Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

O USO DO PROGRAMA *TRACKER* E DA MODELAGEM PARA O ENSINO DO PÊNDULO SIMPLES: UMA EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

THE USE OF THE TRACKER SOFTWARE AND MODELING FOR TEACHING THE SIMPLE PENDULUM: AN EXPERIENCE WITH SECOND-YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS

Lays Santana Lima
Mestranda em Matemática, PROFMAT – IFPI, Brasil
E-mail: layssantana17@gmail.com

Valdemir Silva Oliveira Junior
Mestrando em Matemática, PROFMAT – IFPI, Brasil
E-mail: valdemirjuniorpro@gmail.com

Joselyto Barros de Aguiar
Mestrando em Matemática, PROFMAT – IFPI, Brasil
E-mail: jotaaguiar44@gmail.com

Roberto Arruda Lima Soares
Doutor e Professor Titular do Instituto Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil
E-mail: robertoarruda@ifpi.edu.br

Guilherme Luiz Oliveira Neto
Doutor e Professor do Instituto Federal do Piauí, Floriano-PI, Brasil
E-mail: guilherme@ifpi.edu.br

Recebido: 01/06/2025 – Aceito: 14/06/2025

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Resumo

Apresenta-se uma experiência didática realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), com o objetivo de facilitar a aprendizagem do conteúdo de pêndulo simples por meio do uso do programa *Tracker.* Realizou-se a construção de um pêndulo simples de baixo custo, feita pelos próprios alunos com materiais acessíveis. Após a montagem, os estudantes realizaram filmagens das oscilações em diferentes ângulos. Os vídeos foram analisados com o *software Tracker*, que permitiu a modelagem do movimento e a obtenção de dados como o período de oscilação. A metodologia adotada foi um estudo de caso com abordagem qualitativa. Os resultados indicam que a atividade contribuiu para uma melhor compreensão de conceitos como o período, aceleração da gravidade e proporcionalidade, e também maior engajamento e participação dos alunos. Verificou-se experimentalmente que o período do pêndulo não depende da massa da esfera, mas sim do comprimento do fio, conforme previsto teoricamente. A utilização do *Tracker* une teoria e prática, desenvolvendo o raciocínio lógico e o interesse pelas disciplinas de Matemática e Física.
Palavras-chave: Ensino de Física; Pêndulo Simples; *Tracker*; Modelagem Matemática.

Abstract

This study presents a didactic experience carried out with second-year high school students from the Federal Institute of Maranhão (IFMA), aiming to facilitate the learning of the simple pendulum topic through the use of the Tracker software. A low-cost simple pendulum was built by the students themselves using accessible materials. After the assembly, students recorded the pendulum's oscillations at different angles. The videos were analyzed using Tracker, which enabled motion modeling and data collection, such as the oscillation period. The adopted methodology was a case study with a qualitative approach. The results indicate that the activity contributed to a better understanding of concepts such as period, gravitational acceleration, and proportionality, as well as increased student engagement and participation. It was experimentally verified that the pendulum's period does not depend on the mass of the bob, but rather on the length of the string, as theoretically predicted. The use of Tracker successfully integrates theory and practice, fostering logical reasoning and enhancing interest in Mathematics and Physics.

Keywords: Physics Teaching; Simple Pendulum; Tracker; Mathematical Modeling.

1. Introdução

Com a implementação de tecnologias digitais no cotidiano das pessoas, as rotinas cotidianas foram transformadas. Alguns exemplos dessas mudanças são a facilidade para se obter informações ou saber notícias, transações bancárias, pedidos de comida e até mesmo a forma de estudar. (Garcia; Denardin, 2022, p.2).

Tais mudanças impostas pela presença de tecnologias em todas as camadas da sociedade, certamente afetariam o cenário educacional e evidenciam a necessidade de um "repensar na educação e na sua forma de montar os currículos escolares ". (Pereira; Vaz, 2022, p.120).

Nesse sentido, Kenski (2010, p.21), diz que "as tecnologias transformam

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

suas maneiras de pensar, sentir e agir. Mudam também suas formas de se comunicar e de adquirir conhecimentos".

Dessa forma, entende-se que é necessário integrar ferramentas tecnológicas no processo de ensino – aprendizagem de forma a auxiliar no ensino e engajar os estudantes na construção dos seus próprios conhecimentos.

No que se refere ao ensino de disciplinas de exatas como Matemática e Física, o uso desses recursos "podem enriquecer a experiência dos alunos e facilitar o aprendizado dos conceitos científicos" (Mania, 2023, p.1). Dessa forma, o uso de programas como o *Tracker*, apresenta-se como uma alternativa para o ensino dessas disciplinas.

O *Tracker* é um *software* de código aberto que permite a análise de vídeos. O programa também conta com uma ferramenta de modelagem de dados que pode definir modelos matemáticos que descrevem movimentos. (Brown; Hanson; Cristian, 2020).

