

UMA ANÁLISE SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE TRACKER PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA EM TURMAS DE ENSINO MÉDIO

AN ANALYSIS ABOUT THE CONTRIBUTIONS OF THE TRACKER SOFTWARE TO THE TEACHING OF CINEMATICS IN HIGH SCHOOL CLASSES

Jorge Lucas de Oliveira Silva

jlos@discente.ifpe.edu.br

Prof. Dr. José Roberto Tavares de Lima

jroberto@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

Diante de um cenário em que o Ensino da Física em sala de aula consiste em exposição de conteúdos e resolução de questões utilizando os modelos matemáticos, sem reproduzir significado, desenvolvemos uma pesquisa que buscou investigar as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de fenômenos físicos dos movimentos de corpos com estudantes de escolas públicas do Ensino Médio utilizando um recurso computacional, o software analisador de sequência de vídeo Tracker®. A dinâmica da pesquisa se desenvolveu em duas sessões experimentais, em que mobilizamos a filmagem de um fenômeno físico de movimento e posterior análise da sequência de vídeo utilizando o software Tracker®¹. Como instrumento de estudo de investigação de ocorrência de aprendizagem significativa, aplicamos dois questionários, um antes da primeira intervenção e o segundo após o final da segunda intervenção. Avaliando os resultados obtidos através da comparação entre dois questionários, acreditamos que o uso do software Tracker® evidenciou avanços e melhorias, traduzindo em ganhos de competências e habilidades. Além disso, a utilização da análise da sequência de vídeo deixou os alunos mais motivados e foi possível perceber um maior engajamento nas atividades, sendo importante e fundamental para se atingir uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Física, Tracker, Ensino.

¹ Software disponível para download gratuito: <https://physlets.org/tracker/>

ABSTRACT

In the context where the teaching of Physics in the classroom involves the presentation of content and problem-solving using mathematical models, without reproducing meaning, we conducted a study that sought to investigate the contributions to the teaching and learning process of physical phenomena involving the motion of bodies with high school students using a computational tool, the video sequence analysis software Tracker®. The research was conducted through two experimental sessions, where we filmed a physical movement phenomenon and subsequently analyzed the video sequence using Tracker®. As a tool for investigating significant learning occurrences, we applied two questionnaires: one before the first intervention and the second after the conclusion of the second intervention. Evaluating the results obtained, we believe that the use of Tracker® software demonstrated progress and improvements, resulting in gains in competencies and skills. Moreover, the use of video sequence analysis motivated the students more and led to increased engagement in the activities, proving to be important and fundamental for achieving meaningful learning

Keywords: Physics, Tracker, Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Os currículos do Ensino Médio da Educação Brasileira são estruturados com o ensino de diversos componentes curriculares. Entre os vários componentes curriculares, o ensino da Física tem se constituído como um dos que os alunos apresentam mais dificuldades em compreender os conteúdos trabalhados em sala de aula (MOREIRA, 2021). Muitas vezes, os próprios estudantes externam uma grande objeção ao seu estudo e questionam a utilização excessiva do ensino de fórmulas sem traduzir um sentido ou uma aplicabilidade em situações do cotidiano (TAFFAREL A, 2021).

O Ensino da Física tem como princípio desenvolver atividades que mobilizem o estudo dos argumentos científicos que buscam explicar os fenômenos físicos que ocorrem na natureza. Para tal ensino, podemos utilizar modelos matemáticos para entender e prever o comportamento das grandezas físicas envolvidas nos fenômenos (VASCONCELLOS, 2008).

Diante dos documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que enunciam que

o ensino de Física tem sido realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (BRASIL, 2000, p.22).

Acreditamos que um dos fatores que provocam tal ocorrência se deve a que boa parte das escolas têm professores de outras áreas atuando no ensino da Física (MELO; CAMPOS; ALMEIDA, 2015), indicado pelo INEP (2019) apontando que cerca de 38% dos professores do Ensino Médio não têm formação na matéria a qual ensina. Diante desse contexto, os professores de outras áreas, frequentemente, têm obtido o acesso aos saberes através de sites na internet e livros didáticos e procuram

reproduzir os conteúdos com ênfase na linguagem matemática (ARAÚJO; ABID, 2003).

Perante o problema na dinâmica do Ensino da Física, acreditamos que seja necessário a inserção de tecnologias que busquem dar significado ao que se aprende e que amenize a carga matemática do estudo.

Na literatura científica, encontramos pesquisas que investigam o uso de tecnologias que buscam auxiliar o ensino com uma abordagem mais significativa. Barroqueiro (2011), estudou sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação em escolas brasileiras e detectou que ocorreu um aumento na utilização de aparelhos celulares entre os alunos de escolas públicas. Para Zanela (2008), o professor deve exercer um papel inovador, competente e comprometido com o advento das novas tecnologias, buscando estudá-las para adquirir conhecimento e viabilizando o uso de novas tecnologias, o que provocam grande impacto na educação.

Diante desse contexto, percebe-se que há um despreparo por parte dos professores das escolas públicas de ensino médio no Brasil com respeito ao processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais, particularmente a Física (STORI et al., 2009). Várias escolas não possuem laboratório de Ciências ou não possuem equipamentos adequados para a realização dos experimentos, fazendo com que os estudantes não tenham a oportunidade de vivenciar processos de ensino e aprendizagem concretos, implicando em um ensino pouco significativo. Por outro lado, uma grande parte das escolas públicas do Brasil possuem laboratório de Informática, o que possibilita a utilização de outras tecnologias, inclusive o uso de vídeo análise nas aulas de Física (LOPES, SILVA, SOUZA, 2023).

Kenski (2007) estudou o uso de tecnologias relacionadas às práticas pedagógicas, e percebeu que seu uso representa uma possibilidade a mais para os professores, pois estimulavam o aprendizado, fazendo com que os alunos investiguem as soluções para os problemas, e provoque um intenso fortalecimento na relação entre aluno e professor.

Um estudo realizado por Ortiz e Krause (2016) mostrou que a utilização do software Tracker® em situações de aulas no ensino médio teve um resultado positivo, oferecendo uma melhor compreensão dos conceitos e das teorias físicas, que normalmente se apresentam com dificuldade de comprovação prática.

Com a intenção de ampliar o uso de tecnologias no Ensino, propomos uma investigação sobre as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de fenômenos físicos dos movimentos de corpos com estudantes do Ensino Médio ao utilizar um recurso computacional, especificamente o software analisador de sequência de vídeo Tracker®. Como instrumento de análise destas contribuições no processo, iremos utilizar a comparação das respostas a um questionário aplicado antes do estudo dos fenômenos e as respostas a um outro questionário ao final do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Como as tecnologias contribuem para o ensino

A integração das tecnologias no ambiente escolar tem se mostrado uma ferramenta poderosa para transformar o processo de Ensino e Aprendizagem. A facilidade de acesso à informação, proporcionada pela internet, permite que alunos e

professores explorem uma vasta gama de conteúdos educacionais, como plataformas online, sites educacionais e bibliotecas digitais, que oferecem recursos que vão além dos livros didáticos tradicionais, permitindo que os alunos se aprofundem em temas que tenham interesse e desenvolvam habilidades de pesquisa. Essa democratização do conhecimento não apenas enriquece o aprendizado, mas também promove uma maior autonomia entre os estudantes (LIMA, ARAÚJO, 2021).

As tecnologias favorecem a personalização da aprendizagem. Softwares educativos e aplicativos interativos possibilitam que cada aluno aprenda no seu próprio ritmo, adequando o conteúdo às suas necessidades e estilos de aprendizagem. Esse é um aspecto crucial para atender a diversidade presente nas salas de aula, em que diferentes alunos possuem níveis variados de compreensão e habilidades e a utilização de recursos tecnológicos pode, portanto, garantir que todos tenham a oportunidade de alcançar seu potencial máximo, promovendo uma educação mais inclusiva e equitativa (MEDEIROS, SANTOS, 2024).

As ferramentas tecnológicas fomentam a colaboração e o engajamento dos alunos, como em ambientes virtuais de aprendizagem e plataformas de comunicação, que permitem que os estudantes interajam e trabalhem em projetos conjuntos, mesmo à distância. Essa colaboração não só enriquece a experiência educacional, mas também prepara os alunos para o mercado de trabalho, em que habilidades de trabalho em equipe e comunicação são essenciais. Em sala de aula a interatividade proporcionada pelas tecnologias, deixam as aulas mais dinâmicas, despertando o interesse dos alunos e contribuindo para um aprendizado mais significativo e eficaz (FREIRE et al, 2023).

