

EXPLORANDO A DINÂMICA POR MEIO DE VÍDEOANÁLISE COM SOFTWARE TRACKER NO ENSINO MÉDIO

João Vitor da Silva Souza ¹
Daniel Berg de Amorim Lima ²

RESUMO

O ensino da Dinâmica, com conceitos como força, massa e aceleração, frequentemente representa um desafio para estudantes do ensino médio, sobretudo pela dificuldade em visualizar fenômenos e estabelecer conexões com situações reais. Neste contexto, o software Tracker tem se mostrado uma ferramenta pedagógica eficaz, ao possibilitar a análise de movimentos reais por meio de vídeoanálise, com geração de gráficos de velocidade e aceleração (Cordeiro, 2019). Apoiado em estudos sobre a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação, este trabalho foi desenvolvido com estudantes do ensino médio do IF Sertão PE, campus Petrolina, com o propósito de promover uma aprendizagem mais significativa e experimental dos princípios da Dinâmica (Moreira, 2018). Foram conduzidos três encontros com os alunos, dedicados à abordagem teórica, à familiarização com o software Tracker e à aplicação prática da vídeoanálise. Por meio dessa ferramenta, foram analisados fenômenos como queda livre, lançamento oblíquo e conservação de energia, possibilitando o protagonismo dos estudantes no processo investigativo científico, desde a formulação de hipóteses até a validação por meio de dados obtidos nos vídeos. Os trabalhos desenvolvidos foram apresentados na IV Feira de Ciências do IF Sertão PE, proporcionando um espaço de socialização e troca de conhecimentos entre os participantes. A facilidade de uso e o acesso gratuito ao software contribuíram para sua aplicação em diferentes contextos escolares, reforçando seu potencial como recurso didático para o ensino de conteúdos abstratos por meio de práticas investigativas contextualizadas.

Palavras - chaves: Ensino de Física, Tracker, Dinâmica, Vídeoanálise.

INTRODUÇÃO

O ensino de Dinâmica no nível médio frequentemente apresenta desafios relacionados à abstração conceitual e à dificuldade dos estudantes em associar teorias físicas a situações reais. A compreensão de conceitos como força, massa, energia e aceleração exige do aluno uma capacidade de visualização e de interpretação de fenômenos que, muitas vezes, não é plenamente desenvolvida em ambientes de ensino tradicionais. A limitação de infraestrutura laboratorial e o tempo reduzido destinado à experimentação também contribuem para essa dificuldade, restringindo a vivência prática dos conteúdos.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IF Sertão PE, joao.vitor9@aluno.ifsertao-pe.edu.br;

² Professor do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IF Sertão PE, daniel.berg@ifsertao-pe.edu.br.

Nesse contexto, a incorporação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Física tem se mostrado uma alternativa eficaz para ampliar as possibilidades de aprendizagem. O uso de recursos digitais e softwares educativos permite a visualização de fenômenos complexos, a análise de dados e a experimentação virtual, favorecendo a aprendizagem significativa e investigativa (MOREIRA, 2018; FERRAZ; TERRAZZAN, 2017). Segundo Siqueira (2023), quando as tecnologias são adequadamente integradas às práticas pedagógicas, elas não apenas diversificam as metodologias, mas também transformam a maneira de ensinar e aprender, tornando o estudante protagonista do processo.

Entre as ferramentas digitais disponíveis, o software Tracker destaca-se por permitir a análise detalhada de movimentos a partir de vídeos reais, possibilitando a coleta e o tratamento de dados cinemáticos e dinâmicos de forma acessível e interativa. Essa ferramenta contribui para aproximar o ensino de Física da prática científica, promovendo a compreensão de grandezas físicas a partir da observação e modelagem de fenômenos reais (BORDIN, 2020; DE OLIVEIRA RODRIGUES, 2022).

Considerando esse potencial, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do software Tracker no ensino de Dinâmica, explorando sua contribuição para a compreensão dos conceitos de energia mecânica e conservação de energia no ensino médio. A proposta foi desenvolvida com estudantes do IFSertãoPE – campus Petrolina, e integra-se às ações de ensino voltadas à experimentação mediada por tecnologias digitais e à popularização da ciência.

METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida no contexto do ensino de Física no 1º ano do ensino médio do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), campus Petrolina, durante o estudo dos conteúdos de Dinâmica. A proposta teve como foco a análise experimental de movimentos reais, utilizando o software *Tracker* como ferramenta didática para investigar a conservação da energia mecânica.

