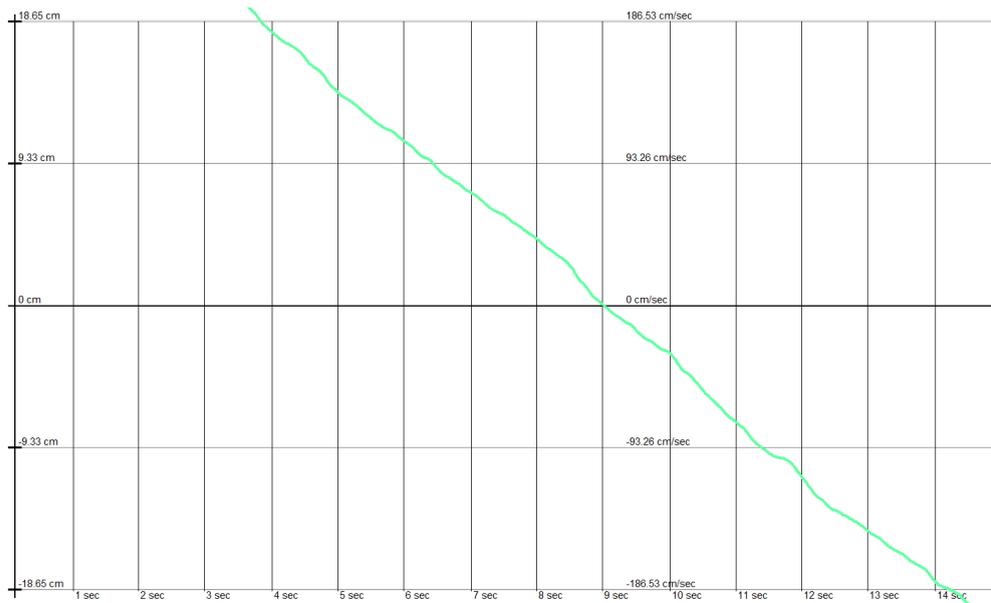


Figura 13 - Gráfico do movimento da arruela sobre o eixo Y em função do tempo no LabCamera.

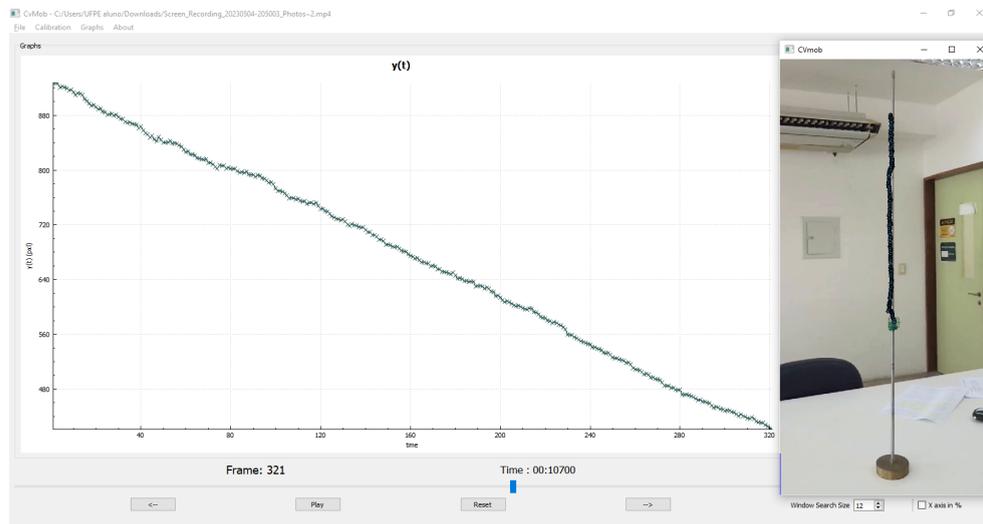


Figura 14 - Gráfico do movimento da arruela sobre o eixo Y em função do tempo no CvMob.

2) Colisões Bidimensionais

O experimento foi realizado em duas partes, na primeira foi obtido o ponto de queda de uma única esfera com o objetivo de determinar a velocidade inicial de colisão.

x_0 (m)	y_0 (m)
0,113	0,655
0,145	0,603
0,131	0,594

0,124	0,633
$X_0 = 0,123$	$Y_0 = 0,630$

Tabela 1 - Pontos de queda da esfera.