2.2 Apresentando o software Tracker®

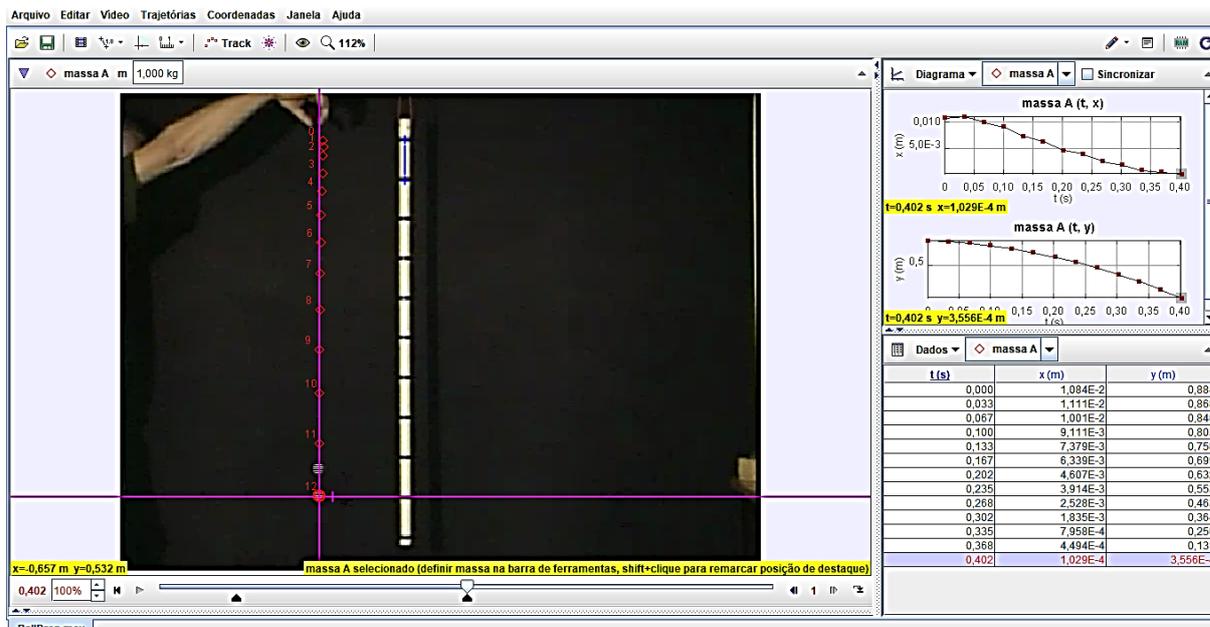
Tracker® é um software que analisa vídeos de movimentos que foi projetado, em 2013, por Douglas Brown, professor do Cabrillo College, localizado na Califórnia, nos Estados Unidos da América. Dentre os diversos recursos disponíveis, possui a calibração de medidas, divisão do vídeo em quadros por segundo, exibição de gráficos e dados do movimento estudado e rastreamento da posição de um objeto.

O funcionamento de uma aplicação no software Tracker® consiste na importação de um vídeo gravado de um movimento de corpos, e posterior calibração das dimensões, permitindo analisar, detalhadamente, o movimento dos objetos e inserção de representações dos vetores de velocidade e/ou aceleração instantâneos. O software Tracker® consegue identificar automaticamente a quantidade de quadros por segundo do vídeo gravado e permite criar gráficos cartesianos relacionando as grandezas físicas e tendo a opção de ajustes das grandezas de análises das curvas, tais como: energia, aceleração, velocidade, posição e outros. A tela, como ilustrado na Fig. 1, do Software Tracker®, também exibe uma tabela com os dados das grandezas desejadas para cada instante de tempo do movimento estudado.

A utilização do Tracker® pode proporcionar diversos benefícios ao estudante: *Aprendizagem ativa* (permite que os alunos interajam de maneira mais dinâmica com o conteúdo, promovendo uma aplicação prática do conhecimento em atividades concretas); *Conexão entre teoria e prática* (vídeos utilizados pelos estudantes ilustram conceitos teóricos de forma visual, assim facilitando a compreensão, fazendo a aplicação desses conceitos em contextos reais); *Estimulação da curiosidade* (os experimentos despertam o interesse dos alunos, incentivando-os a buscar mais

conhecimento sobre os temas abordados); *Trabalho em equipe*; *Interpretação de gráficos* e *Desenvolvimento de habilidades técnicas*:

Figura 1 – Captura da tela de trabalho do software Tracker®



Fonte: Autoria Própria (2024)

Dentre várias ferramentas de análise de vídeos tais como: Physics Toolkit (2013), Videopoint (2013), Logger Pro (2013), Measurement in Motion (2013) e Alberti's Window Motion Visualizer (2013), a escolha do Tracker® se deu, pois, além de ser gratuito se apresenta como uma ferramenta com fácil grau de aprendizado. Destaco como pontos positivos que contribuíram na escolha do Tracker®: *Gratuito e de código aberto*; *Interface simples e intuitiva*; *Multifuncionalidade* (análise de movimento, rastreamento automático de objetos, medições de coordenadas e gráficos); *Aplicações educacionais*; *Personalização* (permite ajustar parâmetros de rastreamento, como o modelo de calibração de escala, e adicionar marcadores manuais para melhorar a precisão dos resultados); *Exportação de dados* e *Compatibilidade multiplataforma* (funciona em diferentes sistemas operacionais, como Windows, macOS e Linux).

Uma das limitações do software Tracker® é a sua resolução temporal, já que depende da resolução do vídeo gravado. Ou seja, caso o vídeo seja gravado com poucos quadros por segundo, um objeto em deslocamento geralmente aparecerá na imagem com imprecisão, como podemos visualizar o corpo com aspecto borrado na Fig. 2, dificultando o estudo do movimento.

Outros pontos negativos do Tracker® são: *Desempenho limitado com vídeos complexos* (vídeos com muita poluição visual, sobreposições ou movimentos rápidos e caóticos, o Tracker® pode ter dificuldade para rastrear com precisão, necessitando de intervenções manuais frequentes); *Rastreamento manual em alguns casos*: (para vídeos de baixa qualidade ou com objetos difíceis de rastrear, o usuário pode precisar inserir manualmente os pontos de rastreamento, o que pode ser demorado); *Falta de suporte para alguns formatos de vídeo* (em alguns casos, pode ser necessário converter vídeos para formatos compatíveis com a ferramenta, já que ela não suporta todos os tipos de arquivo de vídeo) e *Limitações de recursos avançados* (comparado a softwares comerciais ou mais avançados, o Tracker® tem menos recursos para

análises complexas, como reconhecimento de padrões, machine learning ou segmentação de objetos sofisticados).

Figura 2 – Frame de um vídeo com objeto em Queda Livre



Fonte: Autoria Própria (2024)

Em um estudo realizado por Ortiz e Krause (2016), foi realizada uma pesquisa com professores que ensinavam a disciplina de Física, e 43% deles não tinham formação específica em Física. Conseguiram evidenciar que houve grande aceitação do uso do Tracker® perante os estudantes do ensino médio e que facilitou a compreensão e o entendimento de teorias, muitas vezes difíceis de demonstração prática.

Gordiano (2019) utilizando o Tracker® realizou um estudo que tinha o objetivo de aprimorar o ensino de física na educação básica. O trabalho foi realizado durante os anos de 2016 e 2017 em uma turma do ensino médio. Nesse contexto, foram empregadas vídeo análises e orientações em experimentos práticos, promovendo a interação entre os alunos e os conteúdos abordados. Ao finalizar o estudo, Gordiano constatou que o uso do Tracker® contribuiu significativamente para o ensino de física, facilitando a visualização e compreensão de movimentos simples e complexos. Além disso Gordiano destacou a importância da interação entre professor e aluno, com questionamentos instigantes, com a intenção de manter o foco dos alunos e garantir o engajamento nas atividades. O estudo mostrou que a utilização dessas ferramentas motivou tanto professores quanto alunos, ampliando o interesse e a busca por conhecimento, além de incentivar a escolha de carreiras acadêmicas nas áreas de matemática, ciências e engenharia.

Pereira (2017) investigou o impacto do uso do Tracker® no ensino de Física para alunos do Ensino Médio. O estudo centrou-se na análise de vídeos de experimentos de queda livre e lançamentos, o trabalho teve como objetivo principal relatar a

utilização do Tracker® como um recurso auxiliar no ensino do movimento e verificar as contribuições da utilização da ferramenta no entendimento e motivação dos alunos. Os resultados mostraram uma melhoria no aprendizado dos alunos, onde através de testes realizados pelo autor, ele identificou uma evolução de 14 % para 78 % em respostas certas.