A Matemática e a Física são vistas como disciplinas de difícil compreensão e é comum os alunos terem aversão às mesmas. O ensino de conteúdos como o pêndulo simples, pode se tornar um grande desafio para o professor, devido a esse preconceito com as disciplinas.

Tais dificuldades são causadas por diversos motivos, como apontam Andreis; Pacheco (2018), essas dificuldades:

> Podem estar relacionadas a impressões negativas oriundas das primeiras experiências do aluno com a disciplina, à falta de incentivo no ambiente familiar, à forma de abordagem do professor, a problemas cognitivos, a não entender os significados, à falta de estudo, entre outros fatores. (Andreis; Pacheco, 2018, p. 106).

Dessa forma, alguns fatores podem ser trabalhados pelo professor com o intuito de melhorar alguns aspectos visando a desmistificação dessas disciplinas. Nesse contexto, essa pesquisa busca responder à seguinte pergunta: "*como o uso do programa Tracker alinhado à modelagem pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de pêndulo simples*?".

A modelagem surge da necessidade de mostrar aplicações de conceitos teóricos na vida cotidiana. Segundo Bassanezi (2002, p.16). A modelagem

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

“consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Dentro deste contexto, o uso do programa *Tracker* se apresenta como uma possibilidade de mostrar a presença dos conceitos matemáticos e físicos presentes em situações do dia a dia.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é analisar as contribuições do uso do programa *Tracker* no processo de ensino-aprendizagem do assunto de pêndulo simples por meio de um experimento. Tendo como objetivos específicos:

- Associar tecnologias e educação;
- Observar as possíveis potencialidades do uso do *Tracker* na construção de modelos matemáticos para o processo de ensino-aprendizagem;
- Avaliar a percepção dos estudantes sobre a utilização de ferramentas tecnológicas e modelos matemáticos como meio facilitador do ensino.

A pesquisa foi desenvolvida na cidade de São João dos Patos (MA), com os alunos de uma turma de 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Maranhão – IFMA. A seguir, discute – se a fundamentação teórica.

2. Revisão da Literatura

2.1 A modelagem matemática e a modelagem científica

O ato de ensinar matemática é algo que exige bastante reflexão por parte do professor e faz com que este precise sempre estar buscando novas metodologias que possam vir a contribuir na formação matemática dos alunos. (Felippe; Macedo, 2022). Um dos grandes desafios a serem superados pelos professores das disciplinas de exatas são os déficits de aprendizagem por parte da maioria dos alunos.

O ensino tradicional, engessado, preso a memorização de fórmulas e regras

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

tornam os conteúdos desinteressantes para os alunos e se desprendem da realidade dos mesmos. De acordo com Freire (1998, p.25) diz que “ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou para a sua construção.” Dessa forma, o professor deve ter em mente diversas formas de trabalhar um conteúdo, de maneira a deixá-lo o mais próximo possível da realidade dos alunos.

Nesse sentido, a modelagem se apresenta como uma possibilidade de dar sentido aos conteúdos estudados pois “o uso da Modelagem nos permite perceber que alguns dos conteúdos estudados têm uma aplicação no mundo real.” (Pereira, 2022, p.12).

Ao fazer uso da modelagem, o professor desenvolve os conceitos matemáticos exigidos e ao mesmo tempo instiga os alunos a buscar compreender os fenômenos da natureza presentes em outras áreas de conhecimentos, como na área de ciências da natureza, que envolve as disciplinas de química, biologia e física.

No que se refere à modelagem científica, esta é essencial para a construção científica sendo importante a sua implementação no ensino de matemática e física. Conforme Moreira (2014, p.2): “O conhecimento científico se caracteriza por buscar explicações sobre eventos e objetos físicos, químicos, biológicos e afins, de acordo com determinados critérios de aceitação sobre o que pode ser uma explicação.”

Dessa forma, entende – se que a modelagem científica é uma forma de estabelecer uma relação entre a teoria e a prática, sendo a modelagem matemática uma forma moldar o fenômeno estudado, dando a este algum de tipo de sentido lógico.

Assim, segundo Moreira (2014), modelar e aprender estão interligados de forma que não é possível desassociá-los. Se o aluno está modelando, ele está aprendendo. No contexto do ensino do pêndulo simples, a modelagem matemática permite que os alunos visualizem a aplicação prática da teoria por meio de ferramentas como o *Tracker*.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

2.2 O ensino de física por meio da experimentação

A palavra experimentação no dicionário traz o significado de ato de efeito ou experimentar e o verbo experimentar, por sua vez, é se submeter a um fenômeno. (Michaelis, 2016). A experimentação no ensino é citada na BNCC nos tópicos que se referem ao ensino fundamental e também no ensino médio.

> Quanto a sua implementação, a BNCC deixa claro que ela deve ser implementada a partir de cenários desafiadores e questões norteadoras que possibilitem a solução de problemas de forma investigativa. Isto é, a experimentação deve
> organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. (Brasil, 2018, p.322).

Com isso, esse processo deve ser entendido como o elemento central na formação dos alunos e deve sempre, independente da forma de abordagem, busca motivar o aluno, trocando a sua passividade nas aulas tradicionais pela empolgação ao aprender.

