

ESTUDO DO MOVIMENTO CURVILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO VIA SOFTWARE TRACKER

Juliana Gomes Rocha¹, Márcio Cleto Soares de Moura², Márcia Cristiane Eloi Silva Ataíde³, Michelle de Paula Madeira⁴, Nilton Ferreira Frazão⁵, Ricardo Gondim Sarmiento⁶

¹Licencianda em Ciências da Natureza pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Membro do GPTEF, Teresina -PI.

² Professor do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Teresina -PI.

³ Professora do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Líder do Grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias e Objetos Educacionais Digitais em Ciências (GEPETO_ED Ciências), Teresina -PI.

⁴ Professora do curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Floriano -PI.

⁵ Professor da Unidade Acadêmica de Física e Matemática, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB.

⁶ Professor do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, Universidade Federal do Piauí, Líder do Grupo de Pesquisa de Tecnologias para o Ensino de Física (GPTEF), Teresina -PI.
E-mail para correspondência: ricardogondim@ufpi.edu.br

Resumo

O *software Tracker* é um programa gratuito desenvolvido para realizar análise de imagens e vídeos de fenômenos físicos, visando aplicação no ensino de Física. É um recurso didático ideal para realização de análise experimentais do Movimento Curvilíneo Uniformemente Variado (MCUV). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo o estudo da MCVU por meio de vídeo análise com o *software Tracker* no ensino da Física. A metodologia se baseia no levantamento bibliográfico de cunho qualitativo e no vídeo análise de um experimento didático confeccionado com materiais reciclados que simula MCVU presente em nosso cotidiano. Através do vídeo análise do experimento, obteve-se os gráficos da posição angular versus o tempo, velocidade angular versus o tempo e aceleração angular versus o tempo, que descrevem o comportamento de um corpo em MCVU. Enfim, a utilização do *software* na área da Física possibilita a criação de vídeos de situações cotidianas pelos usuários e análise de forma crítica e científica. Este recurso alternativo pode despertar a curiosidade dos alunos de forma a estimulá-lo a aprender Física e dos professores a realizar atividades no ensino de Física que fazem a interligação entre a teoria, prática e o cotidiano.

Palavras-chave: *Software tracker*, MCVU, Ensino de Física.

Abstract

The Tracker software is a free program developed to analyze images and videos of physical phenomena, aiming for application in Physics teaching. It is an ideal

teaching resource for carrying out experimental analysis of Uniformly Varied Curvilinear Movement (UVCN). Therefore, the present work aimed to study the UVCN through video analysis with the Tracker software in Physics teaching. The methodology is based on a qualitative bibliographical survey and video analysis of a didactic experiment made with recycled materials that simulates UVCN present in our daily lives. Through video analysis of the experiment, graphs of angular position versus time, angular velocity versus time and angular acceleration versus time were obtained, which describe the behavior of a body in UVCN. Finally, the use of the software in an interdisciplinary way between the area of Physics and everyday life, makes it possible for users to create videos of everyday situations and analyze them in a critical and scientific way. This alternative resource can awaken the curiosity of students in order to encourage them to learn Physics and teachers to carry out activities in teaching Physics that link theory, practice and everyday life.

Keywords: Software tracker, UVCN, Physics Teaching.

1 Introdução

O avanço da tecnologia tem contribuído significativamente para o desenvolvimento da sociedade, proporcionando agilidade ao acesso às informações e eficiência em atividades diárias no âmbito social, industrial e educacional (ALMEIDA; CANTUÁRIA; GOULART, 2021). No campo educacional, a tecnologia se tornou uma das estratégias eficazes para o ensino da Física, considerando as dificuldades que os alunos da educação básica e do ensino superior possuem em compreender os conceitos da disciplina por serem ministrados de forma tradicional.