Sabendo a altura do lançamento pode-se calcular o tempo de queda livre da esfera.

$$z_0 = 40 \text{ cm}, z(t) = z_0 + \frac{g.t^2}{2} \quad (2)$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2z_0}{g}} = 0,28 \text{ s.} \quad (3)$$

Utilizando $g = 9,781 \text{ m/s}^2$,

$$y(t) = v_0 t + \frac{g.t^2}{2} \quad (4)$$

$$v_0 = \frac{y_0 - \frac{1}{2}gt_0^2}{t_0} \quad (5)$$

$$v_{0x} = -0,93 \text{ m/s e } v_{0y} = 0,88 \text{ m/s.}$$

O momento linear é descrito pela equação $p = mv$ (6), sendo as massas das esferas, medidas numa balança no laboratório, $M = 28,08 \text{ g}$ e $m = 7,05 \text{ g}$, para esta primeira parte usamos a esfera de massa M , logo, $p_{0x} = -0,026 \text{ kg.m/s}$ e $p_{0y} = 0,025 \text{ kg.m/s}$.

A segunda parte do experimento foi a observação das colisões bidimensionais. O Tracker foi utilizado para registrar os pontos de queda das esferas e a partir daí retirar os valores correspondentes às coordenadas x e y após a colisão.

$x_1(M)$	$y_1(M)$	$x_2(m)$	$y_2(m)$
0,296	0,0125	0,307	0,160
0,265	0,0184	0,303	0,116
0,288	0,0192	0,336	0,170
0,277	0,0191	0,348	0,153
0,288	0,0198	0,308	0,164
0,288	0,0198	0,320	0,162
0,298	0,0196	0,284	0,190

$X_1 = 0,288$	$Y_1 = 0,192$	$X_2 = 0,308$	$Y_2 = 0,162$
$\vec{p} = (-0,01)\hat{x} + (-0,04)\hat{y}$		$\vec{p} = (-0,002)\hat{x} + (-0,01)\hat{y}$	

Tabela 2 - Pontos de queda das esferas após a colisão e seus respectivos vetores momento linear p .

Um dos objetivos deste experimento é demonstrar a conservação do momento linear. No aparato que foi utilizado para a filmagem, não foi possível obter um vídeo contínuo e fixo, de forma que os eixos de coordenadas não foram os mesmos para ambas as partes da experiência. Sendo assim, não foi possível verificar a conservação do momento com este vídeo.

3) Pêndulo Simples e Movimento Harmônico Simples

Na primeira parte deste experimento observou-se o período de uma única oscilação do pêndulo liberado a partir de um ângulo pequeno, $\theta \leq 10^\circ$. Foram registrados os períodos de 10 oscilações que resultaram num valor médio $T = 1,45$ s.

O período de oscilação do pêndulo simples é dado por

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

sendo L o comprimento do fio e g a gravidade, o comprimento do fio foi medido no laboratório tal que:

$$L = 52 \text{ cm} = 0,52 \text{ m}$$

$$g = 9,781 \text{ m/s}^2$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0,52}{9,8}} = 1,447 \text{ s} \approx 1,45 \text{ s}$$

O valor obtido para o período de oscilação utilizando a vídeo análise pelo Tracker foi igual ao esperado.

Na segunda parte do experimento foi registrado o tempo de 10 oscilações. Para isso foi utilizada a ferramenta de trajetória automática que registrou as oscilações no gráfico posição vs. tempo. Como esperado, o período de cada oscilação não mudou, uma vez que este depende apenas do comprimento do fio e da aceleração da gravidade, que permaneceram os mesmos.



Figura 15 - Análise das oscilações no Tracker. Gráficos $x(m)$ vs. tempo(s) e $y(m)$ vs. $t(s)$.