A experimentação em sala de aula nem sempre atinge os objetivos inicialmente propostos, o que não invalida sua importância no processo de aprendizagem. O erro instiga o aluno a buscar soluções e além disso desafia o conceito prévio já estabelecido. De acordo com Giordan (1999, p. 46), “o erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo.”

Nesse cenário, o professor faz o papel de articulador, propondo aos alunos que reflitam e discutam, trazendo assim para sala de aula uma estratégia que possa gerar um ensino ativo e contextualizado. Diante do que já foi exposto, entende – se que a experimentação tem um papel de destaque no ensino de física, pois instiga os alunos a aprenderem observando os fenômenos estudados na prática.

Nesse sentido, a realização de experimentos pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos e posiciona os estudantes como centro do processo de

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

ensino/aprendizagem fazendo assim com que estes desenvolvam habilidades investigativas e críticas, pois essas práticas “têm um potencial lúdico para desenvolver no aluno a criticidade, a interação com o conteúdo a ser aprendido além de, sua participação ativa no processo de ensino. “(Ferreira; Wendling; Strieder, 2021, p. 1339).

2.3 O uso de tecnologias no ensino de disciplinas de exatas

Com os avanços tecnológicos, são notáveis as ferramentas que se apresentam como possíveis potencializadoras do ensino de disciplinas de exatas, mostrando que são capazes de desmistificá-las e as deixarem mais acessíveis aos alunos. (Loureiro, 2019). Assim, percebe – se a importância de implementar o uso dessas ferramentas no ensino. Conforme Martins; Garcia (2011, p.7) dizem que:

> Esses recursos, aliados a estratégias de ensino, mediadas pelo professor, são capazes de provocar o interesse, a curiosidade, o raciocínio e, consequentemente, colaborar para uma aprendizagem que leve o aluno a ampliar e aprimorar seu sentimento de realidade em relação ao mundo via conhecimento físico.

Dessa forma, é evidente que utilização desses recursos podem vir a facilitar o entendimento de conteúdos de disciplinas de exatas como física e matemática.

No que se refere ao ensino de matemática e física, Chaves et al. (2019 p.186) diz que:

> A Matemática e a Física estão intimamente ligadas, e em consequência as dificuldades podem ser ainda maiores, uma vez que quando o aluno não domina os conhecimentos básicos da matemática, consequentemente, a aprendizagem em Física ficará comprometida.

Diante disso, os professores devem buscar novas estratégias de ensino constantemente, no intuito de fazer com que a aprendizagem de fato aconteça.

Nesse cenário, a utilização de ferramentas como o programa *Tracker* pode auxiliar no processo de ensino/aprendizagem pois ele permite estabelecer uma relação entre modelagem e o mundo real, possibilitando aos alunos o desenvolvimento e o aprimoramento, por exemplo, de habilidades de interpretação gráfica. (Batista; Schuhmacher; 2022).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Nessa perspectiva, (Iberss, 2022, p.19) aponta que o fato do aluno "manipular e explorar equipamentos como softwares, torna a aula mais interessante ao estudante uma vez que este assume um papel de agente participativo."

Por fim, ressalta-se que o uso exclusivo dessas ferramentas não necessariamente resulta em uma aprendizagem efetiva. Para Loureiro (2019, p. 96) "o uso desses recursos não irão efetivar o processo de ensino e aprendizagem, e nem constituirá a solução para uma educação de qualidade", no entanto, se usados de forma planejada, associando-se a outros recursos didáticos e promovendo a participação efetiva dos alunos, seus objetivos serão alcançados.

A implementação de ferramentas tecnológicas no processo de ensino/aprendizagem pode apresentar bons resultados e atualmente é imprescindível o seu uso por estar presente na realidade de todos os alunos.

3. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza qualitativa, visando analisar o uso de recursos tecnológicos no ensino de Matemática e Física, na compreensão do movimento oscilatório de um pêndulo simples. De acordo com Gil (2007, p. 54), o estudo de caso "caracteriza-se pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento".

O objetivo principal foi demonstrar, por meio da experimentação e do uso do programa *Tracker*, que o período de um pêndulo simples é independente da massa do corpo oscilante e diretamente proporcional à raiz quadrada do comprimento do fio, conforme descrito na equação $T = 2\pi\sqrt{(l/g)}$, onde T é o período, l o comprimento do fio e g a aceleração da gravidade. Além disso, buscou-se determinar experimentalmente o valor de g, utilizando as imagens obtidas com a filmagem do experimento.