2.3 Apresentando alguns conceitos da Cinemática

A Cinemática é uma área do Ensino da Física que comumente é um dos primeiros conteúdos vivenciados pelos estudantes do Ensino Médio, e trata do estudo dos movimentos dos corpos e das partículas sem se preocupar com as suas causas, e prioriza o estudo sobre o comportamento no decorrer do tempo das grandezas físicas posição, velocidade e aceleração (DIAS, 2018).

Na Cinemática, para se estudar um movimento, encontramos a utilização de vários termos que se referem a conceitos físicos básicos que precisamos conhecer para entendermos os textos descritivos sobre o movimento estudado.

2.3.1 Conceitos básicos da Cinemática

Na introdução do estudo da Cinemática, podemos destacar alguns conceitos físicos básicos que devem ser expostos: Velocidade e Aceleração.

2.3.1.1 Definição de Velocidade Média

O termo Velocidade Média é usado para quantificar a relação entre a distância percorrida e o intervalo de tempo utilizado, como exposto na Eq. 1, em que o termo V_m expressa a velocidade média, ΔS expressa a distância percorrida e o Δt representa o intervalo de tempo (DIAS, 2018).

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

2.3.1.2 Definição de Aceleração Média

A aceleração escalar média está diretamente ligada à variação da velocidade de um corpo no decorrer do tempo, aumentando ou diminuindo sua velocidade, podemos calcular a aceleração escalar média utilizando a Eq. 2, onde: α representa a aceleração, Δv representa a variação de velocidade e Δt representa o intervalo de tempo (DIAS, 2018).

$$\alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

2.3.2 Estudando os movimentos dos corpos

Cinemática é o ramo da mecânica que estuda o movimento dos corpos sem levar em conta a origem do movimento. Ela estuda conceitos como posição, deslocamento, referencial, trajetória, entre outros. Essa área de estudos da Física permite que o movimento seja equacionado, dessa forma, é possível prever a posição, a velocidade ou quaisquer outros parâmetros do movimento de um móvel em instantes posteriores ao presente."

2.3.2.1 Movimento Uniforme

O Movimento Uniforme (MU) é o movimento no qual a velocidade do corpo estudado não sofre alteração durante toda a sua trajetória. A posição do corpo no Movimento Uniforme pode ser monitorada através da Equação Horária do Espaço, representada na Eq. 3 em que S representa a posição final do corpo, S_0 representa a posição inicial, v representa a sua velocidade e t representa o instante de tempo (DIAS, 2018).

$$S = S_0 + v \cdot t \quad (3)$$

2.3.2.2 Movimento Uniformemente Variado

O Movimento Uniformemente Variado (MUV) possui uma variação de velocidade, ou seja, há uma alteração em sua velocidade. Porém, a variação da velocidade é disciplinada por uma razão constante, denominada de Aceleração (HELOU D, GUALTER J, NEWTON V, 2012).

No estudo do Movimento Uniformemente Variado, utilizamos equações que representam o comportamento das grandezas envolvidas nesses movimentos. Podemos destacar a função horária do espaço que permite acompanhar a Posição do corpo em um instante desejado, representada na Eq. 4, onde S representa a posição final do corpo, S_0 a posição inicial, V_0 a velocidade inicial, t o tempo desejado e α representa a aceleração escalar.

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{\alpha \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

Outra equação, no caso a função horária da velocidade que permite acompanhar a velocidade do corpo em um instante desejado, exposta na Eq. 5, em que V representa a velocidade final do corpo, V_0 a velocidade inicial, α a aceleração escalar do corpo e t representa o tempo.

$$v = v_0 + \alpha \cdot t \quad (5)$$

Uma terceira equação que permite estudar a relação entre as velocidades inicial e final sem depender do tempo, conhecida como Equação de Torricelli, representada na Eq. 6, em que V representa a velocidade final do corpo, V_0 a velocidade inicial, α a aceleração escalar e ΔS o espaço percorrido.

$$v^2 = v_0^2 + 2\alpha \cdot \Delta S \quad (6)$$

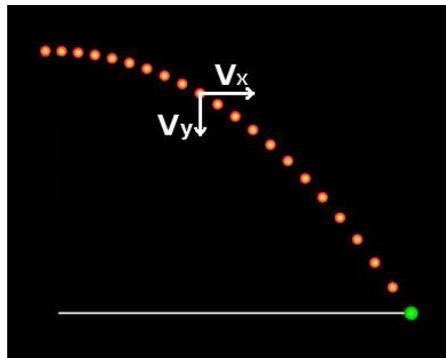
2.3.2.3 Lançamento Horizontal

O Lançamento Horizontal pode ser estudado a partir da decomposição de dois movimentos simultâneos, um sendo um movimento na direção horizontal e um outro movimento na direção vertical. Um exemplo poderia ser o de uma bola sendo lançada a partir de uma mesa, e após abandonada descrever um Lançamento horizontal com trajetória semi-parabólica (CAVALCANTE, 2020).

Podemos utilizar as equações do Movimento Uniformemente Variado, representado pelas Eq. 4, 5 e 6, para o movimento na direção vertical já que ele acontece com aceleração constante, no caso a aceleração da gravidade. Enquanto

no estudo do movimento na direção horizontal, que consiste em um Movimento Uniforme com a velocidade constante, podemos utilizar a Equação Horária do Espaço, representada pela Eq. 3. A composição dos dois movimentos descreverá ao corpo uma trajetória parabólica, como representado na Fig. 3.

Figura 3 - Trajetória de um corpo após um Lançamento Horizontal



Fonte: Cavalcante (2020)

3 METODOLOGIA

A metodologia na qual foi feita à pesquisa, foi em um modelo quali-quanti, pois esse modelo de pesquisa une a descrição, classificação e interpretação de informações de caráter empírico (baseadas em entrevistas, grupos focais, fenômenos etc.) à análise de estatísticas e dados numéricos.

O método de pesquisa Quali-quanti combina métodos qualitativos e quantitativos para obter uma compreensão mais completa de uma pesquisa. Essa abordagem é conhecida como pesquisa mista e pode proporcionar uma visão mais rica e detalhada ao explorar tanto dados numéricos quanto contextuais.

A pesquisa Quali-quanti ou método misto, como denominam Creswell e Clark (2007), apresentam uma tipologia muito utilizada nas Ciências Sociais. Com o objetivo de sistematizar a utilização da pesquisa Quali-quanti, os autores definem quatro tipos metodológicos da pesquisa mista: *Triangulação* (compara dados estatísticos com dados qualitativos obtidos simultaneamente); *Embutido* (o conjunto de dados quantitativos apoiam dados qualitativos ou vice-versa, ambos obtidos simultaneamente); *Explanatório* (dados qualitativos são utilizados como explicação para resultados quantitativos ou vice-versa) e *Exploratório* (os resultados qualitativos contribuem para o desenvolvimento do subsequente método quantitativo).

3.1 Campo e Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com um grupo de 14 estudantes do Ensino Médio pertencentes a diferentes escolas públicas dos municípios de Sanharó, Pesqueira e Belo Jardim. Os sujeitos da pesquisa foram convidados a participar da intervenção a partir do ciclo de amizade de dois sobrinhos do pesquisador. Desta forma, tivemos estudantes de escolas das três cidades, 5 (cinco) pertencentes ao 1º Ano, 6 (seis) ao 2º Ano e 3 (três) estudantes do 3º Ano do Ensino Médio.

A intenção inicial era fazer as intervenções com alunos do IFPE campus Pesqueira, porém, com a ocorrência da greve das universidades públicas por três meses, inviabilizou tal intenção e decidimos realizar com um grupo de alunos que faziam parte de grupo de relacionamento mais próximo do pesquisador.

A intervenção didática com a utilização do software Tracker aconteceu no espaço da Escola Municipal Nossa Senhora do Carmo no distrito de Mulungu na cidade de Sanharó em Pernambuco, essa localidade foi escolhida por ficar na mesma região onde o pesquisador e os alunos residem.

Os fenômenos da Cinemática são estudados durante o curso do 1º Ano do Ensino Médio. Daí, a escolha desse grupo de alunos, com uma diversidade de distribuição nas séries do Ensino Médio, permitiu trabalhar com estudantes que estavam vivenciando os conteúdos pela primeira vez quanto, com alunos que já tinham vivenciado anteriormente.