A sequência foi estruturada de modo a integrar momentos de estudo teórico, registro de experimentos e análise de dados. As práticas tiveram como objetivo observar a transformação entre energia potencial gravitacional e energia cinética em dois tipos de movimento: queda livre e movimento em plano inclinado.

Para ambos os experimentos, utilizou-se uma bolinha de gude com massa de 8,3 g e considerou-se a aceleração da gravidade local de 10 m/s^2 . As condições experimentais foram planejadas para possibilitar a comparação entre valores teóricos e resultados obtidos por meio

da vídeoanálise. As filmagens foram realizadas com câmera digital, posicionada lateralmente ao movimento, de modo a reduzir erros de paralaxe e facilitar o rastreamento pelo software.

Condições experimentais

Tabela 1 – Condições experimentais das práticas realizadas.

Prática	Situação analisada	Altura inicial (m)	Superfície	Grandezas observadas
1	Queda livre vertical	1,55	Ar (livre)	Posição, tempo e velocidade
2	Movimento em plano inclinado	0,185	Madeira lisa	Posição, tempo e velocidade

Etapas de aplicação

A sequência de aplicação foi conduzida em **cinco aulas de 45 minutos**, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Etapas de aplicação da proposta didática.

Etapas	Descrição da atividade	Duração (aula de 45 min)
1	Estudo teórico sobre energia mecânica, trabalho e conservação de energia.	1
2	Apresentação e familiarização com o software <i>Tracker</i> e suas principais funções.	1
3	Planejamento e gravação dos experimentos de queda livre e plano inclinado.	1
4	Análise dos vídeos no <i>Tracker</i> , com marcação quadro a quadro e coleta de dados.	1
5	Discussão dos resultados e comparação entre valores teóricos e experimentais.	1

Procedimentos de análise

As gravações foram importadas para o *Tracker* e analisadas quadro a quadro, permitindo a obtenção de tabelas de posição, tempo e velocidade. A calibração do eixo

vertical foi realizada a partir de uma escala de referência física presente no cenário, e o ponto de origem foi definido no nível do solo para padronizar as medições.

Os dados coletados foram exportados em formato de planilha e utilizados para o cálculo das energias potencial e cinética de cada situação. Posteriormente, os resultados foram comparados aos valores teóricos e discutidos em sala de aula, com base nas equações da conservação da energia mecânica.

A metodologia adotada buscou integrar teoria, prática e tecnologia digital em uma abordagem investigativa, estimulando a interpretação quantitativa dos fenômenos e a participação ativa dos estudantes no processo de análise experimental.

REFERENCIAL TEÓRICO

Conservação da energia

A compreensão dos conceitos de trabalho e energia é fundamental para o estudo da Dinâmica e para a análise quantitativa de sistemas físicos. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2008), trabalho é definido como a energia transferida a um corpo pela ação de uma força, sendo expresso pelo produto escalar entre a força e o deslocamento do objeto:

$$W = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$$

Quando uma força atua sobre um corpo, ocorre uma variação de sua energia cinética. De acordo com Young e Freedman (2008), o teorema trabalho–energia cinética estabelece que o trabalho total realizado por todas as forças sobre uma partícula é igual à variação de sua energia cinética, expressa por:

$$W = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2$$

Além disso, a força peso realiza trabalho quando há deslocamento vertical, resultando em variação da energia potencial gravitacional. Hewitt (2023) destaca que o trabalho realizado pela força gravitacional é positivo quando o corpo se desloca no sentido da força peso e negativo quando o movimento é contrário. Essa relação permite definir a energia potencial gravitacional como:

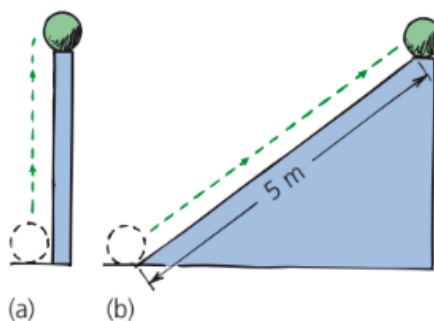
$$U_{pg} = mgh$$

Em sistemas conservativos, a soma das energias cinética e potencial permanece constante, caracterizando a conservação da energia mecânica (Nussenzveig, 2013):

$$E_m = K + U_{pg} = constante$$

Essa relação expressa que, na ausência de forças dissipativas significativas, a energia mecânica total do sistema se conserva, ocorrendo apenas transformações entre suas formas potenciais e cinéticas.