O experimento foi desenvolvido com 6 alunos da turma do 2º ano do Ensino Médio do curso Técnico em Redes de Computadores do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), campus São João dos Patos, sob orientação e supervisão dos professores com a duração de 3 horas. Os próprios alunos participaram ativamente

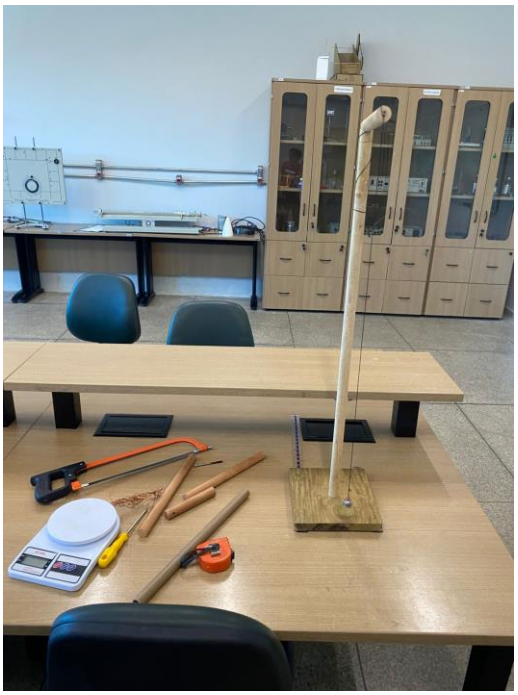
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

da construção do pêndulo e da coleta dos dados, favorecendo o aprendizado por meio da prática e da contextualização.

3.1 Construção do pêndulo simples de baixo custo

Para a construção do pêndulo simples, foram utilizados materiais de baixo custo e de fácil acesso: pedaço de madeira, cabo de vassoura, fio de nylon, parafusos, esfera, fita durex, arame, transferidor, chave phillips, tesoura, furadeira, cronômetro do celular, câmera do celular, suporte de celular, balança, serra e trena, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Materiais utilizados e o pêndulo simples em construção



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Inicialmente, os alunos cortaram o cabo de vassoura em dois pedaços, um de 80 cm (vertical) e outro de 20 cm (horizontal) de acordo com a Figura 2. A base de sustentação foi montada com uma peça de madeira retangular de 20 cm x 19 cm.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Figura 2: Alunos construindo o pêndulo na supervisão da professora



Fonte: Elaborados pelos autores (2025)

Como as Figuras 3 e 4 mostram, com o auxílio da furadeira e dos parafusos, os alunos fixaram os dois pedaços de cabo de vassoura em formato de "L" invertido e prenderam essa estrutura à base de madeira, formando o suporte do pêndulo.

Figura 3: Construção do pêndulo simples



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Figura 4: Participação dos alunos na construção do pêndulo simples



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Na extremidade superior da haste vertical foi colocado um prego, como a Figura 6 mostra, onde se amarrou um fio de nylon com 66 cm de comprimento. Na outra extremidade do fio, foi presa uma esfera de 23 g, utilizando-se fio de arame e fita durex. A massa foi medida com o auxílio de uma balança de precisão como mostra na Figura 5.

Figura 5: Esfera medindo 23g pronta para encaixe no fio de nylon



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

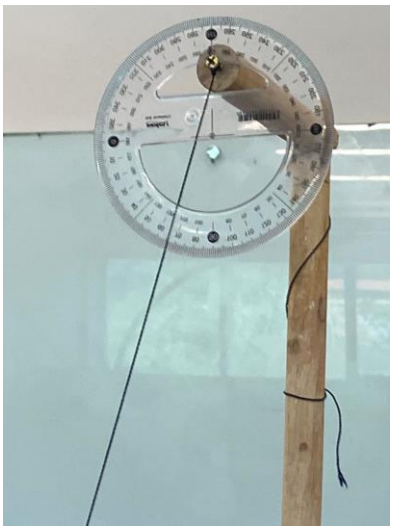
Figura 6: Pêndulo em construção



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Para a medição dos ângulos de soltura, um transferidor foi fixado com fita durex na extremidade superior do suporte, de forma a permitir a leitura dos ângulos de liberação da esfera, conforme a Figura 7. Os ângulos utilizados no experimento foram: 15°, 10° e 5° de acordo com a Figura 8. Para cada ângulo, foram realizados cinco vídeos, totalizando quinze registros experimentais.

Figura 7: Encaixe do transferidor para medição dos ângulos de soltura



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Figura 8: Participação de estudante na execução do Pêndulo Simples



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3.2 Análise de dados com o programa *Tracker*

As filmagens foram feitas utilizando a câmera de um celular, fixado em um suporte estável, garantindo a mesma perspectiva em todas as gravações como mostra na Figura 9. O cronômetro do celular foi usado como apoio para verificação do tempo total de oscilação, embora a análise mais precisa fosse feita posteriormente no programa *Tracker* de acordo com a Figura 9.