3.2 Procedimentos Metodológicos

A metodologia que adotamos para a coleta de dados consistiu numa aplicação de questionários que foram respondidos pelos alunos antes e depois da vivência utilizando o software Tracker® em cada uma das 2 aulas abordando fenômenos da Cinemática. Nessas aulas foram realizadas algumas experimentações. Com a finalidade de facilitar o entendimento da sequência de ensino adotada, destacamos os procedimentos metodológicos no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos Procedimentos Metodológicos

Atividade	Descrição
Familiarização do Pesquisador com o Software Tracker®	Inicialmente, dedicamos um tempo para que realizássemos um estudo sobre o uso do Software Tracker® a fim de proporcionar uma familiarização com a ferramenta e refletir sobre o seu uso auxiliando no ensino de fenômenos da Física
Escolha dos experimentos	Dedicamos um tempo para levantar experimentos e selecionamos dois fenômenos: Queda livre e Lançamento Horizontal, pois são assuntos que geralmente são explorados nos primeiros contatos com a Cinemática
Elaboração e Planejamento do Roteiro da Intervenção	Período dedicado para elaboração da sequência de ensino a ser utilizada com a vivência dos experimentos.
Elaboração do Instrumento de Coleta de dados	Momento dedicado para construção dos Questionários para coleta de dados.
Vivência da Aula Experimental	Momento em que os estudantes vivenciaram e foram apresentados aos recursos do Software Tracker. Durante duas aulas com intervalo de uma semana entre elas, foram realizados dois experimentos, um em cada aula. Os experimentos foram gravados através de uma câmera de celular, e depois foram enviados para o computador para que os alunos fizessem a análise através do Tracker.
Análise dos dados coletados	Nesta Etapa, dedicamos esforços na análise dos dados coletados através dos questionários. Ao término do segundo questionário, comparamos as respostas dos alunos em ambos os questionários para verificar se houve uma evolução em acertos das respostas.

3.3 Instrumentos da Pesquisa

3.3.1 Questionários

Um dos instrumentos de pesquisa consistiu em dois questionários similares. O primeiro, denominado de Questionário Prévio, com 10 perguntas relacionadas aos conceitos dos experimentos realizados nas duas intervenções com a utilização do Tracker®, e tivemos a intenção de investigarmos quais eram os conhecimentos prévios que os estudantes tinham sobre os fenômenos da Cinemática estudados no Ensino Médio, foi aplicado antes da primeira intervenção a qual aconteceu no mesmo dia de aula.

O segundo, denominado de Questionário Final, com as mesmas 10 perguntas acrescentando uma questão a mais sobre a satisfação do aluno com a utilização da ferramenta de análise de vídeo, que teve o objetivo de investigar como os estudantes ressignificaram os seus conceitos após o uso do Tracker® como ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem dos fenômenos físicos vivenciados nas intervenções, foi aplicado na aula seguinte após a vivência da segunda intervenção.

Os estudantes responderam os questionários, distribuídos em folhas impressas, de forma individual.

3.3.2 Roteiros das Intervenções

Após a aplicação do Questionário Prévio, realizamos a primeira intervenção experimental utilizando o software de Vídeo Análise Tracker®. O primeiro experimento vivenciado, na primeira intervenção, foi o estudo do fenômeno físico da Queda Livre. A filmagem da experimentação da Queda Livre foi realizada com o uso de um aparelho celular, em que uma bola foi abandonada de uma altura de dois metros até atingir o solo. Este experimento foi escolhido como o inicial, pois geralmente o seu estudo é comumente vivenciado no primeiro ano do Ensino Médio nas escolas.

Na segunda intervenção, após uma semana, vivenciamos o experimento de Lançamento Horizontal, em que utilizamos a câmera de um aparelho celular para a filmagem do lançamento de uma bola a partir da superfície horizontal livre de uma mesa (birô) da sala de aula, até cair e atingir o solo.

No segundo experimento, os alunos já estavam mais familiarizados tanto com o manuseio do software quanto na capacidade de interpretar os diagramas horários exibidos pela ferramenta diante dos resultados das relações entre as grandezas no fenômeno estudado.

As intervenções foram realizadas em dois dias de sábado consecutivos no laboratório de informática da Escola Municipal Nossa Senhora do Carmo e todos os 14 estudantes participaram ativamente dos experimentos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na nossa intervenção, inicialmente, os estudantes responderam o Questionário Prévio, levando um tempo de 15 a 30 minutos. Na sequência, introduzimos a primeira experimentação com a utilização da vídeo-análise. Realizamos um momento para explicar a parte teórica do fenômeno da Queda Livre, juntamente com a exemplificação através de uma questão. Após a explicação, iniciamos a preparação

para a filmagem. Um estudante usando uma fita métrica e um marcador para quadro branco, fez a marcação do ponto localizado a 2 metros de altura em relação ao solo. Em seguida, fixamos um aparelho celular apoiado em uma garrafa de água de forma que ele ficasse imóvel. Tomamos o cuidado em prever uma distância do celular até o quadro para que o FOV (campo de visão) do celular conseguisse enquadrar a cena incluindo o ponto marcado no quadro e o piso da sala de aula.

Com tudo preparado para a realização da filmagem, utilizamos uma bola de aproximadamente 13 cm de diâmetro e de cor laranja, pois assim ela proporcionaria um bom aspecto de contraste em relação ao quadro branco da sala de aula. Um dos estudantes segurou a bola na altura da marcação do quadro, enquanto outro estudante deu início a gravação. A bola foi abandonada, e quando ela atingiu o solo, a gravação foi interrompida.

O arquivo de vídeo da gravação foi transferido para um notebook através de um cabo USB. No ambiente do software Tracker® o arquivo do vídeo foi importado. Com o vídeo aberto no Tracker®, limitamos o intervalo de frames do vídeo para que a análise fosse realizada apenas com as imagens correspondentes ao momento em que a bola é abandonada até o momento em que ela toca o solo. Em seguida, no software, utilizamos a visualização da marcação de 2m de referência em relação ao solo feita no quadro, como a escala de medidas de comprimento no Tracker®, assim como, também foi utilizada como origem dos eixos cartesianos, tendo o ponto de massa marcado no centro da bola. Tomando o centro da bola como a posição do corpo na marcação induzimos o software a capturar os dados das grandezas físicas a serem exibidas na tabela e nos gráficos disponíveis no Tracker®. Tivemos valores muito próximos aos calculados com as relações matemáticas teóricas. Levamos aproximadamente 1 hora desde o início da explicação até o final da vídeo-análise.

Na segunda intervenção, realizada uma semana após, novamente fizemos a exposição dos conceitos do fenômeno físico do Lançamento Horizontal exemplificando em uma questão. Para a preparação da filmagem da segunda experimentação, usamos uma mesa de sala de aula (Birô) com aproximadamente 75 cm de altura. O aparelho celular foi posicionado da mesma maneira que na primeira experimentação. Quando iniciamos a gravação, um dos estudantes posicionou a bola na mesa e a lançou, fazendo com que a bola rolasse sobre a mesa. Quando a bola perde o contato com a mesa, desloca-se e atinge o solo, a gravação foi interrompida.

Após transferir o arquivo de vídeo para um notebook com a utilização de um cabo USB e importar o arquivo para o ambiente do software Tracker®, limitamos o vídeo para que a análise fosse realizada apenas do momento em que a bola abandona a mesa até o momento em que toca o piso.

Utilizamos a extremidade da mesa como ponto de referência para os eixos cartesianos e para as escalas. Notamos que os resultados das tabelas e dos gráficos apresentados pelo Tracker® eram muito próximos com os valores calculados através das relações matemáticas. Utilizamos aproximadamente 1 hora em toda a experimentação,

Ao final da segunda experimentação, os estudantes iniciaram a resolução do Questionário Final, em que os alunos demonstraram um maior entusiasmo em relação ao Questionário Prévio. Os estudantes levaram entre 20 a 40 minutos para respondê-lo.