Tais dificuldades em compreender conceitos físicos parte da premissa que o processo de ensino/aprendizagem não é mediado para a compreensão dos fenômenos físicos e sim apenas para aprovação em testes. Rodrigues e Tomé (2022) discutem que as mesmas narrativas são mencionadas em sala de aula, na qual os alunos não assimilam os cálculos reproduzidos no quadro branco e com isso visualizam a disciplina como “maçante”. Outro fator contribuinte para o não interesse nessa área, é a falta de aproximação entre o conteúdo ministrado e o dia a dia dos alunos. Freitas e Santos (2023) destacam que embora as Ciências da Natureza façam parte do nosso cotidiano, quando seus conceitos são inseridos em sala de aula, não são atrelados a situações reais do dia a dia. A partir disso, conteúdos relacionados a essa área passam a não ter relevância para o grupo de discentes.

Os surgimentos de novas tecnologias vêm incentivando os professores a desenvolverem novas estratégias de ensino, para modificar o cenário educacional. A vantagem no uso da tecnologia na educação está na facilidade

do alcance de informações que podem chegar aos alunos e professores por meio de dispositivos eletrônicos, como celulares e *laptops*, e de recursos visuais, como figuras, vídeos, simuladores, entre outros. Além disso, o espaço da aprendizagem de Física ampliou consideravelmente, visto que uma aula de Física pode ser abordada de forma dinâmica e interativa no ambiente remoto ou presencial com auxílio das ferramentas tecnológicas. Santos e Menezes (2005) presumem que um espaço onde ocorra essa dinâmica interativa proporciona aprendizagem tanto para o professor quanto para o aluno.

A tecnologia digital que vem a tempo ganhando espaço no ensino de Física é o *software Tracker*. O *software Tracker* é uma ferramenta educativa válida com excelentes possibilidades de uso para ensino e pesquisas na área da Física (SILVA, 2022). O *software* é um programa gratuito idealizado para realizar análise de imagens e vídeos de fenômenos físicos, visando o desenvolvimento do ensino de Física (BORDIN, 2020; PARREIRA, 2018). O programa foi desenvolvido por *Douglas Brown* em parceria com o grupo *Open Source Physics* e através do *software* pode se realizar o rastreamento de objetos em movimento, registrando a posição e o tempo por meio da divisão do vídeo em quadros por segundo. As informações da posição e tempo dos objetos permite obter as demais grandezas físicas envolvidas no sistema, em forma de tabelas e/ou gráficos (CRUZ, *et al.*, 2013).

A partir do conhecimento dos recursos disponíveis e a potencialidade no âmbito educacional que o *software* proporciona, é viável a utilização do *software* para o estudo do Movimento Curvilíneo Uniformemente Variado (MCUV). O MCVU é um assunto da Física que descreve um corpo em trajetória circular com aceleração angular constante (LEITE; COSTA, 2021). Portanto, no *software* pode-se acompanhar a trajetória do corpo em MCVU por divisão do vídeo em quadros por segundo e assim marcar a posição e o tempo que são necessários para obtenção de diversas grandezas físicas do MCVU.

Neste sentido, a presente pesquisa teve por objetivo estudar o MCVU, por meio de vídeo análise com o *software Tracker*, no ensino da Física. Espera-se que esse trabalho demonstre as possibilidades benéficas para a utilização de estratégias que envolvam tecnologias digitais para o ensino de Física.

2 Metodologia

A metodologia empregada para o estudo do MCUV, por meio do *software Tracker*, está dividida em três etapas: Métodos da pesquisa; Experimento do MCUV e Vídeo análise do experimento.

2.1 Métodos da pesquisa

O método, deste trabalho, está fundamentado na pesquisa descritiva, delineado por levantamento bibliográfico. A pesquisa descritiva tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno conduzidos pela análise bibliográfica (Gil, 1991). Em termos de análise bibliográfica, a pesquisa desta natureza é constituída pelo agrupamento de informações contidas nos variados modelos de trabalhos publicados com a finalidade de fundamentação teórica para a pesquisa em construção (SOUSA, 2021). Portanto, o levantamento bibliográfico se faz primordial durante todo o processo da escrita.

Sendo assim, o levantamento bibliográfico da pesquisa foi realizado por meio de livros didáticos sobre conteúdo de Mecânica e Cinemática, e Revistas científicas nas áreas de Física, Ciências Naturais e Tecnologia na Educação. A verificação das obras *online* sucedeu através de base de dados *Google Scholar*, sob as palavras-chave: Cinemática, MCUV, Experimentos de Física/Ciências, *software Tracker* e Tecnologia na educação.