Figura 9: Professora ajustando suporte para gravação de imagens com diferentes ângulos e alunos utilizam o programa *Tracker*



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

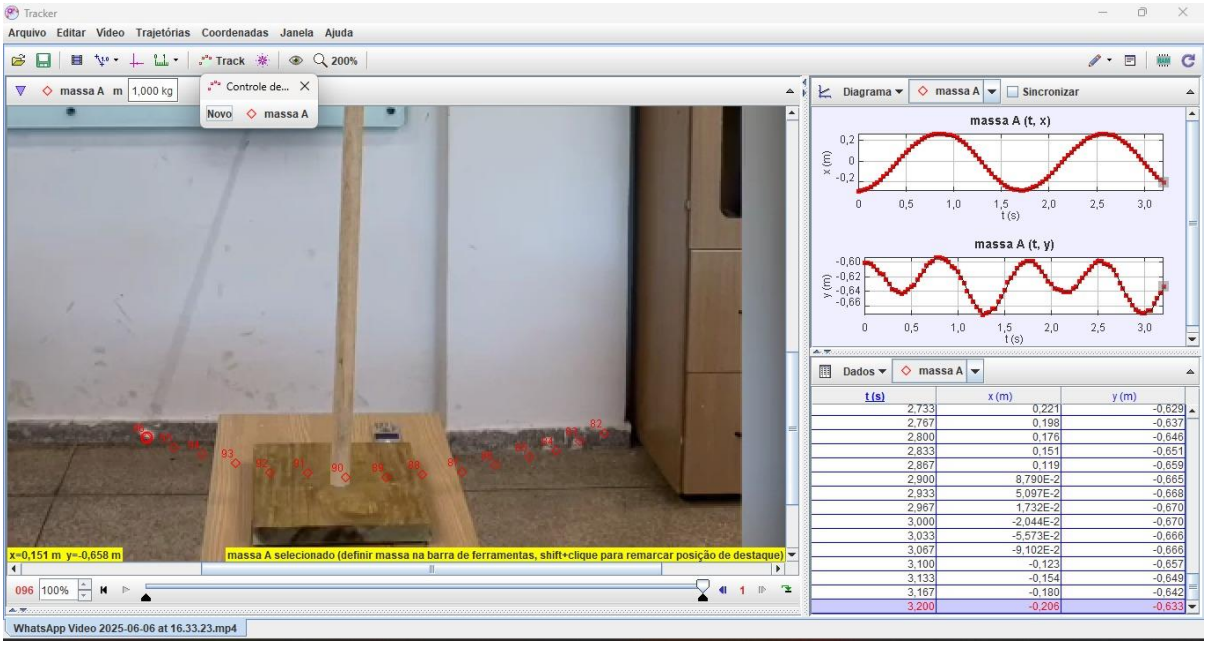
Após a realização das filmagens, os vídeos foram importados para o *software Tracker*, assim como mostra a Figura 9, que permite a análise quadro a quadro do movimento da esfera. Com o programa, os alunos puderam identificar os pontos máximos de oscilação e determinar o período de oscilação correspondente a cada ângulo.

Através das ferramentas de modelagem do *software*, foi possível comparar os dados experimentais com os modelos teóricos e, com isso, estimar o valor da aceleração da gravidade *g*, além de verificar, na prática, a independência do período em relação à massa do corpo e sua dependência do comprimento do fio.

4. Resultados e Discussão

Na realização do experimento com o pêndulo simples, alguns dados foram obtidos e analisados com o auxílio do *software Tracker* que permitiu o rastreamento do movimento de deslocamento da esfera de aço com precisão conforme a Figura 10.

Figura 10: Rastreamento do movimento da esfera de aço utilizando *Tracker*

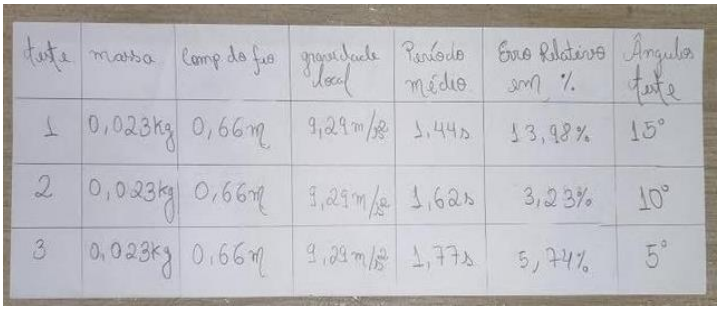


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Os principais resultados obtidos foram: registro de algumas oscilações completas para determinar o período médio de oscilação (*T*); observou-se que o período manteve-se quase que constante durante oscilações de pequenas amplitudes (abaixo de 15 como a Figura 11 informa produzida pelos alunos.