Durante todo o processo de experimentação, observou-se uma participação ativa por parte de todos os alunos. Eles mantiveram-se envolvidos, levantando

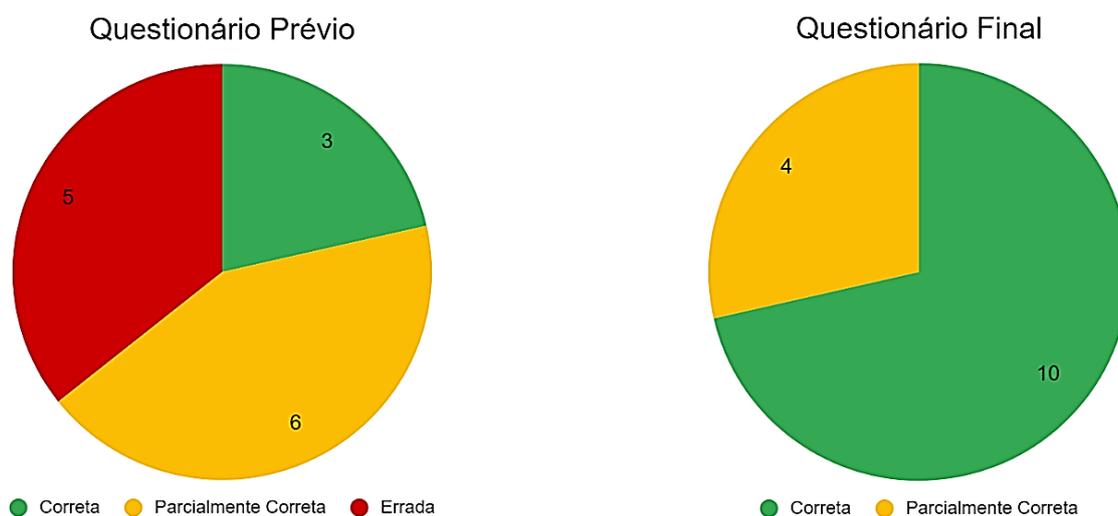
questionamentos, apresentando seus pontos de vista e colaborando de forma eficaz em trabalho em equipe. Essa interação constante contribuiu para o desenvolvimento de uma dinâmica coletiva produtiva, favorecendo o aprendizado e a compreensão dos conceitos trabalhados.

Quando questionados nos dois questionários, na primeira e na segunda questão, se em sua escola, ele já tinha estudado o fenômeno denominado de Queda Livre e de Lançamento Horizontal, apenas um estudante dos 14 entrevistados explicitou que nunca tinha estudado o fenômeno da Queda Livre, e achava que na sequência do ano, este assunto provavelmente seria objeto de estudo. Percebemos que 93% dos participantes indicaram que já tinham estudado o fenômeno da Queda Livre, o que nos atendeu a necessidade de que os participantes tivessem acesso ao conhecimento sobre o fenômeno. Daí, os colocamos em condições de utilizar as fundamentações estruturadas na educação formal para decidir sobre as respostas das demais questões. Sobre o estudo do Lançamento Horizontal, apenas os cinco estudantes do 1º Ano (36%) não tinham tido acesso ao estudo do fenômeno.

Em cada questão dos questionários a seguir, classificamos as respostas dos estudantes através de três categorias: *correta*, *parcialmente correta* ou *errada*.

A 3ª Questão, através de uma questão aberta, o sujeito da pesquisa tinha que definir o fenômeno da Queda Livre. Como ilustrado na Fig. 4, notamos um aumento no número de participantes que acertaram a questão após a vivência das intervenções. Antes da primeira experiência de vídeo-análise, no Questionário Prévio, apenas os 3 alunos pertencentes ao 3º Ano haviam acertado, e alguns alunos do 1º e do 2º Ano conseguiram acertos parciais; porém, após a vivência da experimentação, percebemos que nenhum aluno errou totalmente a questão, diminuindo também o percentual de acertos parciais.

Figura 4 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 3

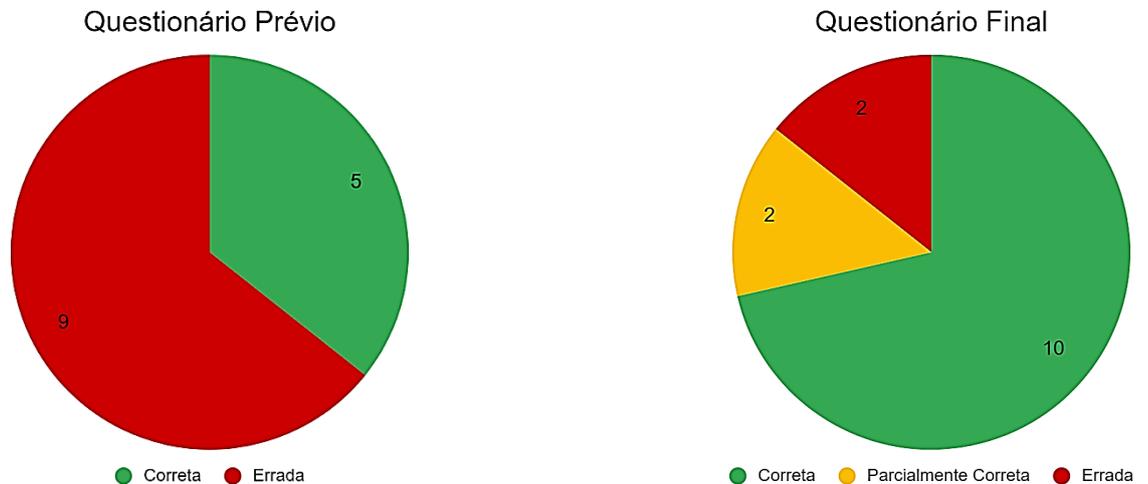


Fonte: Autoria Própria (2024)

A 4ª Questão requisitava que o estudante definisse o fenômeno do Lançamento Horizontal. Na Fig. 5, percebemos um aumento no número de participantes que acertaram a questão após a vivência das intervenções. No Questionário Prévio, tivemos 5 sujeitos que acertaram; porém, após a vivência da experimentação, tivemos

10 sujeitos que acertaram a questão totalmente. Outro aspecto importante, foi a redução de estudantes que não conseguem definir o fenômeno, caindo de 9 para 2 sujeitos.

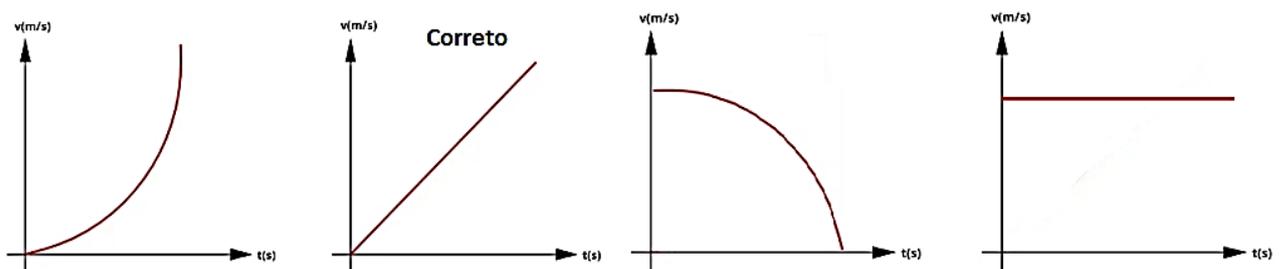
Figura 5 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 4



Fonte: Autoria Própria (2024)

A 5ª Questão buscou reconhecer se o estudante conseguia identificar o diagrama horário da velocidade de um corpo em Queda Livre correto dentre quatro alternativas, como exposto na Fig. 6.

Figura 6 – Alternativas de Diagrama Horário da Velocidade em Queda Livre

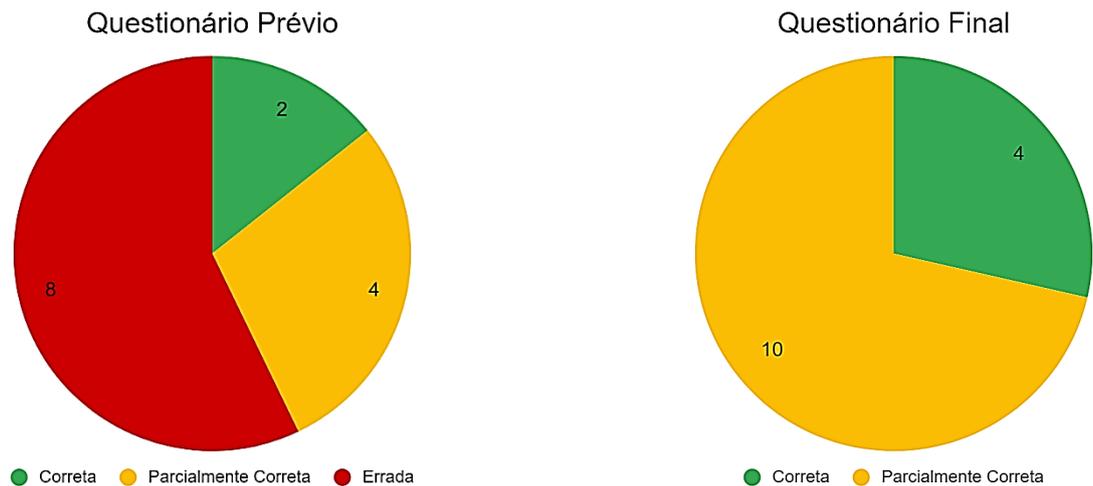


Fonte: Autoria Própria (2024)

Como visualizamos na Fig. 7, no Questionário Prévio, apenas 2 sujeitos acertaram a questão, sendo eles do 3º Ano e 4 estudantes tiveram acertos parciais, com 8 estudantes errando. Após a experimentação, tivemos 4 alunos que acertaram e ninguém errou a questão. Desta forma, evidenciamos um avanço em suas compreensões.