Além de ser uma pesquisa descritiva, delineada por levantamento bibliográfico, é de natureza qualitativa. A pesquisa qualitativa não visa a quantificação, mas sim o direcionamento para o desenvolvimento dos estudos que buscam respostas que possibilitam entender, descrever e interpretar fatos (PROETTI, 2017, p.2). Diante do contexto, a busca das respostas desta pesquisa foi por meio de coletas de dados, decorrente da produção do experimento para a simulação do MCUV e do vídeo análise no *Software Tracker*. A partir disso, a análise dos dados baseou-se na interpretação dos resultados em vista aos conceitos contidos na literatura do livro de Física (HALLIDAY e RESNIK, 2012).

2.2. Experimento do MCVU

O experimento didático, que simula o MCVU, foi confeccionado com materiais alternativos e o seu funcionamento foi filmado e analisado no *software Tracker*, ver Figura 1. A escolha em utilizar materiais alternativos/recicláveis corrobora a ideia de Macedo *et al.* (2018), que afirmam que o reaproveitamento de objetos permite que novos ciclos sejam refeitos, tornando a produção sustentável. Os materiais alternativos utilizados para o desenvolvimento do experimento foram tubo e conectores de PVC, polia, papelão, madeira, haste metálica, elástico, celular e suporte para prateleira.

Em posse dos materiais alternativos, o experimento foi confeccionado da seguinte forma:

Figura 1. a) O suporte de apoio a filmagem do experimento consiste em uma cantoneira de prateleira de mão francesa fixada por uma base de madeira. Na parte vertical da cantoneira é colocado dois pequenos cilindros de cano PCV com pequeno corte vertical para encaixe nas hastes da cantoneira. Os canos PVCs são envolvidos por abraçadeira metálica com parafuso ajustável para demarcar a posição e a sustentação do celular. Um elástico é preso nas extremidades dos canos e entre eles é colocado o celular para mantê-lo fixo durante a filmagem;

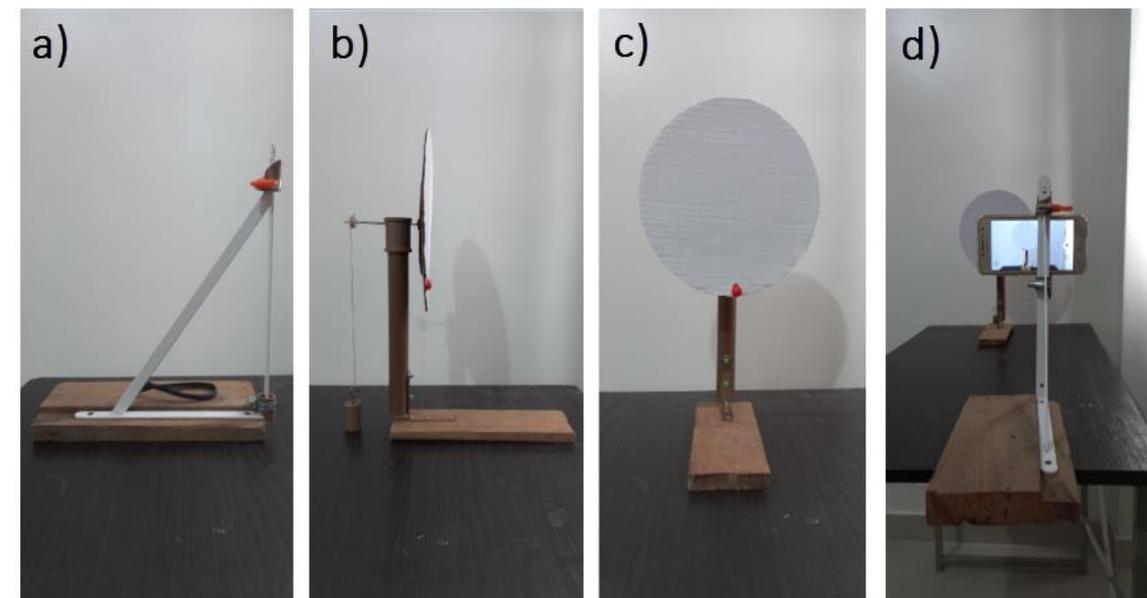


Figura 1: Experimento que simula o MCVU. (a) Suporte para realização da gravação do MCVU (b) Visão de perfil do experimento, (c) Visão frontal do experimento e (d) Gravação do MCVU.

