



# PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS SOBRE QUEDA LIVRE COM O USO DE OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Autor: Ayslan Porfirio do Santos



**AYSLAN PORFIRIO DOS SANTOS**

**O USO DE OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM PARA O ESTUDO DE  
QUEDA LIVRE**

**The use of virtual learning objects to study free fall**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física - Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes

Coorientador(a): Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos

**CAMPO MOURÃO**

**2024**



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Campo Mourão**

AYSLAN PORFIRIO DOS SANTOS

**O USO DE OBJETOS VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM PARA O ESTUDO DE QUEDA LIVRE**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2024

Dra. Adriana Da Silva Fontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Cesar Vanderlei Deimling, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Luciano Gonsalves Costa, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2024.

## APRESENTAÇÃO

Neste estudo foi relatado que o uso de simuladores como tecnologias digitais no ensino de Física representa uma abordagem inovadora, sendo bastante discutida na última década. A prática e interativa não apenas torna os conceitos físicos mais tangíveis, mas também incentiva a curiosidade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os alunos para enfrentar desafios científicos e tecnológicos do mundo real.

À vista disso, esta proposta tem o objetivo de apresentar um processo de ensino-aprendizagem de Física para os conceitos de queda livre dos corpos com auxílio dos objetos virtuais de aprendizagem. Esta proposta visa auxiliar professores que procurem sobre como ensinar este conteúdo.

A proposta de ensino de Física utilizando objetos virtuais, como o Tracker, Algodoo, calculadora da Física e simuladores, revela-se uma abordagem inovadora e eficaz para a compreensão do fenômeno da queda livre dos corpos. A integração dessas ferramentas tecnológicas proporciona aos estudantes uma experiência de aprendizado mais dinâmica e interativa, aproximando-os de situações práticas e do método científico.

Assim, a proposta de ensino de Física com objetos virtuais para o estudo da queda livre dos corpos emerge como uma estratégia promissora para promover a aprendizagem significativa e despertar o interesse dos alunos pela ciência.

## **AGRADECIMENTO**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço aos meus orientadores Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes e Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos pela sabedoria com que me guiaram nesta trajetória, bem como a Profa. Dra. Roseli Constantino Schwerz.

Aos meus colegas de sala.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, a minha esposa Andréia que sempre esteve ao meu lado me apoiando nos momentos de estudos, aos meus filhos, Laysa e Bruno que entenderam a importância da dedicação para os estudos e dos momentos de ausência que tive pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Por fim, o agradecimento mais importante: agradeço a Deus a Nossa Senhora, Santa Rita de Cássia por estarem sempre comigo, me guiando, iluminando cada passo meu e me abençoando. Obrigado por me darem a fé e a força necessária para lutar e enfrentar todos os obstáculos, sem nunca desistir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Corpos em queda livre sob a influência da resistência do ar .....	26
Figura 2. Utilização do Tracker para trabalhar a queda livre dos corpos .....	29
Figura 3. Calculadora da física.....	32
Figura 4. Simulador de queda livre dos corpos .....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ficha técnica da proposta didática.....	19
Quadro 2. Estrutura da Sequência Didática.....	21
Quadro 3. O movimento de queda livre.....	22
Quadro 4. Passos das atividades no simulador Algodoo.....	25
Quadro 5. Ficha das emoções sentidas durante a realização das atividades no no Algodoo e em sala de aula.....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>08</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>A Física nas Disciplinas Científica .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>O movimento de Queda Livre .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Os Objetos Virtuais de Aprendizagem para Ensino de Física .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>O Software Algodoo .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>Simuladores .....</b>	<b>17</b>
<b>2.6</b>	<b>Calculadora da Física .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7</b>	<b>Tracker</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE ENSINO PARA PROFESSOR .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Estrutura da Proposta Didática .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Processo de realização da Proposta .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.1.1</b>	<b>Utilização do Software Algodoo .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1.2</b>	<b>Utilização do Tracker .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.1.3</b>	<b>Utilização da Calculadora da Física .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.1.4</b>	<b>Utilização de Simuladores .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Processo de Avaliação .....</b>	<b>35</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física desempenha um papel importante na formação educacional de indivíduos e na compreensão do mundo que nos cerca (Moreira, 2018). Esta disciplina, atualmente, abordada desde o 1º ano do Ensino Médio, desafia a mente humana desde os tempos de Galileu Galilei e Isaac Newton e continua a intrigar e inspirar gerações de estudantes em todo o mundo (Rosa; Rosa, 2005).

Desta forma, Moreira (2000), já destaca que buscar aprimorar este ensino para promover um entendimento mais profundo dos fenômenos naturais e estimular o pensamento crítico, pode possibilitar um avanço na educação e na formação dos estudantes.

Neste sentido, o uso das Tecnologias Digitais como objetos virtuais de aprendizagem, podem oferecer uma variedade de recursos que podem enriquecer o ensino de Física (Araújo; Veit, 2004). Medeiros e Medeiros (2002), destacam que uma das ferramentas mais impactantes é o uso de simulações computacionais.

Por meio delas, os alunos podem explorar virtualmente fenômenos físicos complexos, como movimento de partículas, ondas eletromagnéticas, interações gravitacionais e, em específico, no estudo da queda livre (queda dos corpos) (Cordova; Tort, 2016). Cardinot e Namen (2017), afirmam que essas simulações permitem que os estudantes experimentem situações que, de outra forma, seriam inacessíveis, proporcionando uma compreensão mais profunda dos princípios físicos subjacentes.

Outra aplicação importante das tecnologias digitais é a criação de ambientes virtuais de aprendizado. Araújo e Veit (2004), apontam que plataformas de ensino online, fóruns de discussão e vídeos interativos podem proporcionar um espaço de aprendizado flexível e colaborativo, onde os estudantes podem acessar recursos didáticos, compartilhar conhecimentos e discutir conceitos com colegas e professores em qualquer lugar do mundo.