Figura 11: Tabela construída e calculada pelos alunos

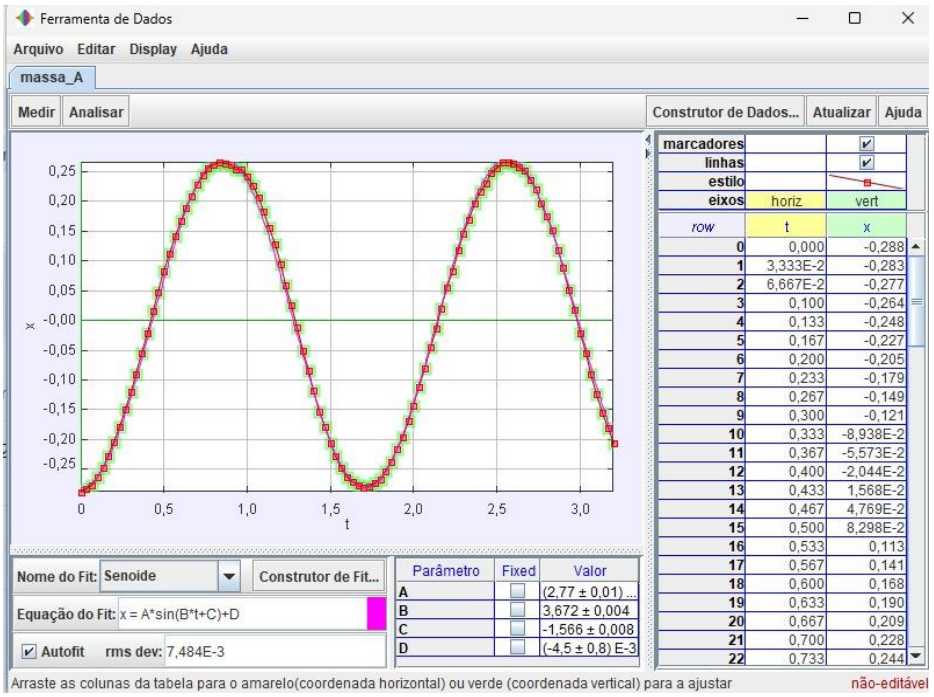


teste	massa	comp. do fio	gravidade local	Período médio	Erro Relativo em %	Ângulo teste
1	0,023kg	0,66m	9,29m/s²	1,44s	13,98%	15°
2	0,023kg	0,66m	9,29m/s²	1,62s	3,23%	10°
3	0,023kg	0,66m	9,29m/s²	1,77s	5,74%	5°

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Por exemplo, um fio com comprimento de 0,66m, o período experimental médio foi aproximadamente de 1,67s que é um valor próximo do período teórico considerando a aceleração da gravidade igual a 9,29 m/s² que é a aceleração da gravidade local; nos registros através do programa *Tracker* foi construído o gráfico de ângulo em função tempo que teve o comportamento de uma senoidal assim como mostra na Figura 12.

Figura 12: Programa *Tracker* - análise do movimento da esfera no pêndulo simples



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

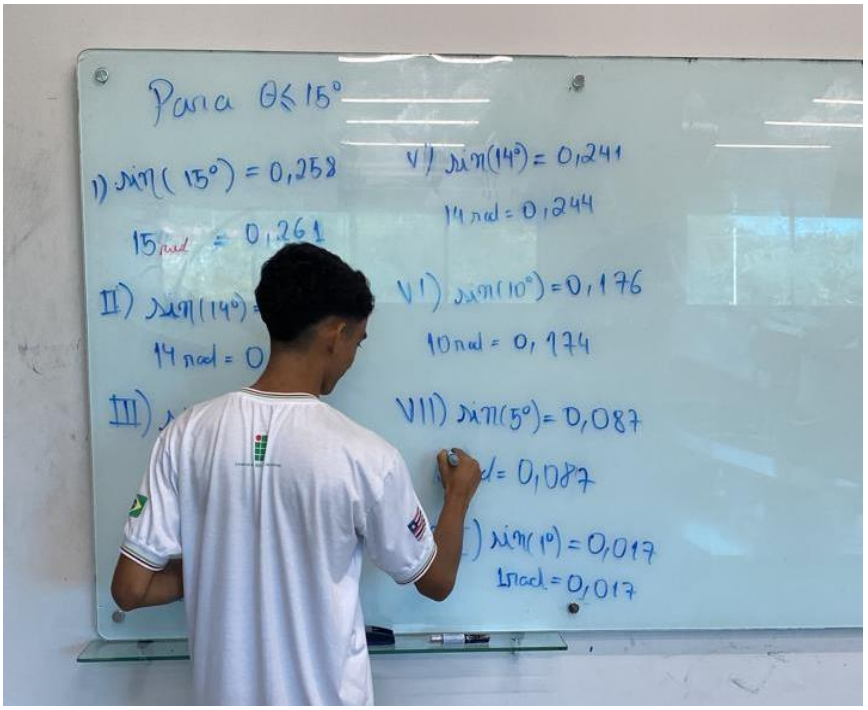
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

5. Conclusão

A realização do experimento do pêndulo simples com o uso do programa *Tracker* permitiu uma análise precisa e visual do movimento oscilatório em que os conceitos físicos como período, velocidade e aceleração foram abordados com os alunos no laboratório.

A interdisciplinaridade entre as disciplinas de física e matemática foi importante para a interpretação dos dados coletados no experimento através da construção do gráfico da função senoidal utilizando o programa *Tracker* mostrando que a matemática é uma ferramenta fundamental para a modelagem de fenômenos físicos.