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 1. b) O experimento que simula o MCUV consiste em um disco de madeira que gira em torno do eixo central e de uma marcação na borda do disco para registro do movimento durante a filmagem. Em detalhes, uma extremidade do eixo metálico é fixada perpendicularmente ao centro de um disco de madeira, revertido de papel branco com um marcador vermelho, e a outra a uma pequena polia. O eixo é sustentado por um suporte de PVC fixado por uma base de madeira. Uma extremidade de um barbante é presa na polia e a outra a um pequeno objeto de aproximadamente 4 gramas. O funcionamento do experimento é simples, basta enrolar o barbante na polia até o pequeno objeto alcançá-la, e em seguida solte o objeto. O objeto pela ação da gravidade fará o disco girar e desta forma obtém-se o MCUV;

Figura 1. c) Visão de perfil do experimento MCUV;

Figura 1. d) A gravação do experimento do MCUV para análise no *software Tracker*. No momento da gravação, o posicionamento do celular deve estar frontalmente ao experimento em funcionamento e a uma certa distância que permite enquadrar totalmente o disco em movimento, assim é possível no programa extrair melhor os dados das grandezas físicas.

2.3. Vídeo análise do experimento

O experimento em funcionamento é filmado e gravado no celular. O arquivo de vídeo do MCUV é transferido para o computador e inserido no *software Tracker*, conforme a Figura 2. Na barra de ferramenta do *software*, escolhe-se o ícone “Ajuste de corte de vídeo” para ajustar o intervalo desejável em que o vídeo inicia e termina, com o próprio nome do ícone sugere. Assim que delimita-se o intervalo de vídeo, segue-se com inserção dos eixos de coordenadas na origem do eixo do disco, utilizando o ícone “Mostrar ou ocultar os eixos de coordenadas”.