O Tracker permite realizar ajustes de curva. Para o caso do pêndulo simples o ajuste utilizado foi senoidal e forneceu a função de propagação da onda que descreve o movimento harmônico simples do pêndulo e seus devidos parâmetros.

$$\psi(x, t) = A \sin(kx - \omega t) \quad (8)$$

$$y(x, t) = (2,688) \sin[(0,043)t + (-3,26)] \quad (9)$$

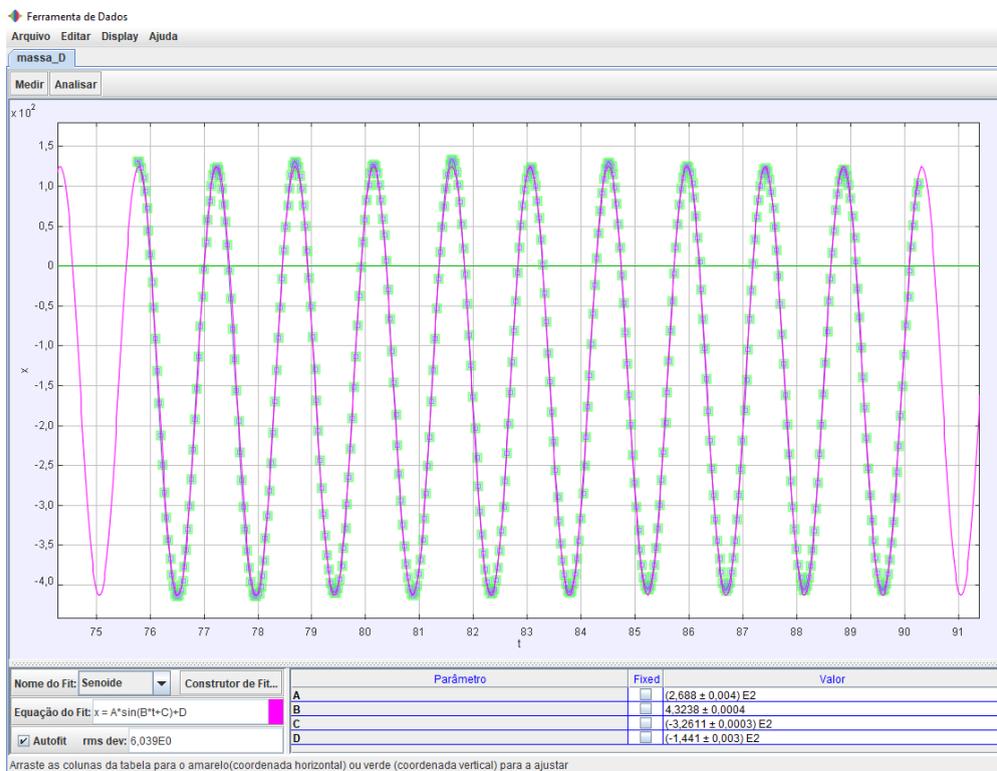


Figura 16 - Gráfico gerado no Tracker que descreve a oscilação do pêndulo em X em função do tempo. A linha em rosa é o ajuste senoidal da reta.