Para Junior e Sampaio (2013), o uso de simuladores como tecnologias digitais no ensino de Física representa uma abordagem inovadora, sendo bastante discutida na última década. Essas ferramentas proporcionam aos alunos a oportunidade de experimentar virtualmente fenômenos físicos complexos, muitas

vezes inacessíveis em um ambiente de sala de aula tradicional (Miranda; Vanin; Bechara, 2004).

Por meio dos simuladores, os estudantes podem explorar o comportamento de partículas subatômicas, analisar o movimento de objetos em diferentes condições ou até mesmo simular experimentos científicos icônicos. Junior e Sampaio (2013, p. 1), afirmam que <a utilização de simuladores permite o estudo de situações que, na prática, seriam difíceis ou até mesmo inviáveis de serem realizadas, permitindo, desta forma, uma melhor compreensão dos fenômenos=. Essa experiência prática e interativa não apenas torna os conceitos físicos mais tangíveis, mas também incentiva a curiosidade, o pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os alunos para enfrentar desafios científicos e tecnológicos do mundo real.

À vista disso, esta proposta tem o objetivo de apresentar um processo de ensino-aprendizagem de Física para os conceitos de queda livre dos corpos com auxílio dos objetos virtuais de aprendizagem. Esta proposta visa auxiliar professores que procurem sobre como ensinar este conteúdo.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 A Física nas Disciplinas Científicas

Cabe ressaltar que a Física é a base de muitas outras disciplinas científicas e tecnológicas. Ela fornece as leis fundamentais que governam o comportamento da matéria e da energia no universo (Moreira, 2000). Portanto, segundo Moreira (2018), uma compreensão sólida dos princípios físicos é crucial para avançar em áreas como engenharia, química, biologia e até mesmo nas ciências sociais, onde os conceitos físicos podem explicar fenômenos complexos, como mudanças climáticas e energia sustentável.

No entanto, o ensino de Física acaba por ser desafiador para muitos estudantes, principalmente devido à sua natureza abstrata e à necessidade de uma profunda capacidade de raciocínio lógico e matemático (Moreira, 2021). Medeiros e Medeiros (2002, p. 78), afirma que <uma das razões para essa situação é que a Física lida com vários conceitos, alguns dos quais caracterizados por uma alta dose de abstração, fazendo com que a Matemática seja uma ferramenta essencial no desenvolvimento da Física=. Para superar esses desafios, é importante adotar abordagens pedagógicas que tornem o aprendizado da Física mais acessível e envolvente.

### 1.2 O Movimento de Queda Livre

A ideia de queda livre dos corpos não é atual, pois foi sendo discutida e ampliado seu conceito durante os séculos. Na Grécia Antiga, filósofos como Aristóteles (384-322 A. C.) estudaram o movimento dos corpos. Aristóteles acreditava que a velocidade de queda de um objeto era diretamente proporcional ao seu peso - uma ideia que prevaleceu por séculos, apesar de não ser correta. Seu modelo de Física natural prevaleceu por cerca de dois mil anos.

Durante a Idade Média, estudiosos islâmicos como Alhazen (965-1040 D. C.) e outros no mundo islâmico começaram a desafiar as ideias aristotélicas. Alhazen, em particular, foi um dos primeiros a realizar experimentos sistemáticos sobre a óptica, que também incluíam o estudo da queda livre (Cavasinni *et al.*, 1986).

O Renascimento trouxe uma revolução no pensamento científico. No início do século XVII, Galileu Galilei (1564-1642) começou a realizar experimentos para entender o movimento dos corpos. Ele subiu as torres e lançou objetos de várias alturas para estudar seu movimento. Suas observações contradizem diretamente as ideias aristotélicas, mostrando que todos os objetos, independentemente do peso, caem a uma taxa constante. Por meio de experimentos, Galileu concluiu que se um corpo pesado e um corpo leve forem abandonados juntos de uma mesma altura, eles cairão juntos, chegando ao mesmo tempo no chão (Chagas, 2021).

O trabalho de Galileu sobre a queda livre foi fundamental para as leis do movimento que Isaac Newton (1643-1727) desenvolveu. Newton formulou suas leis do movimento, incluindo a famosa Lei da Gravitação Universal, que descreve a atração entre dois objetos massivos e a razão pela qual os objetos caem na Terra. Newton chegou à conclusão de que não só a Terra atrai as maçãs e a Lua, mas atrai todos os demais corpos numa tendência mútua chamada de gravitação.

Lesche (2005) explica que no início do século XX, Albert Einstein (1879-1955) reformulou a Física com sua Teoria da Relatividade. Embora a Teoria da Relatividade não tenha impactado diretamente a queda livre em escalas humanas, ela influenciou nossa compreensão geral do espaço, tempo e gravidade.

A exploração espacial trouxe novos desafios ao entendimento da queda livre em ambientes de microgravidade. Astronautas e cientistas estudam o comportamento de objetos em queda livre na Estação Espacial Internacional e outras missões espaciais para entender melhor os efeitos da falta de gravidade nos objetos (Caruso, 2008).

Ao longo dos séculos, a compreensão da queda livre dos corpos passou por uma jornada fascinante, do pensamento filosófico à observação empírica e à formulação rigorosa das leis do movimento. Essa história é uma testemunha da constante evolução do conhecimento humano sobre o mundo natural. Atualmente, quando se fala em queda livre, Silveira Junior e Arnoni (2013), apontam que logo se imagina um corpo solto em repouso caindo em direção ao solo e, sua característica principal presente é a aceleração da gravidade influenciada por um campo gravitacional, ligado às descobertas de Newton.