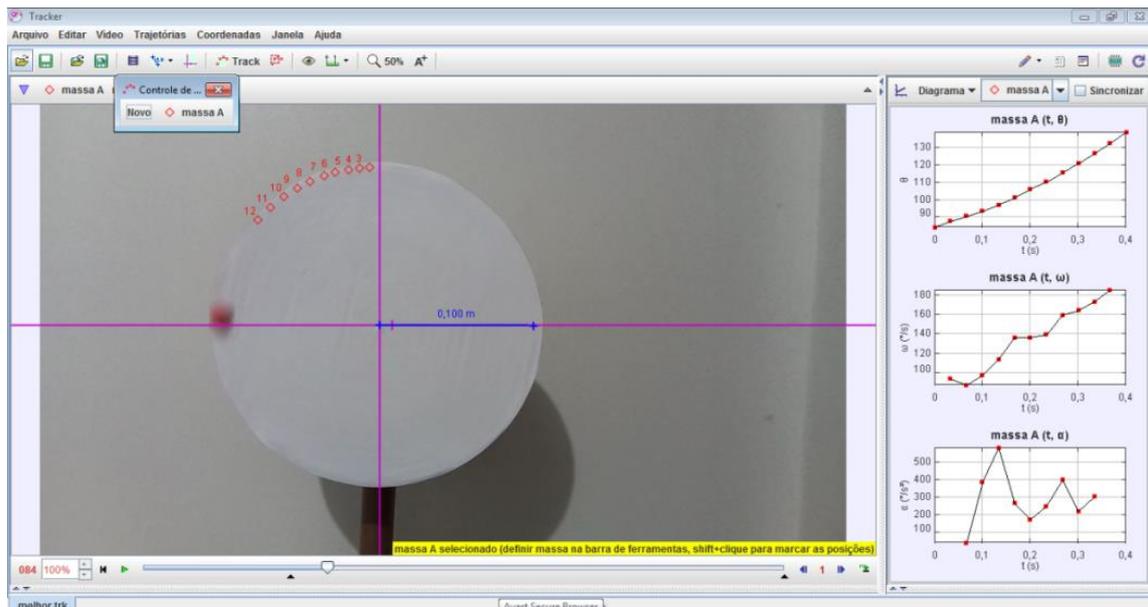


Figura 2: Vídeo análise do MCUV.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para a calibragem do vídeo, utilizou-se o ícone “Fita métrica com transferidor”, a medida escolhida foi o raio do disco que mede 10 cm. Esta ferramenta serve para dimensionar o cenário da imagem virtual com o tamanho real. E finalmente, para definir a trajetória descrita pelo marcador vermelho próximo do arco da circunferência, Figura 2, acessa-se o ícone “Mostrar ou ocultar o controle da trajetória” e em seguida clica-se no “ponto de massa”. A cada clique no marcador vermelho na filmagem no *software*, os dados da posição angular e do tempo são registrados. A partir destes valores, obtém-se as demais grandezas físicas, como: posição angular versus tempo, velocidade angular versus tempo e aceleração angular versus tempo, todos em forma de gráficos ou tabelas.

3 Resultados

Os gráficos da posição angular versus tempo (Figura 3), da velocidade angular versus tempo (Figura 4) e da aceleração angular versus tempo (Figura 5) foram obtidos no *Tracker*.

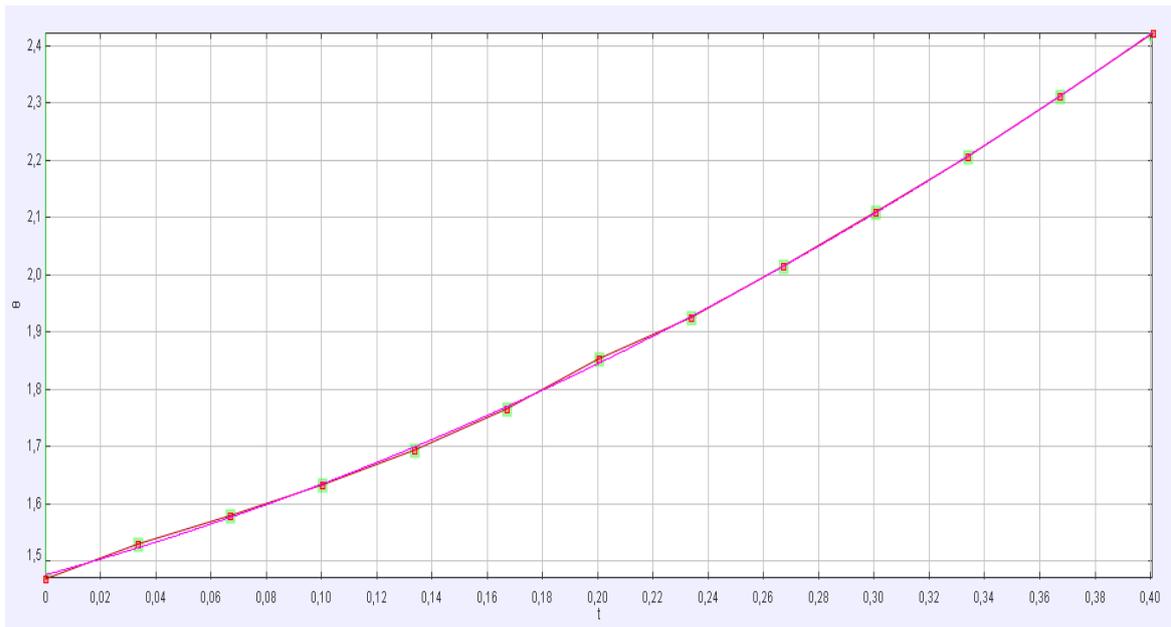


Figura 3. Posição angular (rad) versus o tempo(s).

Fonte: Autoria própria (2023).