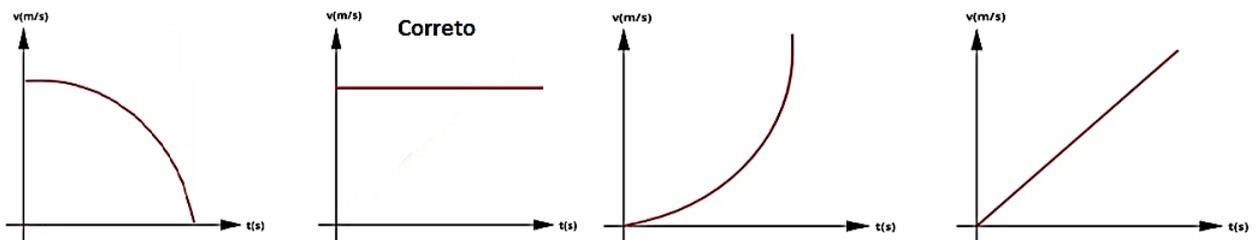
Analisando as Questões 6 e 7, as quais buscavam reconhecer se o estudante conseguia identificar os diagramas horários das componentes, horizontal e vertical, da velocidade de um corpo no Lançamento Horizontal correto dentre quatro alternativas, como exposto nas Fig. 8 e 9.

Figura 7 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 5



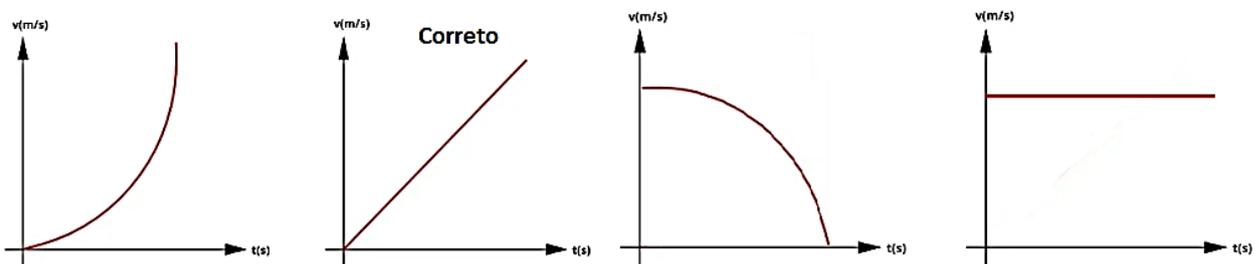
Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 8 – Alternativas de Diagrama Horário da Velocidade Horizontal no Lançamento Horizontal



Fonte: Autoria Própria (2024)

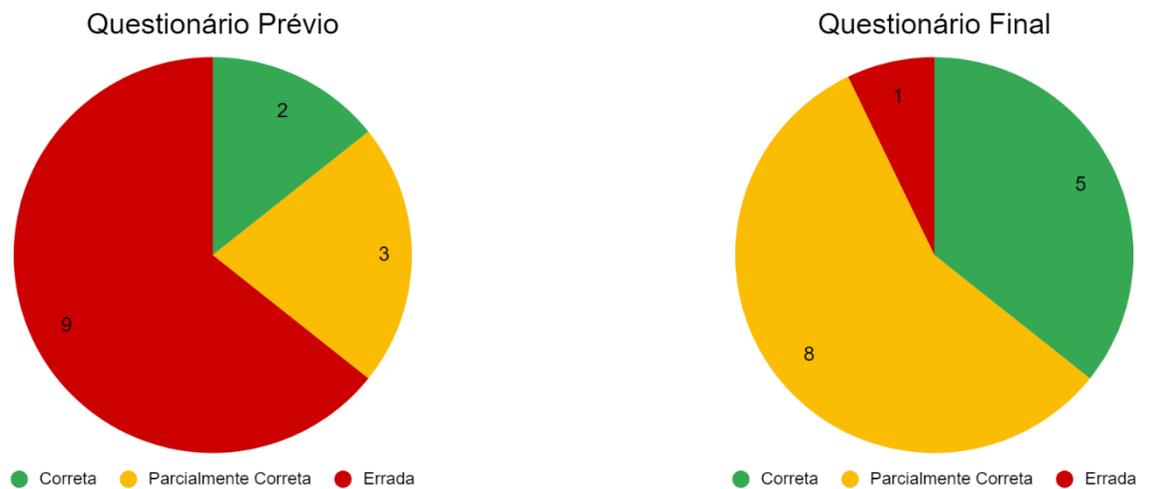
Figura 9 – Alternativas de Diagrama Horário da Velocidade Vertical no Lançamento Horizontal



Fonte: Autoria Própria (2024)

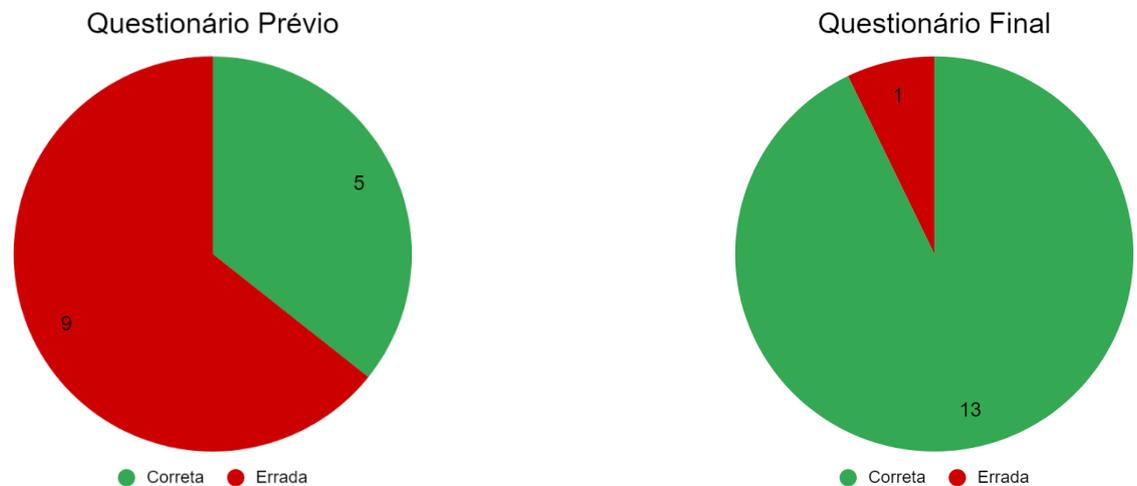
A Fig. 10, referente a Questão 6, expõe que houve um aumento no número de estudantes que acertam após as experimentações e grande redução no quantitativo de estudantes que erraram a identificação, ou seja, reduziu de 9 para apenas 1 estudante. Como verificamos na Fig. 11, referente a Questão 7, evidenciamos um aumento substancial de acertos, inicialmente de 5 estudantes para 13 (de 36% para 93%), e redução no quantitativo de erro na identificação de 9 para apenas 1 estudante.