Esse movimento de queda que ocorre sem a interferência da resistência do ar é chamado de queda livre e, nele não pode existir resistência do ar, ou o seu valor deve ser tão baixo que possa ser desprezado. Assim, quando um corpo se encontra

em queda livre na proximidade da superfície terrestre, a força gravitacional que nele atua é praticamente constante fazendo com que a velocidade do corpo aumente sempre numa mesma proporção, ou, dizendo de maneira mais exata, a aceleração sofrida pelo corpo é sempre constante. Isso faz com que qualquer corpo em queda livre, mesmo com massas diferentes, caindo de uma mesma altura, chegam juntos ao chão (Chagas, 2021).

Desta forma, é importante compreender o que é o movimento de queda livre dos corpos, conforme ele é trabalhado no 1º ano do Ensino Médio. Sales e Maia (2011, p. 37), apontam que a definição de queda livre <[...] consiste no movimento dos corpos que caem próximos à superfície da Terra e, nesse movimento, a velocidade inicial do corpo é nula=. Em um segundo caso, os autores apontam que pode ocorrer o movimento vertical que tem a velocidade inicial diferente de zero.

Em ambos os casos, a aceleração da gravidade é simbolizada pela letra  $g$ . O valor de  $g$  varia com a distância entre o objeto e o solo também varia ligeiramente com a posição no planeta, mas geralmente é aceito um valor fixo de  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Na queda livre, assumindo que o corpo é abandonado a certa altura, ou seja, encontra-se inicialmente em repouso, as equações a serem utilizadas a da velocidade do corpo na queda livre. Destacamos que a posição inicial e a velocidade inicial são nulas:

$$v = g \cdot t \quad (1)$$

Sendo as variáveis:

$v$  - velocidade de queda (m/s)

$g$  - Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

$t$  - tempo (s)

Esta equação é usada para determinar a velocidade em que um corpo se move durante o movimento de queda livre, bastando multiplicar o tempo de queda, medido em segundos, com o módulo da aceleração da gravidade.

Outra equação utilizada neste conteúdo é a equação da altura na queda livre em que relaciona à altura de queda com o intervalo de tempo:

$$H = \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

Sendo considerado:

H - Altura (m)

Por meio desta equação é possível determinar tanto a altura quanto o tempo de queda de um corpo em queda livre. Já a Equação de Torricelli pode ser utilizada para relacionar a velocidade de queda com a altura:

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot H \quad (3)$$

Essas equações e princípios teóricos descrevem o movimento de queda livre dos corpos sob a influência exclusiva da gravidade. Elas são fundamentais para entender o comportamento dos objetos em queda e são amplamente aplicadas em diversas áreas da Física e Engenharia.

### 1.3 Os Objetos Virtuais de Aprendizagem para o Ensino de Física

Vivemos uma era digital, na qual a tecnologia está presente em diversos campos de nosso cotidiano. No entanto, frequentemente o processo de ensino e aprendizagem se apoia integralmente no modelo de ensino tradicional de muitas décadas passadas. Como forma de contornar esta desconexão entre a escola e o mundo em que os alunos vivem, é necessário que haja reflexões e ações sobre como desenvolver o ensino e a utilização das possibilidades de recursos disponíveis para este propósito. Assim, Souza, Moita, Carvalho (2011, p. 20):

É de se esperar que a escola, tenha que se reinventar se desejar sobreviver como instituição educacional. É essencial que o professor se aproprie da gama de saberes advindos com a presença das tecnologias digitais da informação e da comunicação para que estes possam ser sistematizados em sua prática pedagógica.

A procura de novas tecnologias susceptíveis de atrair os nossos alunos também dentro dos parâmetros do programa nacional, que defende a cultura científica, que pode ocorrer através de Brasil (2017, p. 136):

[...] novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. Também deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de celular, ou das diversas ferramentas propícias pelos microcomputadores.

E para minimizar essas dificuldades, torna-se importante o uso de ferramentas tecnológicas e digitais já que a mesma tem atingido diferentes contextos sociais, especialmente escolares. A última geração de alunos, potencialmente imersa na era digital, impõe novos desafios para as escolas, como métodos de ensino e preparação de professores. No entanto, a realização de práticas experimentais através de simuladores e uso de computadores para o desenvolvimento das aulas de Física, tem melhorado muito o conhecimento científico de nossos alunos, já que os mesmos buscam a participação devido a estarem em um mundo virtual.

Para melhorar o conhecimento dos nossos educandos sobre o conteúdo de Física de queda livre, este trabalho tem por objetivo apresentar a aplicação de uma sequência didática em sala de aula utilizando o Software Algodoo. Acredita-se que através destas práticas e com auxílio deste Software poderemos potencializar o aprendizado e conceitos nesta área da Física.

A nova realidade vivida pela sociedade digital, imersa em tecnologia e conceitos de ciência, vem trazendo para as salas de aulas os alunos da geração digital, que segundo Coelho (2012), apresenta <distintas competências tecnológicas= e <intimidade com os meios digitais=.

Apesar do grande interesse e da familiaridade com as diversas tecnologias disponíveis, esses alunos muitas vezes relatam não gostar de disciplinas relacionadas às ciências e mais especificamente de Física. Dentre as inúmeras estratégias de ensino que buscam promover o encontro entre o fascínio dos estudantes pela tecnologia digital e o interesse pelos diversos conceitos científicos, pode-se lançar mão das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

O uso das TDIC contribui na construção do conhecimento do aluno, uma vez que se aproxima da realidade desses estudantes e ao mesmo tempo propicia que as habilidades previamente trazidas por eles sejam aproveitadas em sala de aula,

promovendo um diálogo entre os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes (referente à utilização da tecnologia) e os saberes científicos apresentados pela prática proposta (Scheid; Siqueira; Persich, 2018).