Figura 13: Aluno fazendo o cálculo do experimento

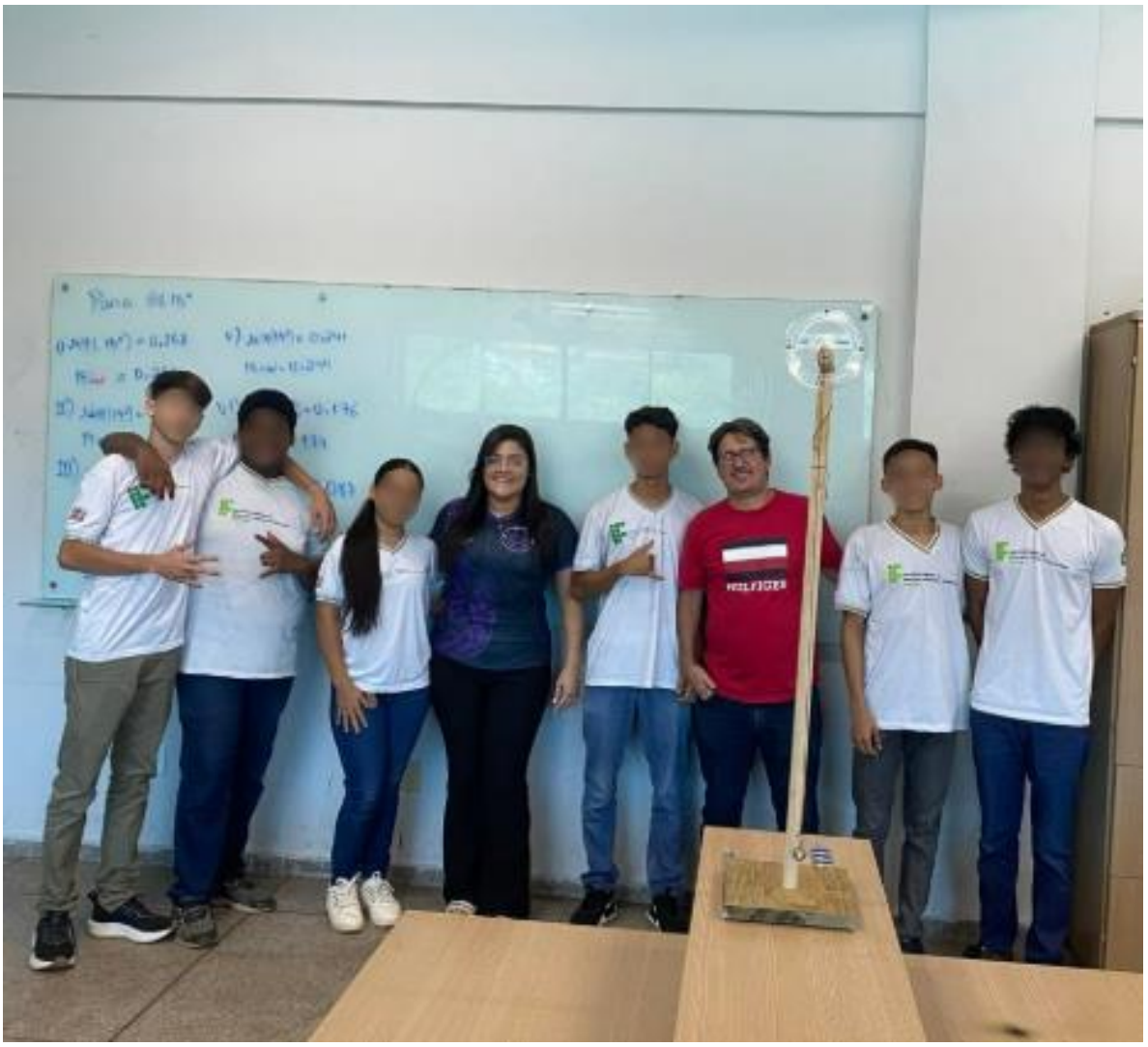


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A utilização do *Tracker* facilita na visualização do movimento e desenvolve nos alunos habilidades em tecnologias, resolução de problemas e interpretação científica dos dados como mostra a Figura 12 e incentiva os alunos a participarem do experimento de acordo com as Figuras 13 e 14.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.11, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v11i1.4156

Figura 14: Professores, alunos e o pêndulo simples



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

O experimento evidenciou que o período do pêndulo simples depende do comprimento do fio e da aceleração da gravidade local. Diante do exposto, conclui-se que a metodologia adotada contribui para uma aprendizagem integrada, reforçando o entendimento dos conteúdos de física e matemática promovendo o interesse dos alunos pela investigação científica mediada por tecnologias educacionais.

Referências

ANDREIS, Greice da Silva Lorenzzetti; PACHECO, Marina Buzin. Causas das dificuldades de aprendizagem em matemática: Percepção de professores e estudantes do 3° ano do ensino médio. Paraíba: **Revista Principia**, 2018. Disponível em:< https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612 >. Acesso em: 11 de maio de 2025.