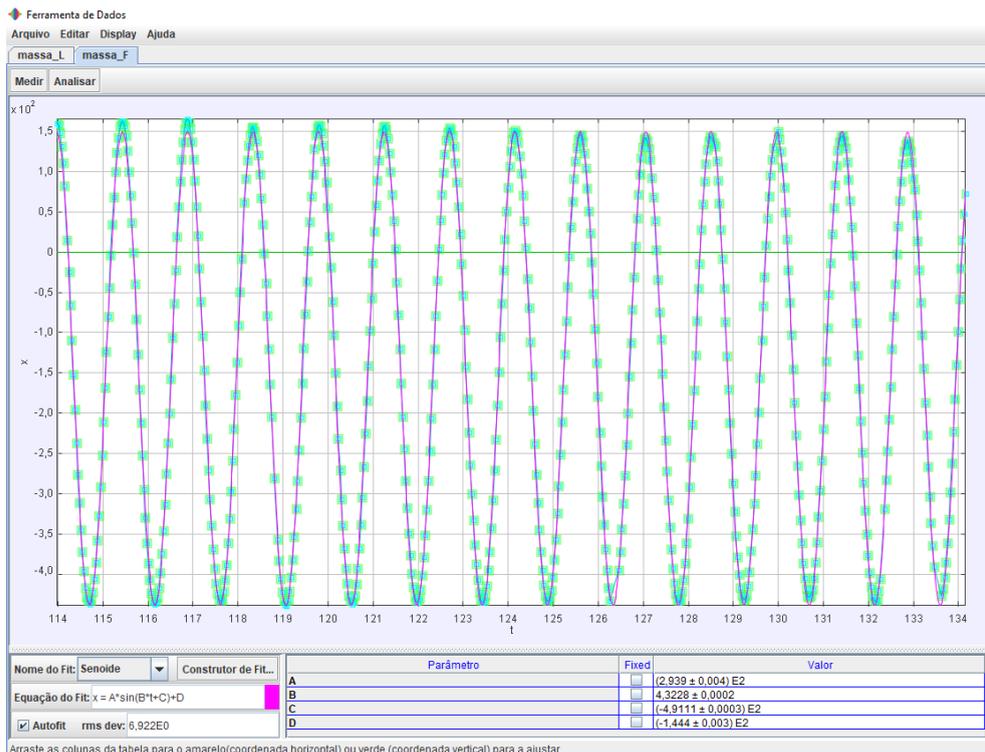


Figura 17 - Gráfico gerado no Tracker que descreve a oscilação do pêndulo em X em função do tempo. A linha em rosa é o ajuste senoidal da reta.

Nos softwares LabCamera e CvMob foram obtidos gráficos que descrevem o movimento oscilatório de dois pêndulos de massas distintas. Como o período de oscilação não depende da massa e os pêndulos estão à mesma altura, os gráficos mostraram, como esperado, que ambos possuem o mesmo período de oscilação.

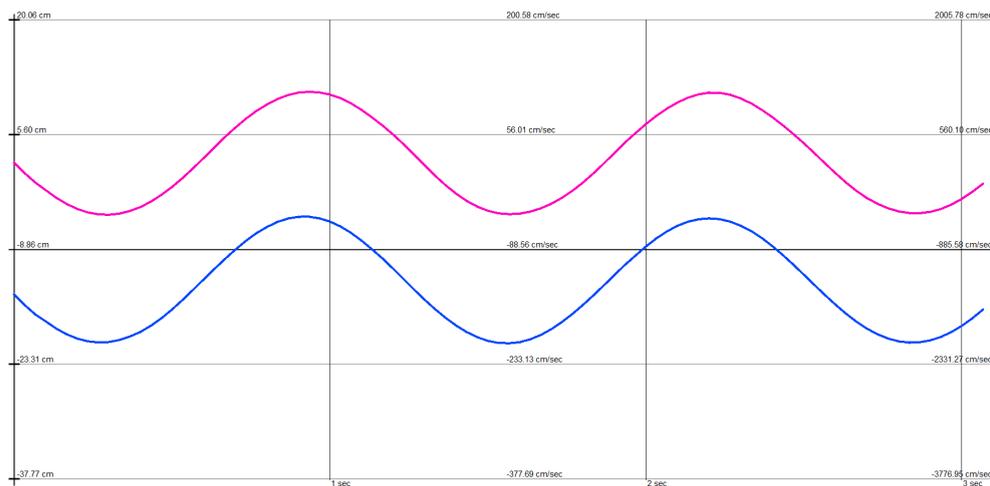


Figura 18 - Gráfico gerado pelo LabCamera que descreve o movimento de oscilação dos pêndulos em função do tempo.