Segundo Monteiro (2016), a utilização de tecnologias móveis contribui para o aumento da sensibilização e envolvimento dos alunos durante as aulas e a consequente melhoria na aprendizagem dos conceitos científicos lecionados.

Para Santos, Santos, Fraga (2002, p. 186 e 187), é preciso considerar que:

Com o avanço tecnológico computacional, os usos de métodos de aprendizado tradicionais tornam-se ineficientes e inadequados. A demanda por uma solução moderna e eficaz leva-nos ao conceito de software educacional. O desenvolvimento de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir com a simulação proposta baseada em experimentos da Física, poderia ser considerado como uma solução para suprir esta demanda. Tal sistema seria uma ferramenta complementar para o estudo da Física, desde que através dele seja possível a realização de experimentos <virtuais" com a finalidade de esclarecer e reforçar o conhecimento teórico da Física.

Através dos conceitos científicos que aqui estão sendo abordados, o docente poderá promover entre os discentes a interação e debates entre os mesmos visando a criatividade e desenvolvimento de tarefas, além de mostrar as TDICs em sala de aula, com isto possibilitando um aprendizado moderno e atrativo aos alunos.

Algumas ferramentas tecnológicas frequentemente utilizadas no ensino são o *Kahoot*, *Jamboard* e *Tracker*. O *Kahoot* é uma aplicação/plataforma disponível na internet, que permite a criação de atividades pedagógicas e gamificadas para estimular exercícios de múltipla escolha, comandos, perguntas e questionários durante as aulas.

*Jamboard* é um aplicativo que simula um quadro branco em versão digital onde o professor pode, entre várias possibilidades, escrever, desenhar, incluir notas, resultados de pesquisas, abrir apresentações e permitir a interação dos alunos. Por sua vez, o *Tracker*, é um software para análise de vídeo, disponibilizando dados sobre o movimento, como posição e velocidade.

#### **1.4 O Software Algodoo**

Outro recurso didático muito utilizado na Física é o Algodoo, um software livre para simulação. Nele é possível utilizar as ferramentas com o objetivo de

simular um número indefinido de realidades, as quais seriam impossíveis de realizar em laboratório, pois muitas variáveis do mesmo corpo podem ser alteradas para gerar uma natureza específica, onde inumeráveis teorias podem deleitar-se com esta possibilidade. A simulação realizada neste software é interativa, incluindo integradores mecânicos variacionais e métodos numéricos poderosos.

Segundo Silva, Júnior *et al.*, (2016, p. 179):

O software Algodo da algoryx simulation é gratuito para 2d, que possui um ambiente interativo, onde é permitido criar cenários de experiências virtuais como animes, mas tendo em troca as equações e as propriedades Físicas implementadas para as simulações.

Para o desenvolvimento de atividades experimentais em Física, muitos docentes utilizam-se de *softwares* para auxiliá-los. Com este software educacional, você pode criar várias simulações usando ferramentas de desenho simples como correntes, cordas, aviões, caixas, polígonos, pincéis, círculos, engrenagens, fluidos, molas, dobradiças, motores, propulsores, raios de luz, plotters e lentes. Algodo também permite explorar diferentes parâmetros como gravidade, atrito, restituição, refração, atração, etc. Além de ser uma ferramenta que cobre as diferentes Físicas, também é fácil de manusear.

Segundo Frasson, Junior e Pinheiro (2016), para que o professor perceba usando o Algodo, não há necessidade de programação específica, esta ferramenta torna-se fácil de usar, permitindo que o aluno tenha uma rápida adaptação. Mas leva tempo para explorar a ferramenta e gastar na compreensão da interação.

O Algodo possui uma interface atrativa, é a ferramenta recomendada para os estudantes de todas as idades, permitindo que os alunos utilizem a ferramenta na escola ou em casa, utilizando diferentes objetos para testar hipóteses estabelecidas pelo professor. Não necessitando de conhecimentos específicos de programação, o Algodo é uma ferramenta de fácil utilização, permitindo ao aluno a adaptação.

Segundo Filippini (2017), colocar as atividades de laboratório como problemas pode permitir que o aluno tente resolvê-los para encontrar possíveis soluções e isso o aproximará um pouco mais da prática científica, pode desenvolver hipóteses, testá-las e, finalmente, encontrar um modelo explicativo do fenômeno observado.

## 1.5 Simuladores

Os simuladores oferecem uma oportunidade única para os alunos explorarem conceitos teóricos em um ambiente virtual, criando uma ponte entre a sala de aula e o mundo real. No ensino de Física, essa ferramenta se mostra particularmente valiosa, proporcionando uma compreensão mais profunda dos princípios científicos de uma maneira interativa e envolvente (Gutierrez-Araújo; Castillo-Bracho, 2020).

Serrano e Engel (2012), apontam que a Física muitas vezes lida com conceitos abstratos que podem ser difíceis de visualizar. Assim, para os autores, simuladores permitem que os alunos observem fenômenos físicos complexos, como movimento de partículas, ondas eletromagnéticas ou colisões, em tempo real. Isso cria uma compreensão mais tangível, pois os estudantes podem ver e interagir com os resultados de suas ações.

Laboratórios físicos tradicionais podem ter limitações de recursos e tempo. Simuladores permitem que os alunos realizem experimentos complexos e repetitivos sem quaisquer restrições. Isso encoraja a experimentação e a tentativa de diferentes cenários, promovendo uma abordagem prática e hands-on para a aprendizagem (Soares; Moraes; Oliveira, 2015).

Para Gutierrez-Araújo e Castillo-Bracho (2020), cada aluno tem seu próprio ritmo de aprendizado. Alguns podem precisar de mais tempo para absorver conceitos específicos. Simuladores oferecem a flexibilidade necessária, permitindo que os alunos avancem no material apenas quando se sentem confortáveis. Além disso, os estudantes podem revisar simulações para consolidar seu entendimento, criando um ambiente de aprendizado personalizado.