Figura 1 – Representação esquemática de (a) queda livre e (b) movimento em plano inclinado, evidenciando a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética.

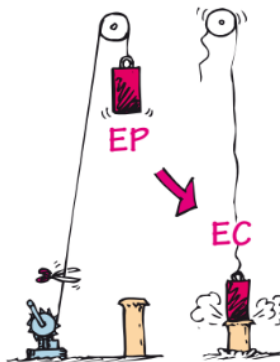


Fonte: Hewitt (2023).

A Figura 1 apresenta as duas situações físicas analisadas experimentalmente — a queda livre e o movimento em plano inclinado — que foram utilizadas para discutir, em sala de aula, a conversão entre energia potencial gravitacional e energia cinética. Essas representações foram essenciais para introduzir os fenômenos que posteriormente seriam analisados com o software *Tracker*, auxiliando na visualização da transformação de energia e na interpretação gráfica dos movimentos.

A Figura 2 complementa essa discussão ao apresentar, de forma ilustrativa, o processo de conversão da energia potencial (EP) em energia cinética (EC) durante a queda de um corpo. Essa imagem foi produzida por um dos alunos participantes e reflete a compreensão conceitual desenvolvida ao longo das atividades experimentais, evidenciando a integração entre teoria, visualização e prática científica mediada por tecnologia.

Figura 2 – Ilustração conceitual da transformação de energia potencial (EP) em energia cinética (EC) durante a queda de um corpo.



Fonte: Hewitt (2023).

Uso do software Tracker no ensino de Física

O uso de ferramentas tecnológicas no ensino de Física tem se mostrado uma alternativa eficaz para superar as limitações associadas à experimentação tradicional. Entre essas ferramentas, o software *Tracker* destaca-se por ser uma plataforma de acesso livre e multiplataforma, que permite a análise detalhada de movimentos reais por meio da vídeoanálise (De Oliveira Rodrigues; Tomé, 2022).

Esse recurso possibilita o rastreamento quadro a quadro de objetos em movimento, a geração automática de gráficos e tabelas de posição, velocidade e aceleração, além da calibração e da definição de sistemas de coordenadas. Dessa forma, o *Tracker* favorece a visualização dos fenômenos físicos e aproxima o aluno do processo de investigação científica, permitindo a coleta e o tratamento de dados reais com precisão.

De acordo com Da Silva e Orkiel (2017), o uso do *Tracker* em atividades didáticas contribui para transpor o fenômeno observado no mundo real para o modelo matemático que o explica. Ao visualizar simultaneamente o movimento e os gráficos correspondentes, o estudante compreende de forma mais clara a relação entre as grandezas envolvidas e desenvolve habilidades de análise quantitativa.

Bonventi Jr. e Aranha (2015) ressaltam que o uso de dispositivos digitais, como câmeras e softwares de vídeoanálise, dinamiza o processo experimental e amplia as possibilidades de aprendizagem ativa. A coleta automatizada de dados substitui medições manuais e reduz erros, tornando o experimento mais eficiente e permitindo maior foco na interpretação dos resultados.

A aplicação do *Tracker* no ensino médio representa, portanto, uma oportunidade de promover a aprendizagem significativa dos conceitos de força, energia e movimento (Moreira,

2018). Ao utilizar vídeos produzidos pelos próprios alunos, o processo de ensino transforma-se em uma experiência de investigação, na qual o estudante atua como protagonista na formulação de hipóteses, na coleta de dados e na análise dos resultados. Essa abordagem está alinhada às perspectivas das metodologias ativas e da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Ciências (Ferraz; Terrazan, 2017; Siqueira, 2023).

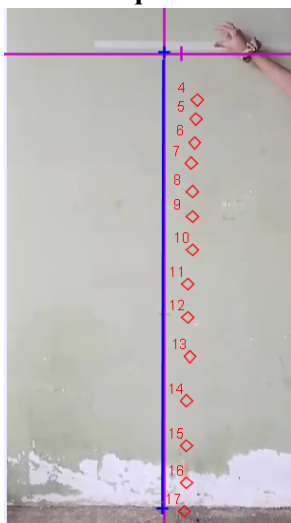
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a exposição teórica sobre conservação de energia e a introdução ao uso do software Tracker, foram realizadas duas atividades experimentais de vídeoanálise: a queda livre de um corpo e o movimento em um plano inclinado. Ambas tiveram como objetivo verificar a conversão entre energia potencial gravitacional e energia cinética, analisando quantitativamente a conservação da energia mecânica.