O gráfico da Figura 3 mostra a posição angular (rad) em relação ao tempo(s), de um marcador vermelho destacado no disco em rotação em torno do seu eixo. Ao rotacionar, o corpo descreve uma variação na reta de referência θ_1 para θ_2 e esta variação é denominada de deslocamento angular. Cada posição está relacionada ao tempo, sendo a posição angular θ_1 no instante t_1 e θ_2 no instante t_2 (HALLIDAY; RESNICK, 2012).

Através do *software Tracker*, obteve-se a formação de uma parábola, conforme é previsto no MCUV. Além disso, ao indicar a cada ponto traçado a posição angular e a equivalência do tempo, o programa permite aos usuários obterem diversas grandezas físicas referentes ao experimento.



Figura 4: Velocidade angular (rad/s) versus o tempo(s).

Fonte: Autoria própria (2023).

O gráfico da Figura 4 mostra a velocidade angular (rad/s) em relação ao tempo (s). A velocidade angular é obtida da razão entre a variação do ângulo referente ao deslocamento da circunferência de um corpo e o intervalo de tempo (HALLIDAY; RESNICK, 2012). Através do ajuste, pode-se obter a função horária da velocidade com a utilização dos dados fornecidos pelo sistema. Dessa forma, observa-se que a medida que o tempo passa na rotação há um crescimento, aproximadamente linear, da velocidade angular, o que é esperado no MCUV.

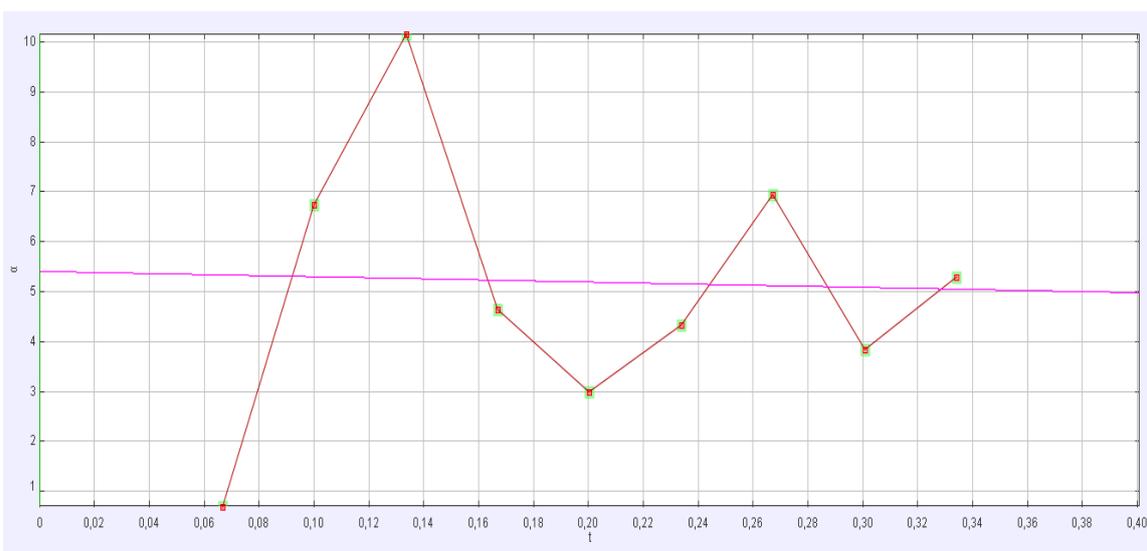


Figura 5: Aceleração angular (rad/s²) versus o tempo (s).

Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 5 representa aceleração angular (rad/s^2) em relação ao tempo (s). O gráfico demonstra que os pontos referentes a aceleração oscilam em relação ao tempo. Halliday e Resnick (2012) descrevem que aceleração angular é a razão da variação da velocidade angular em relação a variação do tempo. No MCUV, a aceleração é constante, mas o gráfico da aceleração do sistema apresenta valores da aceleração oscilantes em torno de $5,07 \text{ rad/s}^2$. Isso pode ser devido à imprecisão na marcação dos pontos no vídeo para análise da grandeza física. No entanto, com o auxílio da reta de ajuste podemos perceber que o sistema tende a manter a aceleração constante em torno da média.