Serrano e Engel (2012), afirmam que a Física não existe isoladamente; está interligada com várias outras disciplinas. Simuladores podem integrar conceitos de matemática, química, biologia e engenharia, criando um ambiente de aprendizado interdisciplinar. Isso proporciona aos alunos uma visão holística da ciência, mostrando como os princípios físicos se aplicam em várias áreas do conhecimento.

## 1.6 Calculadora da Física

As calculadoras de Física online oferecem simplicidade e acessibilidade. Elas estão disponíveis em diferentes sites e são frequentemente gratuitas para usar. Os estudantes podem acessá-las de qualquer dispositivo com conexão à internet, tornando-as uma opção prática para resolver problemas de Física em qualquer lugar.

Os problemas de Física muitas vezes envolvem cálculos intrincados e fórmulas complexas. As calculadoras online são projetadas para resolver esses problemas de maneira eficiente e precisa. Elas podem ajudar os estudantes a verificar seus próprios trabalhos, garantindo que estão no caminho certo ao resolver problemas difíceis (Sestoka-Filho; Bonafini; Antunes, 2003).

Santarosa e Moreira (2011), apontam que a Física envolve frequentemente a conversão de unidades, o que pode ser uma tarefa desafiadora para muitos estudantes. As calculadoras de Física online facilitam a conversão entre diferentes unidades de medida, ajudando os estudantes a evitar erros comuns e garantindo que suas respostas estejam na unidade correta.

Muitas calculadoras de Física online são interativas e oferecem gráficos visuais para representar dados. Isso não apenas ajuda os estudantes a visualizar conceitos abstratos, mas também os incentiva a explorar as relações entre diferentes variáveis, promovendo uma compreensão mais profunda dos princípios físicos.

## 1.7 Tracker

Bordin (2020), aponta que o Tracker permite que os alunos importem vídeos de fenômenos do mundo real, como lançamento de projéteis, movimento de objetos e colisões, e analisem esses vídeos quadro a quadro. Isso proporciona uma visão detalhada do comportamento dos objetos em movimento, permitindo que os alunos observem e analisem fenômenos físicos com precisão.

Ao usar o Tracker, os alunos podem aplicar conceitos teóricos aprendidos em sala de aula a situações reais. Eles podem medir distâncias, velocidades, acelerações e ângulos diretamente dos vídeos, proporcionando uma experiência prática que reforça a compreensão dos princípios fundamentais da Física.

O Tracker permite que os alunos realizem experimentos virtuais, ajustando variáveis como ângulo de lançamento, velocidade inicial ou massa do objeto, e observem instantaneamente como essas mudanças afetam o movimento. Isso encoraja a experimentação e a exploração, permitindo que os alunos testem hipóteses e compreendam melhor as relações causa-efeito em diversos cenários.

A natureza prática e interativa do Tracker torna o aprendizado de Física mais envolvente. Os alunos não apenas observam os vídeos, mas também participam ativamente da análise e interpretação dos dados. Isso promove um envolvimento mais profundo e duradouro com os conceitos físicos, estimulando a curiosidade e o interesse pela disciplina (Cordeiro; Oliveira Rodrigues, 2019).

## **2 PROPOSTA DE ENSINO PARA O PROFESSOR**

O ensino de fenômenos físicos, como a queda livre dos corpos, está passando por uma transformação significativa com a introdução de objetos virtuais de aprendizagem. Esta abordagem inovadora não apenas revitaliza o processo de ensino, mas também aprimora a compreensão dos estudantes ao permitir uma exploração interativa e imersiva do mundo físico.

A queda livre, um fenômeno fundamental na Física, é frequentemente abordada de maneira teórica e com cálculos matemáticos. No entanto, a introdução de objetos virtuais de ensino traz uma dimensão prática e visual para a sala de aula, oferecendo uma experiência mais dinâmica e envolvente para os estudantes.

Uma das principais vantagens do uso de objetos virtuais é a capacidade de visualizar e interagir com conceitos complexos. Por meio de simulações em 3D, os estudantes podem observar a trajetória de um corpo em queda livre, experimentar diferentes condições e ajustar variáveis para compreender melhor as influências gravitacionais. Essa abordagem não apenas torna a aprendizagem mais acessível, mas também promove a habilidade de elaborar explicações e previsões com base na análise das interações gravitacionais (EM13CNT204).

Além disso, o ambiente virtual permite a realização de experimentos simulados, oferecendo aos alunos a oportunidade de formular hipóteses, realizar estimativas e coletar dados de maneira prática e segura. Essa prática alinha-se com a habilidade de construir questões, hipóteses e previsões, bem como empregar instrumentos de medição (EM13CNT301). Os estudantes podem explorar diferentes

cenários de queda livre, testar suas hipóteses e analisar os resultados, tudo dentro do ambiente virtual.

A análise de dados e cálculos associados à queda livre dos corpos também é facilitada por meio desses objetos virtuais. Os estudantes podem aplicar fórmulas matemáticas diretamente nos dados coletados nas simulações, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos e desenvolvendo habilidades de cálculo (EM13CNT204).