BASSANEZZI, Rodney Carlos. **Ensino - aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BATISTA, Flaverson Messias; SCHUHMACHER, Elcio. O uso do software tracker para o ensino de oscilação: uma proposta baseada na aprendizagem significativa / The use of tracker software for teaching oscillation: a proposal based on meaningful learning. **Brazilian Journal of Development**, *[S. l.]*, v. 8, n. 4, p. 30353–30364, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-490. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/47014. Acesso em: 30 de maio de 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BROWN, Douglas.; HANSON, Robert.; CHRISTIAN, Wolfgang. **Tracker: Video Analysis and Modeling Tool**. Programa Tracker 5.1.4 [página da Internet], 2025. Disponível em: https://physlets.org/tracker. Acesso em: 11 de maio 2025.

CHAVES, José Arteiro Claudino.; ALVES, Railton Rodrigues; FILHO, Antonio Evangelista Ferreira; SILVA, Maria do Amparo Holanda da. As dificuldades de aprendizagem no ensino de matemática e física dos alunos do 2° ano do ensino médio. **Pensando as licenciaturas.** Atenas editora. Ponta Grossa. 2019. Disponível em:< https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/as-dificuldades-de-aprendizagem-no-ensino-de-matematica-e-fisica-dos-alunos-da-2a-serie-do-ensino-medio > Acesso em: 30 de maio de 2025.

FELIPPE, Alana Cavalcante; MACEDO, Shirley da Silva. Contributions of Mathematical games and Mathematical modeling in teaching Mathematics. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 11, n. 1, p. e41411124886, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.24886. Disponível em: < https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24886 >. Acesso em: 19 de maio de 2025.

FERREIRA, Mariane Grando; WENDLING, Cléria Maria; STRIEDER, Dulce Maria. Ludicidade e experimentação no ensino de ciências naturais: um panorama do

currículo municipal de cascavel prpr. **Revista Valore**, *[S. l.]*, v. 6, p. 1338–1347, 2021. DOI: 10.22408/reva6020218891338-1347. Disponível em: < https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/889. >Acesso em: 30 de maio de 2025.

FREIRE; Paulo. **Pedagogia da autonomia**. 25ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

GARCIA, Fernanda dos Santos; DENARDIN, Luciano. Sequência didáticas envolvendo o software geogebra no ensino de funções trigonométricas: Um mapeamento em artigos acadêmicos. **Perspectivas da educação matemática**. UFMS. Disponível em: < https://hdl.handle.net/10923/25192 >. Acesso em: 11 de maio de 2025.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química nova na escola, n°10, novembro 1999.

IBERSS, Patrick. **Videoanálise no ensino de mecânica: Coletânea de vídeos para formação docente continuada**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022. Disponível em: < http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29903 >. Acesso em: 30 de maio de 2025.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 9ª edição. Campinas: Papirus, 2010.

LOUREIRO, Bruna Cristina Oliveira. O uso das tecnologias da informação e comunicação como recursos didáticos no ensino de física. **Revista do Professor de Física**, *[S. l.]*, v. 3, n. 2, p. 93–102, 2019. DOI: 10.26512/rpf.v3i2.24315. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/24315. Acesso em: 30 de maio 2025.

MANIA, Edrian. Determinação da frequência de oscilação da rede elétrica utilizando o programa tracker physics: determination of the electric network oscillation frequency using the tracker physics program. **Caderno de Física da UEFS**, *[S. l.]*, v. 21, n. 02, p. 2403.1–12, 2023. DOI: 10.13102/cad.fs.uefs.v21i02.10472. Disponível em: https://periodicos.uefs.br/index.php/cadfis/article/view/10472. Acesso em: 11 de maio de 2025.

MARTINS, Alisson Antonio.; GARCIA, Nilson Martins Dias. Ensino de física e novas tecnologias de informação e comunicação: uma análise da produção recente. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa**. Campinas, 2011. Disponível em:< https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0529-1.pdf > Acesso em: 30 de maio de 2025.

MICHAELIS: **Dicionário escolar de língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos,4ª edição. São Paulo, 2016. 2267 p

MOREIRA, Marco Antonio. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. **R. B. E. C. T.**, Ponta Grossa - PR, ano 2, v. 7, mai-ago 2014. Disponível em: < https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/132559/000983274.pdf > Acesso em: 25 de maio de 2025.

PEREIRA, Alex Lima. **Um estudo de situações físicas com o programa tracker: Uma ferramenta auxiliar na construção de modelos matemáticos.** Universidade federal do Pampa. Itaqui, 2022. Disponível em: < https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/7400/1/Alex%20Lima%20Pereira%20-%202022.pdf >. Acesso em: 19 de maio de 2025.

PEREIRA, Ângela Eloisa Fernandes.; VAZ, Helder Vlademiro Correira. O GeoGebra no Estudo de Funções Trigonométricas a partir da Análise Gráfica. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, *[S. l.]*, v. 11, n. 2, p. 119–137, 2022. DOI: 10.23925/2237-9657.2022.v11i2p119-137. Disponível em: < https://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/59577. > Acesso em: 11 de maio de 2025.