Análise da queda livre

A primeira prática consistiu na análise da queda livre vertical de uma bolinha de gude, com massa de 8,3 g, liberada a partir de uma altura de 1,55 m, considerando a gravidade local de 10 m/s^2 . O rastreamento do movimento foi realizado no Tracker, conforme apresentado na Figura 3, utilizando uma calibração vertical baseada na distância de referência presente no cenário.

Figura 3 – Rastreamento da queda livre no software Tracker.



Fonte: O próprio autor.

A energia potencial gravitacional inicial do corpo foi determinada pela expressão $U_{pg1} = mgh$:

$$U_{pg1} = 8,3 \times 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1,55 = 0,128 \text{ J}$$

O valor teórico calculado foi, portanto, 0,128 J. A Figura 4 apresenta os dados obtidos pelo *Tracker*, contendo os valores de tempo (t), velocidade (v) e energia cinética (K) em cada ponto do movimento.

Figura 4 – Dados coletados pelo Tracker para o experimento de queda livre.

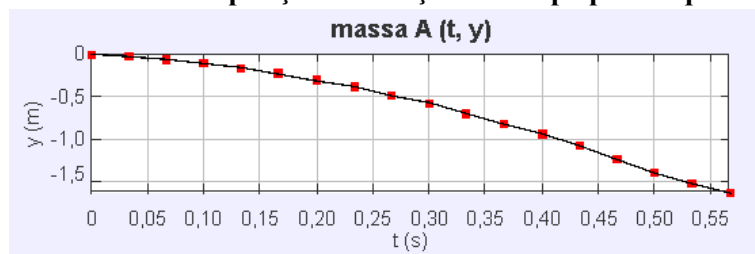
t (s)	v (m/s)	K (kg·m ² /s ²)
0,033	1,044	4,520E-3
0,067	1,342	7,478E-3
0,100	1,455	8,791E-3
0,133	1,773	1,305E-2
0,167	2,282	2,160E-2
0,200	2,355	2,302E-2
0,233	2,598	2,800E-2
0,267	2,848	3,367E-2
0,300	3,101	3,990E-2
0,533	3,483	5,034E-2
0,333	3,616	5,426E-2
0,367	3,616	5,426E-2
0,400	3,862	6,190E-2
0,500	4,362	7,896E-2
0,433	4,430	8,145E-2
0,467	4,745	9,344E-2

Fonte: O próprio autor.

A energia cinética final, obtida a partir da velocidade máxima registrada, foi de aproximadamente 0,093 J, o que representa uma diferença de 0,035 J em relação à energia potencial inicial. Essa discrepância pode ser atribuída à resistência do ar, às perdas de energia durante o impacto e às incertezas do processo de rastreamento digital.

O gráfico de posição em função do tempo (Figura 5) apresentou comportamento parabólico crescente, característico de um movimento uniformemente acelerado (MUV). Essa coerência entre o formato gráfico e o modelo teórico confirma a precisão da vídeoanálise.

Figura 5 – Gráfico da posição em função do tempo para a queda livre.



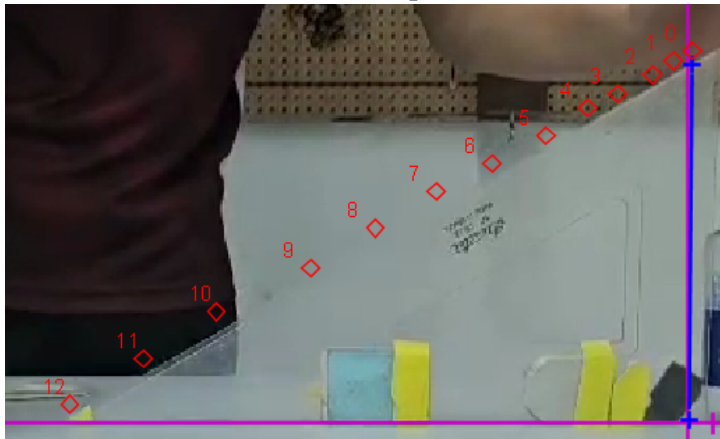
Fonte: O próprio autor.