Apesar do *software Tracker* ser um recurso de manipulação fácil para análises de movimentos mais complexos como MCUV, é necessário que o usuário tenha maiores conhecimentos dentro da plataforma, para evitar a produção de gráficos incertos devido a incorreta calibração do sistema ou nos ajustes de posicionamento no momento da análise quadro a quadro. Apesar das oscilações que ocorreram durante a produção dos dados, consegue-se identificar pontos relevantes na utilização do *software*. O mesmo permite a produção de questões a partir dos dados fornecidos, como também a migração desses dados para outras plataformas para comparações ou até mesmo confirmação das análises.

4 Conclusão

O presente trabalho de pesquisa almejou o estudo do MCUV através de vídeo análise no *software Tracker*, calculando suas funções horárias. Com isso, constatou-se que o *software* forneceu resultados significativos na construção de dados, corroborando com a literatura sobre o *Tracker*. Assim, o presente estudo atingiu o seu objetivo e contribuirá para a literatura com as ressalvas observadas na utilização do *software Tracker*. Dentro das constatações apresentadas, compreende-se que para o MCUV, são necessários alguns cuidados durante a produção do experimento, por exemplo, com a velocidade em que o disco gira em torno do eixo e a determinação da captação de um ponto para análise da trajetória.

Sob enfoque educacional, o experimento apresenta manipulação fácil e acessível, podendo ser utilizado em escolas que carecem de laboratórios experimentais de Física, tornando a experiência do aprendizado significativa. Ressalvando que a utilização do *Tracker* como Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) não o torna fonte principal de informações, mas sim um agregador para os conceitos ministrados em sala de aula, aumentando a potencialidade para compreensão do conteúdo.

5 Referências

ALMEIDA, E. V.; CANTUÁRIA, L. L. S.; GOULART, J. C. Os avanços tecnológicos no século XXI: Desafios para os professores na sala de aula. **REEDUC - UEG**, v. 7, n. 2, p. 297-322, ago. 2021.

BORDIN, G. D. JUNIOR, A. G. B. **GUIA DIDÁTICO – VIDEOANÁLISE NO ENSINO DE FÍSICA – UMA ABORDAGEM UTILIZANDO O SOFTWARE TRACKER**. CURITIBA: Ed. UTFPR, 2020.

CRUZ, J. A.; SILVA, E.N.; CARDOSO, T.C.; MATOS, G.A.; PEREIRA, M.M. Análise Quantitativa de movimentos unidimensionais utilizando o software tracker. In: CONNEPI VIII, 2003, Salvador. Anais do Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Salvador: IFBA, 2013. p. 1-7.

FREITAS, G. B.; SANTOS, A. B. M. Ensino do conceito de força centrípeta através de uma atividade prática utilizando material reciclado. **A Física na Escola**, v. 21, n. 1, p. 220805(1)–7, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas S/A, 2016.

HALLIDAY, D. RESNIK, W. **Fundamentos de Física, volume1: Mecânica**. 9ª ed. Tradução Ronaldo Sérgio Biase. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LEITE, C. A. F. COSTA, E. V. **Física I. Pré vestibular social**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2021.

MACEDO, S. da S. *et al.* Uso de material reciclado para a construção de material didático no ensino da matemática. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 3, p. e4883756(1)-12, 2018.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **LUMEN**, v. 2, n. 4. p.1-23, jun. 2017.

RODRIGUES, F. L. O.; TOMÉ, A. F. Estado da Arte do Software Tracker Aplicado ao Ensino de Física. **Essentia (Sobral)**, v. 23, n.1, nov. 2022.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2005, São Leopoldo. **XI Workshop de Informática na Escola - WIE**. São Leopoldo: UNISINOS, 2005. p. 2746-2753.

SILVA, R. L. **Uso do software Tracker para o estudo da cinemática no contexto no mini cânion na cidade de Paquetá-PI**. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2022.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, S. O.; ALVES, L H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n.43, p.64-83, mar.2021.