#### Quadro 1. Ficha técnica da proposta didática.

<b>Ficha técnica:</b> Proposta de ensino do conceito de queda livre dos corpos com auxílio de objetos virtuais de aprendizagem	
<b>Forma da atividade</b>	Presencial
<b>Público alvo</b>	Alunos do 1º ano do Ensino Médio
<b>Objetivo Geral</b>	Produzir um material didático sobre queda livre dos corpos para o 1º ano do Ensino Médio
<b>Conteúdos prévios</b>	Compreensões sobre a gravidade, atrito, velocidade e tempo.
<b>Inserções na BNCC</b>	Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (EM13CNT204) (EM13CNT301) (EM13CNT302)
<b>Avaliação</b>	Elaboração de Material utilizando os objetos virtuais de aprendizagem para explicar o conceito de queda livre dos corpos

**Fonte:** Autor da pesquisa (2024).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular, esta proposta abrange as seguintes habilidades:

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

A queda livre dos corpos é um fenômeno fundamental na Física, regido pelas leis da gravidade. Este processo é profundamente estudado e compreendido

com base em habilidades específicas relacionadas ao Ensino Médio, conforme estabelecido na Base Nacional Comum Curricular (Bncc).

Elaboração de explicações, previsões e cálculos (EM13CNT204): na análise da queda livre dos corpos na Terra, no Sistema Solar e no Universo, é essencial compreender as interações gravitacionais. A habilidade requer a capacidade de elaborar explicações detalhadas sobre como a gravidade influencia os movimentos dos objetos. Além disso, prever e calcular o comportamento desses corpos em queda é crucial. O uso de dispositivos e aplicativos digitais, como softwares de simulação, permite a visualização e a análise mais precisa desses fenômenos, enriquecendo a compreensão do estudante.

Construção de questões, hipóteses e representação de modelos (EM13CNT301): ao abordar a queda livre dos corpos, é imperativo formular questões pertinentes, desenvolver hipóteses fundamentadas e realizar estimativas realistas. O uso de instrumentos de medição se torna essencial para coletar dados precisos durante experimentos relacionados à queda livre. A representação e interpretação de modelos explicativos, dados e resultados experimentais são habilidades-chave para a construção, avaliação e justificação de conclusões científicas.

Comunicação de resultados em diversos contextos (EM13CNT302): comunicar os resultados das análises, pesquisas e experimentos sobre a queda livre dos corpos é crucial para compartilhar conhecimentos científicos. Esta habilidade envolve a elaboração e interpretação de textos, gráficos, tabelas, símbolos e equações. A utilização de diferentes linguagens, mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) permite que os estudantes apresentem seus achados de maneira eficaz e participem em debates sobre temas científicos e tecnológicos relevantes para a sociedade, cultura e meio ambiente.

Ao desenvolver estas habilidades, os estudantes não apenas aprofundam sua compreensão sobre a queda livre dos corpos, mas também se capacitam para aplicar o método científico em diversas situações, contribuindo para uma formação integral e crítica.

## 2.1 Estrutura da Proposta Didática

A sequência didática consiste em 10 (dez) horas/aulas a serem realizadas em 4 (quatro) momentos, conforme a apresentação do Quadro 2.

**Quadro 2.** Estrutura da Sequência Didática.

<b>Etapas</b>	<b>CH</b>	<b>Ações</b>
<b>1º momento</b>	2 h/a	Levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos sobre o tema de forma exploratória por meio do diálogo e questionamento. Apresentação do tema queda livre utilizando-se do material da escola digital do governo do Estado do Paraná.
<b>2º Momento</b>	2 h/a	Atividade demonstrativa sobre o tema com o uso de materiais do cotidiano (como papel, apagador, etc.) e vídeos aula sobre tema queda livre de forma a abordar o assunto e diferentes contextos. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-OH7Fg6KKBQ">https://www.youtube.com/watch?v=-OH7Fg6KKBQ</a> .
<b>3º Momento</b>	2 h/a	Aplicação de questões de ordem prática e teórica relacionadas ao tema queda livre, por meio de trabalhos individuais e, posteriormente, em grupos. Os estudantes abordaram sobre o tema e discutiram em suas equipes.
<b>4º Momento</b>	4 h/a	Uso dos Objetos Virtuais (Software Algodo, Simuladores Free Fall Simulator, Ferramentas Google, Calculadora da Física, Tracker), para estudo de queda livre em ambiente com e sem a resistência do ar. Apresentação dos grupos sobre o tema do uso das tecnologias para a aprendizagem do conceito de queda livre. Aplicação de um questionário sobre as emoções sentidas durante a realização das atividades. Aplicação de um questionário final para coleta de dados.

**Fonte:** Autor da pesquisa (2024).

Desta forma, a estrutura apresentada norteia o processo de desenvolvimento da pesquisa.

### 2.1.1 Processo de realização da proposta

O produto educacional consiste em uma sequência didática que pode ser aplicada a estudantes do Ensino Médio para o trabalho com o conteúdo de queda livre dos corpos. A seguir, é abordado a sequência didática. Os objetivos da aula consistem em:

- a. Compreender o conceito de queda livre e as leis que a regem.
- b. Utilizar os objetos virtuais como ferramenta de simulação para visualizar e analisar a queda livre.
- c. Observar e interpretar gráficos de movimento na queda livre.

- d. Resolver problemas relacionados à queda livre, aplicando as equações pertinentes.
- e. Estimular o pensamento crítico e a resolução de problemas.

A sequência didática é organizada para alunos do ensino médio em aulas de Física. Os recursos necessários são:

- a. Computadores com objetos virtuais instalados.
- b. Projetor ou tela para apresentação.
- c. Papel, lápis e calculadoras para resolução de exercícios.

Para o desenvolvimento da sequência metodológica, segue-se a metodologia com introdução, desenvolvimento e finalização. A introdução consiste na apresentação do conceito de queda livre, explicando as condições que a caracterizam. Discussão sobre a aceleração devido à gravidade ( $g$ ) e sua importância na queda livre. Apresentação dos objetivos da aula e da ferramenta de Objetos Virtuais.

Para tanto, inicialmente, os estudantes devem ser questionados como: <Qual seu conhecimento sobre quedas dos corpos?=>; <Objetos de diferentes massas caindo ao mesmo tempo são lançados da mesma altura?=>; <Por que uma pena <flutua=> no ar?=>.