Esses resultados demonstram que, embora existam forças dissipativas, a conservação aproximada da energia mecânica pôde ser observada, validando a metodologia empregada e o potencial do software como instrumento de análise quantitativa e didática.

Análise do movimento em plano inclinado

Na segunda prática, foi analisado o movimento de descida de uma esfera sobre um plano inclinado com altura inicial de 0,185 m. O procedimento de rastreamento e calibração foi semelhante ao da primeira prática, conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Rastreamento do movimento no plano inclinado no software Tracker.



Fonte: O próprio autor.

A energia potencial inicial (U_{pg2}) foi calculada pela mesma expressão:

$$U_{pg1} = 8,3 \times 10^{-3} \cdot 10 \cdot 0,185 = 0,015 \text{ J}$$

A tabela de dados obtida pelo Tracker (Figura 7) permitiu identificar a variação da velocidade e da energia cinética ao longo do tempo.

Figura 7 – Dados coletados pelo Tracker para o experimento no plano inclinado.

t (s)	v (m/s)	K (kg·m ² /s ²)
0,000		
0,033	0,366	5,560E-4
0,067	0,506	1,062E-3
0,100	0,565	1,327E-3
0,133	0,646	1,734E-3
0,167	0,866	3,112E-3
0,200	0,961	3,829E-3
0,233	1,040	4,493E-3
0,267	1,147	5,461E-3
0,300	1,399	8,118E-3
0,333	1,484	9,142E-3
0,367	1,350	7,566E-3

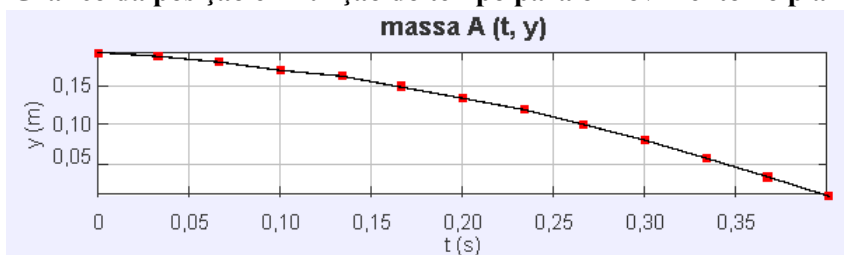
Fonte: O próprio autor.

A energia cinética final registrada foi de 0,009 J, resultando em uma diferença de 0,006 J em relação à energia potencial inicial. Essa diferença, ligeiramente maior do que na queda

livre, deve-se à presença do atrito entre a esfera e a superfície e a pequenas irregularidades do plano, que dissipam parte da energia mecânica.

A Figura 8 apresenta o gráfico da posição em função do tempo, o qual exibiu comportamento linear crescente, típico de um movimento uniformemente acelerado.

Figura 8 – Gráfico da posição em função do tempo para o movimento no plano inclinado.



Fonte: O próprio autor.

Durante o experimento, observou-se ainda uma pequena colisão no final da trajetória, o que justifica a leve oscilação nos últimos pontos de coleta. Mesmo assim, o comportamento geral manteve-se coerente com a teoria, demonstrando a viabilidade da aplicação do Tracker para o estudo de movimentos reais com precisão satisfatória.

Comparação e discussão geral dos resultados

A Tabela 3 apresenta a síntese comparativa entre os valores teóricos e experimentais obtidos nas duas práticas.

Tabela 3 – Comparação entre valores teóricos e experimentais obtidos nas práticas.

Prática	Altura (m)	Energia potencial inicial (J)	Energia cinética final (J)	Diferença (J)	Principais fatores de variação
Queda livre	1,55	0,128	0,093	0,035	Resistência do ar e imprecisões no rastreamento
Plano inclinado	0,185	0,0153	0,009	0,006	Atrito e irregularidades na superfície

Os resultados obtidos demonstram boa concordância entre teoria e prática, considerando as inevitáveis forças dissipativas e as limitações do processo de gravação e rastreamento digital. Em ambos os experimentos, verificou-se a transformação progressiva da energia potencial gravitacional em energia cinética, confirmando o princípio da conservação da energia mecânica dentro de margens aceitáveis de erro.