Figura 10 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 6



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 11 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 7

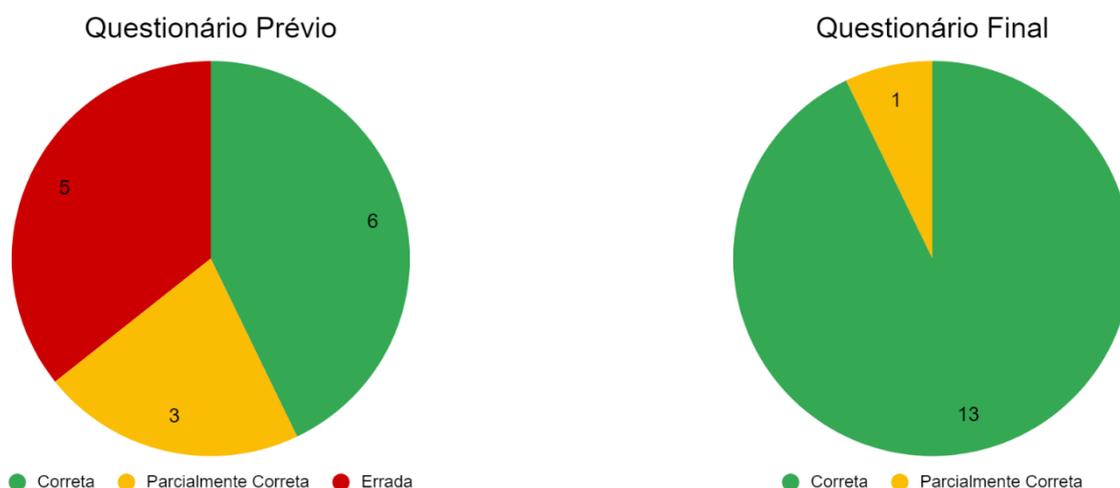


Fonte: Autoria Própria (2024)

Ao analisar os resultados referentes às Questões 5, 6 e 7, observou-se uma significativa melhoria nas habilidades dos alunos em interpretar e leitura dos gráficos.

Na 8ª Questão do questionário, em que nosso objetivo foi identificar se o aluno compreendia a dinâmica do Lançamento Horizontal e da Queda Livre em relação ao tempo de queda de uma mesma altura, o estudante teve que responder em qual dos dois fenômenos o móvel atingiria o solo primeiro. Como percebemos na Fig. 12, apenas os alunos do primeiro ano erraram a resposta no primeiro questionário, e após as intervenções, os resultados evidenciam que todos os sujeitos progrediram, com 93% dos sujeitos respondendo corretamente e apenas um sujeito teve acerto parcial.

Figura 12 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 8

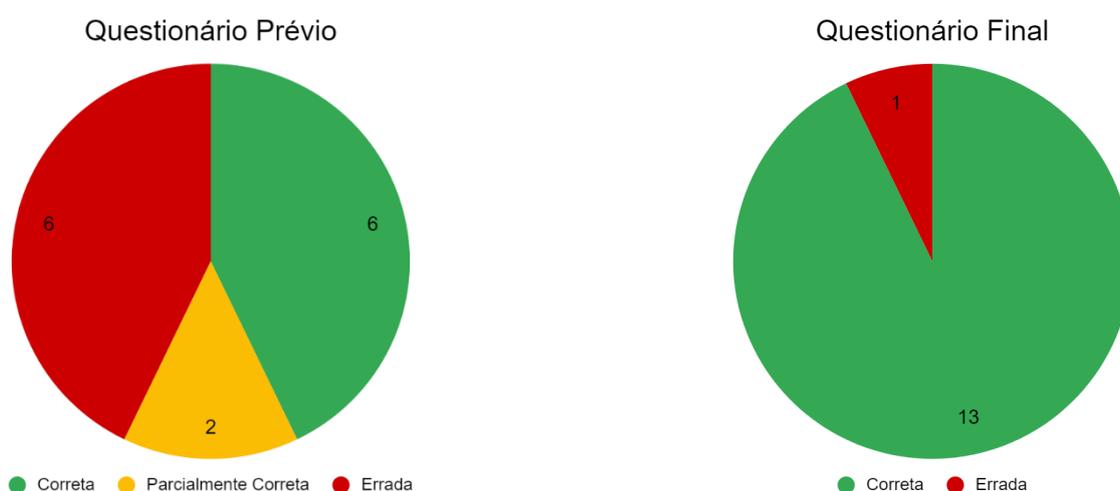


Fonte: Autoria Própria (2024)

Nesse contexto, o uso do software Tracker® em atividades de ensino dos fenômenos contribuiu para a percepção dos alunos, uma vez que, ao analisarem os gráficos de forma detalhada, puderam compreender que o fator determinante para o tempo de queda de um objeto é a sua altura.

Referente a 9ª Questão, procuramos investigar se os estudantes reconheciam que o disparo de um projétil representa um Lançamento Horizontal, e desta forma, possui a componente horizontal da sua velocidade constante.

Figura 13 – Resumo da Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 9

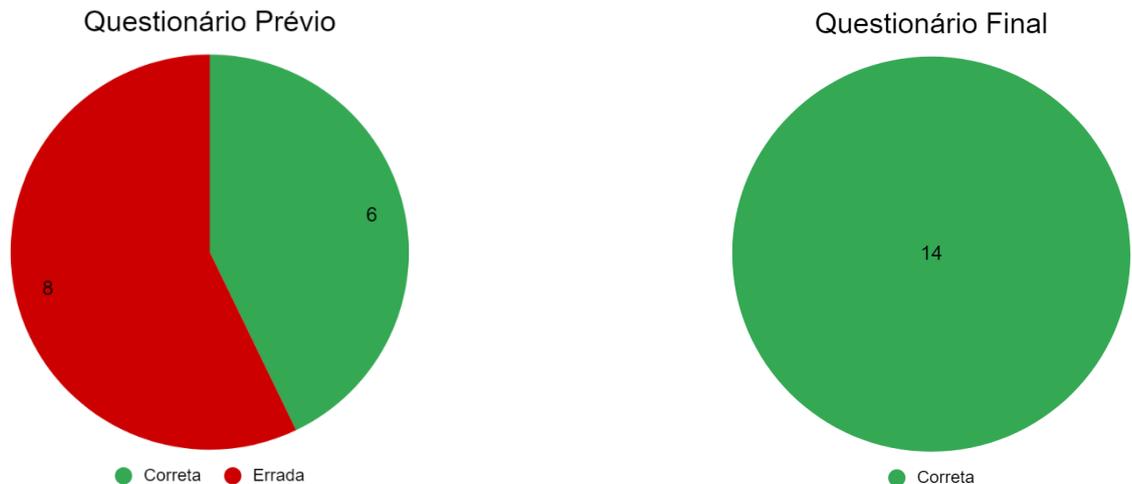


Fonte: Autoria Própria (2024)

Como vemos na frequência de resposta da Questão 9, exposto na Fig. 13, a quantidade de acertos contando com as que estão parcialmente certas, é superior a quantidade de erros, e vemos que após as aulas, todos acertaram a questão tendo apenas um aluno a errado.

Na 10ª Questão, nosso objetivo era identificar se o estudante a partir da leitura da situação física descrita e de sua interpretação, conseguia construir um diagrama horário correspondente. Verificamos, como exposto na Fig. 14, que no início tivemos estudantes do 1º e 2º Ano que erraram, mas ao final, todos os alunos conseguiram expressar corretamente a representação gráfica.

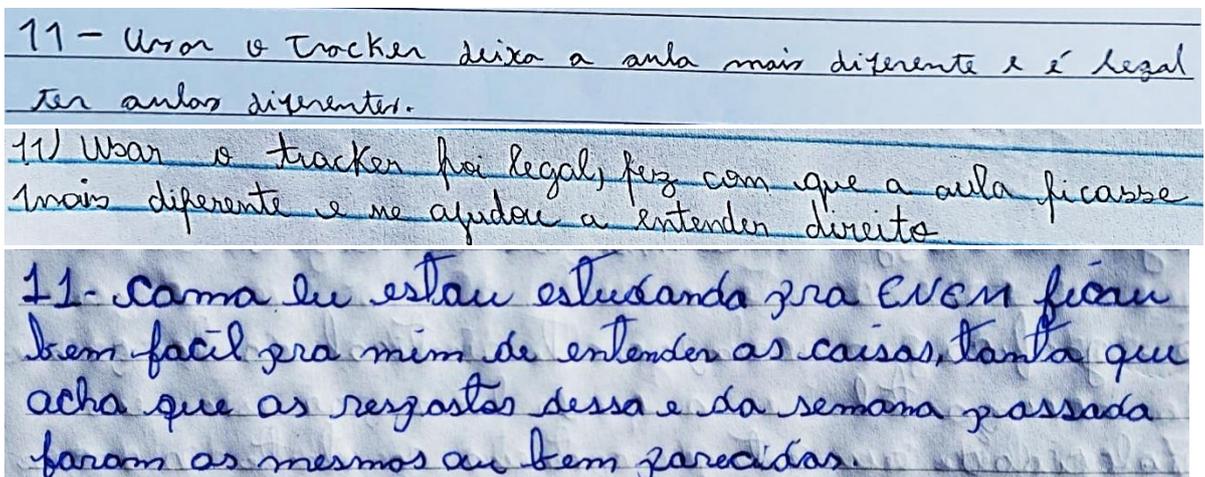
Figura 14 – Frequência das Respostas dos estudantes a Questão 10