Tais questões se constituem em uma estratégia de identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto, visando, após análise, propor atividades que o aluno deseja aprender, para que possam fazer uma conexão entre o que o aluno já sabe e o que ensinar, visando uma aprendizagem significativa. Logo após, estudo do texto <O movimento de queda livre=>.

### **Quadro 3.** O movimento de queda livre.

Desde os tempos mais remotos o homem estuda os movimentos que ocorrem na natureza, e dentre todos sempre houve grande interesse pelo movimento de queda dos corpos quando são abandonados próximos à superfície da Terra. Se abandonarmos uma pedra de uma determinada altura, percebemos que seu movimento é acelerado, caso lancemos essa mesma pedra de baixo

para cima percebemos que o movimento é retardado. Durante muito tempo esses movimentos foram objetos de estudo dos estudiosos.

Por volta de 300 anos antes de Cristo, existiu um filósofo grego chamado Aristóteles que acreditava que se abandonássemos dois corpos de massas diferentes, de uma mesma altura, o corpo mais pesado tocaria o solo primeiro, ou seja, o tempo de queda desses corpos seriam diferentes. Essa crença perdurou por muitos anos sem que ninguém procurasse verificar se realmente o que o filósofo dizia era mesmo verdade.

Por volta do século XVII, o físico Galileu Galilei, ao introduzir o método experimental, chegou à conclusão de que quando dois corpos de massas diferentes, desprezando a resistência do ar, são abandonados da mesma altura, ambos alcançam o solo no mesmo instante.

Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa, na Itália, e de lá realizou experimentos para comprovar sua afirmativa sobre o movimento de queda dos corpos. Ele abandonou várias esferas de massas diferentes e percebeu que elas atingiam o solo no mesmo instante. Mesmo após as evidências de suas experiências, muitos dos seguidores de Aristóteles não se convenceram, e Galileu foi alvo de perseguições em razão de suas ideias revolucionárias.

É importante deixar claro que a afirmativa de Galileu só é válida para queda de corpos que estão no vácuo, ou seja, livre da resistência do ar ou no ar e com resistência desprezível. Dessa forma, o movimento é denominado queda livre.

Dentro da sala de aula é possível mostrar esse experimento de forma bastante simples:

- Pegue uma folha de caderno e um apagador.
- Levante-os a certa altura. Em seguida, solte-os simultaneamente. Peça para os alunos observarem qual dos objetos alcançou o chão primeiro. A resposta será lógica, o apagador.
- Agora, pegue a mesma folha e amasse-a até formar uma bola.
- Com o mesmo apagador e a bola de papel, abandone-os novamente, simultaneamente. Peça que observem que agora o ar

não mais exercerá tanta influência sobre a massa do papel. A forma dessa folha mudou, mas sua massa permanece a mesma.

Agora fica mais fácil explicar o experimento de Galileu referente ao movimento dos corpos em queda livre. Mesmo com a presença de ar no meio onde será realizado o experimento é possível provar que o corpo mais pesado sempre alcançará o chão primeiro. Isso porque a atração gravitacional exercida pela Terra nos corpos que estão em sua proximidade é sempre a mesma, ou seja, aproximadamente  $9,8\text{m/s}^2$ .

**Fonte:** Autor da Pesquisa (2024).

Após a aplicação das questões foi realizada uma atividade experimental demonstrativa pelo professor, o qual, utilizando duas bolas, uma de bilhar e outra de boche, mas com diferentes volumes e massas e deixando-as cair ao mesmo tempo de determinada altura. Assim, antes dos lançamentos, os estudantes foram questionados: <qual bola cairá primeiro, a bola com maior volume e massa ou a bola de menor volume e massa?=>

Após um processo de reflexão, foram desenvolvidos outros questionamentos tais como: <Porque caem juntas as bolas?=>, <Como pode ser explicado este experimento?=> <Há a possibilidade de o experimento ser explicado por algum Software?=>

Após a atividade experimental desenvolvida em sala de aula os alunos foram levados ao laboratório de informática, e apresentados ao Software Algodoo, para realizarem a testagem de hipóteses e situações envolvendo a queda livre dos corpos, cuja atividade é inspirada no livro <o ensino da Física usando o simulador Algodoo: possibilidade e reflexões=> (Germano, 2016, p. 38).

Neste processo foi possível a demonstração do funcionamento básico do software Algodoo, incluindo a criação de objetos, aplicação de forças e visualização de movimentos. A realização de uma simulação simples de queda livre no Algodoo, explorando diferentes variáveis (altura inicial, massa do objeto, etc.) e a discussão e análise dos resultados da simulação, enfatizando a constância da aceleração devida à gravidade.

### 2.1.1.1 Utilização do Software Algodoo

Nas atividades utilizando o simulador Algodoo os alunos devem observar a queda de três distintos círculos em ambiente com e sem resistência do ar, por meio dos passos descritos no quadro 4.

**Quadro 4.** Passos das atividades no simulador Algodoo.

Partes	Passos
Parte I. Análise da queda com resistência do ar.	<p>I.1 Desenhar três círculos de materiais diferentes e com cores diferentes. A relação dos raios deve ser <math>RA=RB \neq RC</math> e suas respectivas massas <math>m_A &lt; m_C &lt; m_B</math>. Os posicione-os de forma que todos os centros estejam à mesma altura.</p> <p>I.2 Do lado direito da tela, marcar a opção &lt;ver forças= e &lt;ver velocidades=. Na base da tela, habilitar a força gravitacional assim como a resistência do ar.</p> <p>I.3 Clicar para iniciar a animação e visualizar a queda dos corpos. Instantes antes de atingirem o solo, pausar o vídeo para observar os dados apresentados na Figura, como posição dos corpos e velocidade.</p>
Parte II. Análise da queda se a resistência do ar.	<p>II.1 Refaça os passos anteriores, no entanto, diferente de I.2, desabilite a resistência do ar.</p> <p>II.2 Após a simulação iniciar, a pausa exatamente no mesmo instante utilizado em I.3. Observe os dados apresentados na Figura, como posição dos corpos e velocidade.</p>