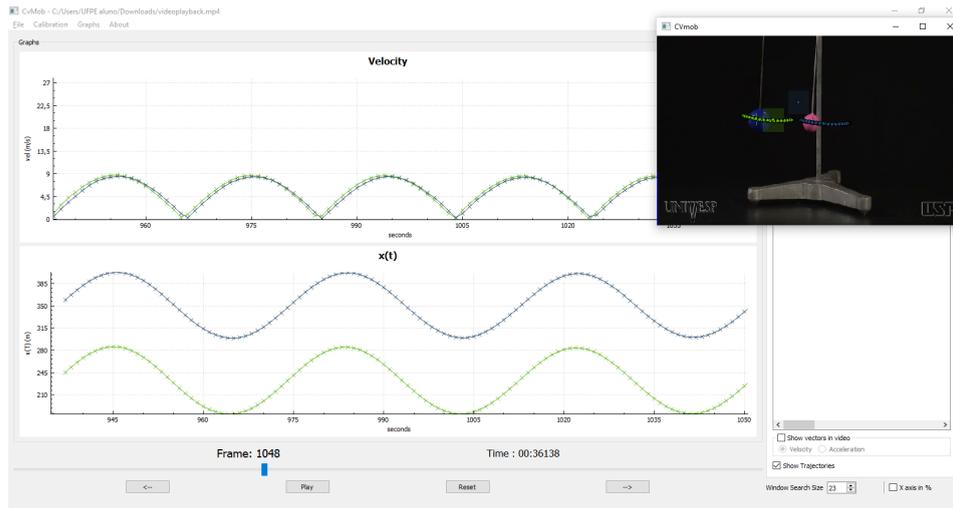


Figura 19 - Gráficos gerados pelo CvMob que descrevem o movimento de oscilação dos pêndulos em função do tempo e a velocidade dos pêndulos em função do tempo.

Quando os pêndulos são colocados a alturas diferentes, a análise gráfica mostra que o período de oscilação não é mais o mesmo, uma vez que ele depende do comprimento do fio.

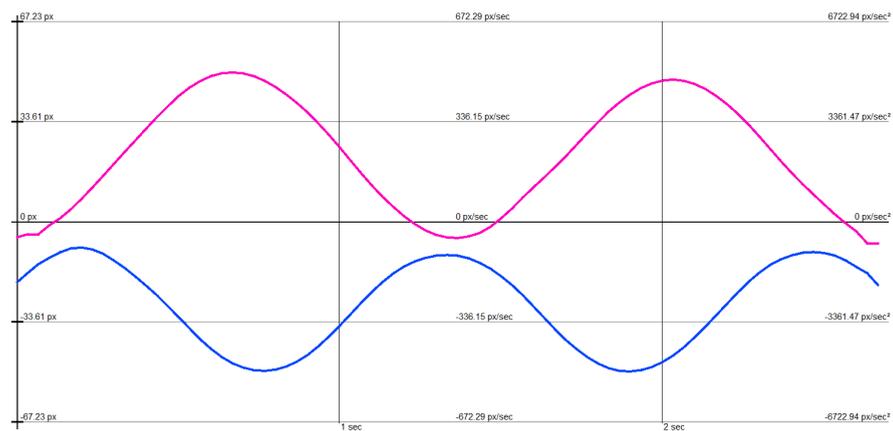


Figura 20 - Gráficos das oscilações dos pêndulos em função do tempo no LabCamera.

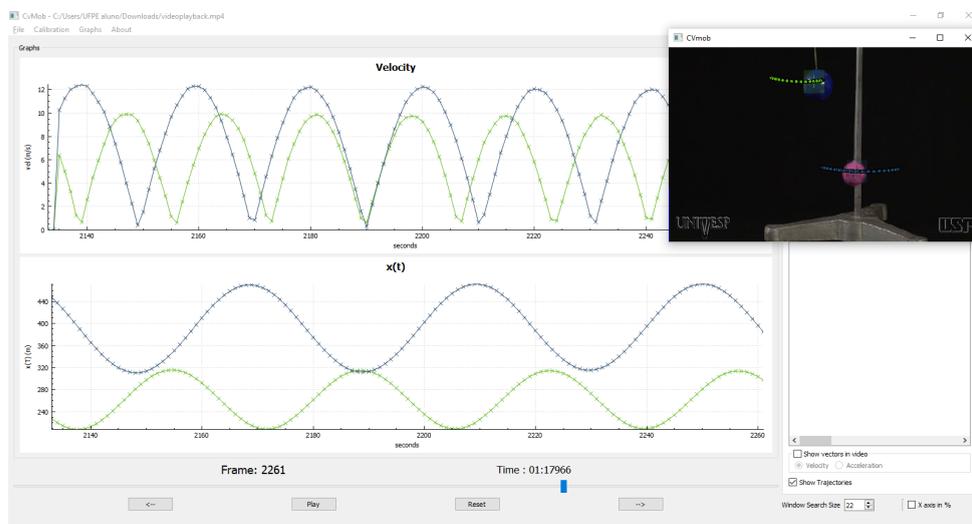


Figura 21 - Gráficos das oscilações dos pêndulos em função do tempo e das velocidades no CvMob.

VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentados softwares de vídeo análise demonstrando a possibilidade de realizar ensino de física experimental com auxílio do computador como uma alternativa para a falta de laboratórios de ciências nas escolas. O uso dos softwares proporciona uma alternativa para a inclusão de experimentos como um auxílio didático para complementar o ensino e contribuir para a aprendizagem.

A técnica de vídeo análise mostrou-se uma ferramenta útil, simples e de baixo custo que permite estudar empiricamente os conceitos físicos abordados em sala de aula através de experimentos, mesmo que a escola não conte com laboratórios de ciências, necessitando apenas de um computador básico e acesso a internet.

Os softwares abordados neste trabalho se mostraram opções promissoras. O Tracker é uma plataforma mais completa e que permite retirar uma análise mais detalhada dos experimentos. Já o LabCamera e o CvMob são ferramentas mais simples, mas bastante acessíveis para o estudo gráfico de movimentos e fenômenos, com o destaque para a versão mobile do LabCamera.

Além dos softwares explorados neste trabalho, existem também aplicativos mobile como o *PhyPhox* plataforma de experimentação física para celular que realiza análise de experimentos em tempo real usando os sensores do smartphone.

A disponibilidade das ferramentas não pode sozinha suprir as necessidades de aprendizagem, é necessário que haja treinamento de professores para utilização e incentivo à implementação das atividades experimentais no currículo, por parte da gestão escolar. A existência dos recursos tecnológicos permitem alternativas para melhoria e facilitação do processo de ensino e aprendizagem das ciências físicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>; Acesso em 13/10/2022.

BRASIL. **Censo Escolar da Educação Básica**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>; Acesso em 13/10/2022.

BRASIL. **Matriz de referência do ENEM**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf; Acesso em 13/10/2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório de resultados do Saeb 2019 : volume 3 : 9º ano do ensino fundamental : Ciências Humanas e Ciências da Natureza**. Brasília, DF: INEP, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2019/resultados/relatorio_de_resultados_do_saeb_2019_volume_3.pdf; Acesso em 10/05/2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Relatório de resultados do Saeb 2021**. Brasília, DF: INEP, 2022. Disponível em: https://download.inep.gov.br/saeb/resultados/apresentacao_saeb_2021.pdf; Acesso em 10/05/2023.

BROWN, D. **Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education**. Disponível em: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>. Acesso em 12/05/2023.

GIROTTTO, Eduardo Donizeti. **Pode a política pública mentir? A Base Nacional Comum Curricular e a disputa da qualidade educacional**. Educação & Sociedade, Campinas, v. 40, e0207906, 2019. Acesso em 10/05/2023.

GOMES, Anderson S. L. (org.) **Letramento Científico: um indicador para o Brasil**. São Paulo: Instituto Abramundo. –2015 disponível em: https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC_Letramento-cientifico_um-indicador-para-o-Brasil.pdf. Acesso em 10/05/2023.

LENZ, J. A. **Tracker/Página pessoal**. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/lenz/tracker>; Acesso em 12/05/2023.

PEÑA, N., CREDIDIO, B. C., CORRÊA, L. P. N. R. M., FRANÇA, L. G. S., CUNHA, M. D. V., SOUSA, M. C. D., MIRANDA, J. G. V. (2013). **Free instrument for**

measurements of motion. Revista Brasileira de Ensino de Física, 35(3), 1-5. Disponível em: <http://www.cvmob.ufba.br>; Acesso em 12/05/2023.

SOUSA, W. J. **A utilização de vídeo análise de sistemas físicos através do software tracker: uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de física.** Araguaína, TO, 2018. Disponível em: https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/g2D56m6qSOgOXFx0tq3Rw/content/Disserta%C3%A7%C3%A3o_WALMIR%20JACINTO%20DE%20SOUSA.pdf; Acesso em 12/05/2023.

UNBEHAUM, Sandra.; GAVA, Thaís M.; ARTES, Amélia. **Panorama de educação STEM no Brasil [livro eletrônico]** / British Council Brasil, Fundação Carlos Chagas. 1. ed. – São Paulo, SP : British Council Brasil, 2023. Disponível em: https://br.live.solas.britishcouncil.digital/sites/default/files/relatorio_completo_panorama_stem_0.pdf?utm_source=bluestudio&utm_medium=download&utm_campaign=British+Council+&utm_id=native. Acesso em 10/05/2023.