Além do caráter quantitativo, a proposta promoveu um entendimento qualitativo das leis físicas envolvidas. A análise em vídeo proporcionou aos estudantes a observação direta

do movimento e o desenvolvimento de habilidades de interpretação de dados, reforçando o vínculo entre teoria e experimento.

Tais resultados estão em consonância com os estudos de Bonventi Jr. e Aranha (2015), Da Silva e Orkiel (2017) e De Oliveira Rodrigues e Tomé (2022), que destacam o uso do Tracker como ferramenta didática eficaz na promoção da aprendizagem significativa em Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a aplicação do software Tracker como ferramenta didática para o estudo da conservação da energia mecânica no ensino médio. As atividades propostas permitiram a observação e análise quantitativa de dois movimentos distintos – a queda livre e o plano inclinado – favorecendo a compreensão da transformação entre energia potencial gravitacional e energia cinética.

Os resultados obtidos demonstraram boa concordância entre os valores teóricos e experimentais, evidenciando a validade da abordagem metodológica. As pequenas diferenças observadas entre as energias calculadas podem ser atribuídas à ação de forças dissipativas e às limitações instrumentais, comuns em experimentos dessa natureza. Apesar disso, as práticas confirmaram de forma satisfatória o princípio da conservação da energia mecânica, comprovando a eficácia do método proposto.

Além da precisão quantitativa, a experiência proporcionou ganhos significativos do ponto de vista pedagógico. O uso do Tracker possibilitou que os estudantes visualizassem fenômenos físicos de maneira concreta e interativa, promovendo o protagonismo discente e o desenvolvimento de competências investigativas. A possibilidade de registrar, rastrear e analisar movimentos reais ampliou a compreensão dos conceitos de energia e movimento, aproximando o ensino de Física da prática científica.

Conclui-se que a integração de tecnologias digitais de baixo custo, como o Tracker, constitui uma estratégia eficiente para o ensino e a aprendizagem da Física, principalmente em contextos escolares com limitações de infraestrutura laboratorial. A abordagem contribui para tornar o aprendizado mais significativo e contextualizado, estimulando o interesse dos estudantes e favorecendo a consolidação de uma visão mais dinâmica e aplicada da ciência.

REFERÊNCIAS

BEZERRA JR, Arandi Ginane; DE OLIVEIRA, Leonardo Presoto; LENZ, Jorge Alberto; SAAVEDRA, Nestor. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de



Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 29, p. 469–490, 2012.

BONVENTI JR., W.; ARANHA, N.. Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 2504-1-2504-9, abr. 2015.

BORDIN, Giulio Domenico *et al.* **Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no ensino de física**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DA SILVA, Silvio Luiz Rutz; ORKIEL, Edenioson. Recursos tecnológicos e ensino de física: estudo do movimento bidimensional com o auxílio do programa Tracker. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1429-1434, 2017.

DE OLIVEIRA RODRIGUES, Francisco Leandro; TOMÉ, Antônio Francisco. O ESTADO DA ARTE DO SOFTWARE TRACKER APLICADO AO ENSINO DE FÍSICA. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 23, n. 1, 2022.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo; CHAVES, Lara Tibolla. Uma proposta experimental e tecnológica na perspectiva de Vygotsky para o ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 1, p. 177-200, 2019.

FERRAZ, Ana Paula do Nascimento; TERRAZZAN, Eduardo Antonio. Metodologias ativas e o ensino de Física: um olhar sobre a prática docente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, volume 1: mecânica. **Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi**, v. 10, 2008.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Bookman Editora, 2023.

LENZ, Jorge Alberto; SAAVEDRA FILHO, Nestor Cortez; BEZERRA JR., Arandi Ginane. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker - DOI 10.5752/P.2316-9451.2014v2n2p24. Abakós, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 24–34, 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 3. ed. São Paulo: Centauro, 2018.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica: Mecânica (vol. 1)**. Editora Blucher, 2013.

SIQUEIRA, K. S.; Linguagem e tecnologias digitais no ensino da física como elementos facilitadores da aprendizagem. **Revista Processando o Saber**, [s. l.], v. 15, n. 01, 75-97, 6 jun. 2023.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física I: mecânica. **Young e Freedman.[Colaborador A. Lewis Ford]. Tradução de Sonia Midori Yamamoto. Revisão técnica de Adir Moysés Luiz**, v. 12, 2008.