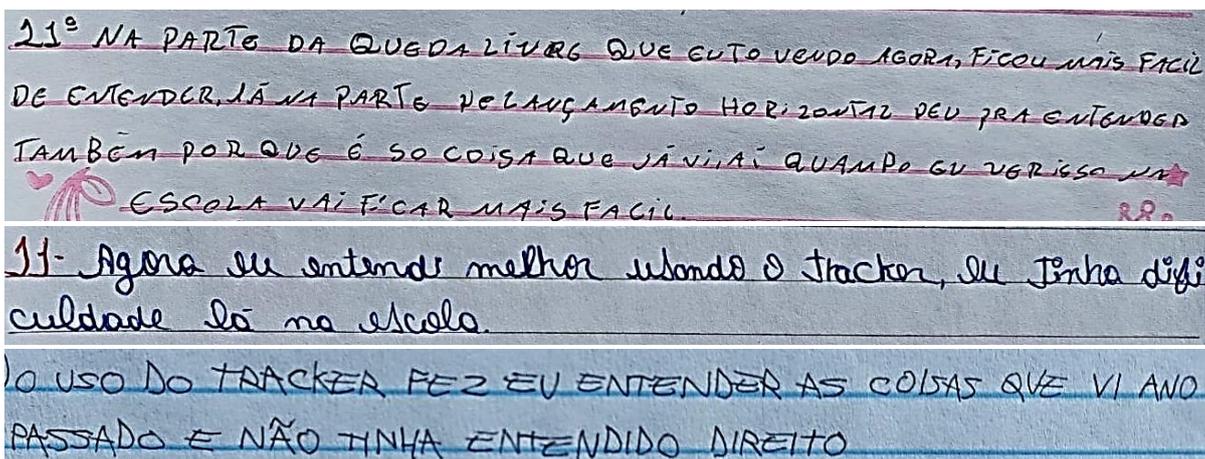


Fonte: Autoria Própria (2024)

No Questionário Final, inserimos a 11ª Questão, que buscava levantar a opinião dos estudantes a respeito das suas percepções sobre a utilização da ferramenta, obtivemos respostas muito interessantes que reforçam a receptividade e a satisfação que eles manifestaram na vivência da experiência. Diversos estudantes externaram o reconhecimento de que a dinâmica de uso do software contribuiu bastante na compreensão dos fenômenos estudados, como podemos verificar em escritos dos estudantes ilustrados na Fig. 15.

Figura 15 – Registros de percepções dos estudantes sobre o uso do Tracker em atividades de estudo dos fenômenos físicos





5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa pesquisa apresentou uma sequência de ensino que consistiu em duas aulas abordando a Cinemática utilizando a experimentação e a vídeo-análise. Acreditamos que os recursos tecnológicos acompanhados de uma metodologia programada e apropriada pode facilitar o ensino e a aprendizagem dos fenômenos físicos estudados.

Evidenciamos que a utilização da experimentação e da vídeo-análise propiciou uma melhor visualização das características dos fenômenos físicos durante as aulas, e permitiu que os alunos tivessem contato com os conceitos da Cinemática de uma forma significativa e contextualizada, fugindo da tradicional memorização de fórmulas e exercícios descontextualizados.

Foram identificadas várias contribuições significativas decorrentes da utilização do software Tracker em sala de aula, em comparação ao modelo tradicional. Dentre elas, destacou-se a participação ativa dos alunos, com todos colaborando e apresentando seus pontos de vista. O trabalho em equipe também foi uma contribuição relevante, pois cada aluno assumiu um papel importante nas experimentações. Além disso, houve uma evolução notável na leitura e interpretação de gráficos, conforme observado nas análises dos questionários, evidenciando o progresso dos alunos nesse aspecto.

A Vídeo-análise pode ser utilizada nas salas de aula, sem a necessidade de um laboratório de Física ou Ciências, pois os instrumentos e objetos utilizados no desenvolvimento da experimentação são comumente encontrados no ambiente escolar, salientando que o software utilizado é gratuito e o tempo necessário para a coleta de dados foi relativamente pequeno.

Após a análise dos questionários aplicados, observamos que alguns estudantes possuíam concepções erradas de conceitos e evidenciamos que a utilização da Vídeo Análise contribuiu para evolução e correção de conceitos falhos.

Para uma aprendizagem significativa é necessário que haja uma pré-disposição para aprender, e durante as aulas foi percebida uma dinâmica neste sentido, já que, durante as aulas, houve uma intensa manifestação dos estudantes tentando fazer inferências, e demonstrando interesse e empolgação.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABID, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, 2003, p. 176-194.
- BARROQUEIRO, Carlos H. e AMARAL, Luiz H. **O uso das tecnologias da informação e da comunicação no processo de ensino-aprendizagem dos alunos nativos digitais nas aulas de física e matemática.** REnCiMa, v. 2, n. 140 2, p. 124-125, jul/dez 2011
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Resumo Técnico: **Censo Escolar da Educação Básica 2021.**
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio.** 2000.
- CAVALCANTE, Kleber G. **Lançamento Horizontal no Vácuo.** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/lancamento-horizontal-no-vacuio.htm>. Acesso em 18 out. 2023.
- CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. **Pesquisa de métodos mistos.** Porto Alegre: Penso, 2007.
- FREIRE, Kátia Maria et al. **O uso da tecnologia na construção de ambientes de aprendizagem colaborativos e inclusivos.** Revista Internacional de Estudos Científicos, v. 1, n. 2, p. 51-70, 2023.
- DIAS. F. **Ramo da mecânica que estuda o movimento,** 2018. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/cinematica>. Acesso em: 9 jul. 2023.
- GORDIANO, G. A. **Uma abordagem no ensino de mecânica utilizando o tracker.** (Tese Mestrado em Física) - Universidade Federal de Viçosa, Universidade de Minas Gerais, p. 105. 2019.
- HELOU, D.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física.** 21 ed. v. 1. São Paulo: Saraiva, 2012.
- KENSKI, V. M., **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** 2 ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.
- LIMA, Marília Freires de; ARAÚJO, Jefferson Flora Santos de. **A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem.** Revista Educação Pública, v. 21, n. 23, jun. 2021.
- LOPES, José Soares; SILVA, Aline Gomes da; SOUZA, Gustavo Fontoura de. **Ensino de Física com uso de Simuladores Virtuais: Potencial de utilização em sala de aula.** HOLOS, v. 1, n. 39, 2023.
- MEDEIROS, Glaucia Lopes; SANTOS, Maria Eduarda. **Reflexões sobre as Tecnologias Digitais e a Docência.** Anais CIET: Horizonte, 2024.
- MELO, M. G. A.; CAMPOS, J. S.; ALMEIDA, W. S. **Dificuldades encontradas por professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental.** In: Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia., v. 8, n. 4, 2015.

MOREIRA, M. A... **Desafios no ensino da Física**. In: Revista Brasileira de Ensino de Física, SciELO Brasil, v. 43, 2021.

ORTIZ, Joanirse; KRAUSER, João Carlos. **Experimento e Aprendizagem: o uso do Software Tracker para o ensino da Física numa perspectiva de Ensino Médio.**, Rio Grande do Sul, XXI Jornada de Pesquisa, 2016

PEREIRA, R. D.; **A utilização do software Tracker no ensino de física: um breve relato**, p. 144-149 . In:. São Paulo: Blucher, 2017.

STORI, Airton et al. **Uma iniciativa (para nós importante) na perspectiva da melhoria das condições de ensino-aprendizagem de física na escola pública do Paraná**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, Vitória. Anais... Vitória: SBF, 2009. Disponível em: Acesso em: 05 dez. 2023

TAFFAREL A. **Aluno deve ver a Física no dia a dia**. Folha de São Paulo, São Paulo, ano 90, n. 29.708, p. 81, 4 ago. 2021, Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/fovest/fo0408201001.htm>. Acesso em: 5 dez. 2023.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. 18 ed. São Paulo: Libertad, 2008.

VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano; HAAG, Rafael. **Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física?** Física na escola, v. 6, n. 1, p. 69–74, maio 2005.

ZANELA, Mariluci. **O Professor e o “laboratório” de informática: navegando nas suas percepções**. 43f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.