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

Para utilizar o software você deve utilizar as seguintes instruções:

- Baixe e Instale o Algodoo: Visite o site oficial do Algodoo e faça o download do software. Instale o Algodoo no seu computador (<http://www.algodoo.com/>).
- Abra o Algodoo: Inicie o Algodoo após a conclusão da instalação.
- Crie um Novo Cenário: Clique em "File" (Arquivo) e selecione "New Scene" (Novo Cenário).
- Adicione um Objeto: Selecione a ferramenta "Rectangle" (Retângulo) ou "Circle" (Círculo) para criar um objeto que representará o corpo em queda.
- Defina as Propriedades do Objeto: Clique com o botão direito no objeto e ajuste suas propriedades, como massa, densidade e coeficiente de atrito, se desejar.
- Adicione a Gravidade: Selecione a ferramenta "Gravity" (Gravidade) e adicione-a ao cenário. A direção padrão é para baixo, o que representa a gravidade.
- Execute a Simulação: Pressione o botão "Play" (Reproduzir) para iniciar a simulação e observe o objeto caindo devido à gravidade.

A Figura 1 abaixo representa um exemplo de cena que deverá ser produzida pelos alunos considerando os passos descritos no quadro acima.

**Figura 1.** Corpos em queda livre sob a influência da resistência do ar.



Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

Algumas questões que podem ser exploradas são destacadas a seguir.

### 1. Como medir a altura máxima atingida por um objeto em queda livre no Algodoo?

Para medir a altura máxima atingida por um objeto em queda livre no Algodoo, você pode seguir os passos abaixo:

- Crie um cenário simples com um objeto que será solto.
- Adicione uma régua ou grade ao cenário para facilitar a medição.
- Inicie a simulação e observe a trajetória do objeto.
- Pause a simulação quando o objeto atingir a altura máxima.
- Utilize a régua ou grade para medir a altura máxima alcançada pelo objeto.

### 2. Como simular a queda livre inclinando a trajetória do objeto no Algodoo?

Para simular a queda livre inclinando a trajetória do objeto no Algodoo, siga estas etapas:

- Crie um novo cenário e adicione um objeto que será solto.
- Utilize a ferramenta de rotação para inclinar a trajetória do objeto.
- Ajuste a gravidade conforme necessário para manter a queda livre inclinada.
- Inicie a simulação e observe como o objeto cai inclinado em relação à vertical.

### 3. Como plotar um gráfico de posição versus tempo para um objeto em queda livre no Algodoo?

Para plotar um gráfico de posição versus tempo para um objeto em queda livre no Algodoo, proceda da seguinte maneira:

- a. Crie um cenário simples com um objeto que será solto.
- b. Inicie a simulação e pause-a em intervalos regulares.
- c. Registre a posição do objeto em cada intervalo de tempo.
- d. Utilize esses dados para criar um gráfico de posição versus tempo usando a ferramenta de gráficos do Algodoo.

Essas respostas fornecem um guia básico para realizar essas atividades específicas no Algodoo, permitindo que os usuários explorem os conceitos de queda livre e pratiquem a utilização do software.

Neste momento, o professor pode encaminhar os alunos para que, fazendo uma análise e comparação do que produziram com o experimento do software Algodoo com o que foi realizado em sala de aula com as garrafas pet. Isso possibilita a relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento que estará a ser ensinado. Outrossim, favorece uma melhor interpretação do conhecimento científico apresentado por Galileu Galilei que defende que claramente que corpos de grande massa atingem o solo exatamente ao mesmo instante com outros de massas menores.

Neste sentido, é possível a explicação das equações matemáticas relacionadas à queda livre (Equação 2 e 3) e resolução de exercícios. Outrossim, favorece a discussão dos gráficos de velocidade vs. tempo e posição vs. tempo na queda livre.

De acordo com Martins *et al.* (2013) apud Monteiro (2016), as simulações fenômenos físicos e químicos on-line aumentam a atratividade das aulas, estimulam o aprendizado dos alunos, pois podem complementar atividades experimentais, pois permitem a visualização de aspectos do modelo teórico, permitindo a criação de uma ponte entre os dados obtidos experimentalmente e os teóricos que facilitam sua compreensão e sua interpretação.

### 2.1.1.2 Utilização do Tracker

A proposta busca introduzir o conceito de queda livre de maneira prática e interativa, utilizando a ferramenta Tracker como suporte para análise de dados e representação gráfica. O objetivo principal é proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda do fenômeno, integrando a teoria com a prática e estimulando o uso eficiente de tecnologia educacional.

Assim, deve ser executado os experimentos simples de queda livre com objetos do cotidiano. O papel do professor é de observação e discussão dos comportamentos observados durante a queda. Para tanto, deve ajudar na introdução à interface e funcionalidades do Tracker, enfatizando sua utilidade na análise de movimentos. É necessário deixar os alunos que façam a demonstração prática de como capturar e analisar vídeos do movimento de queda livre utilizando a ferramenta.

Essa atividade pode ser desenvolvida com os alunos em grupos para realização de experimentos filmados de queda livre. O importante é que eles compreendam a utilização do Tracker para análise dos vídeos, com ênfase na extração de dados relevantes, como tempo, posição e velocidade.

Para utilizar o Tracker, siga as instruções. Baixe e Instale o Tracker: Visite o site oficial do Tracker e faça o download do software (<https://physlets.org/tracker/>). Siga as instruções para instalar o Tracker no seu computador.

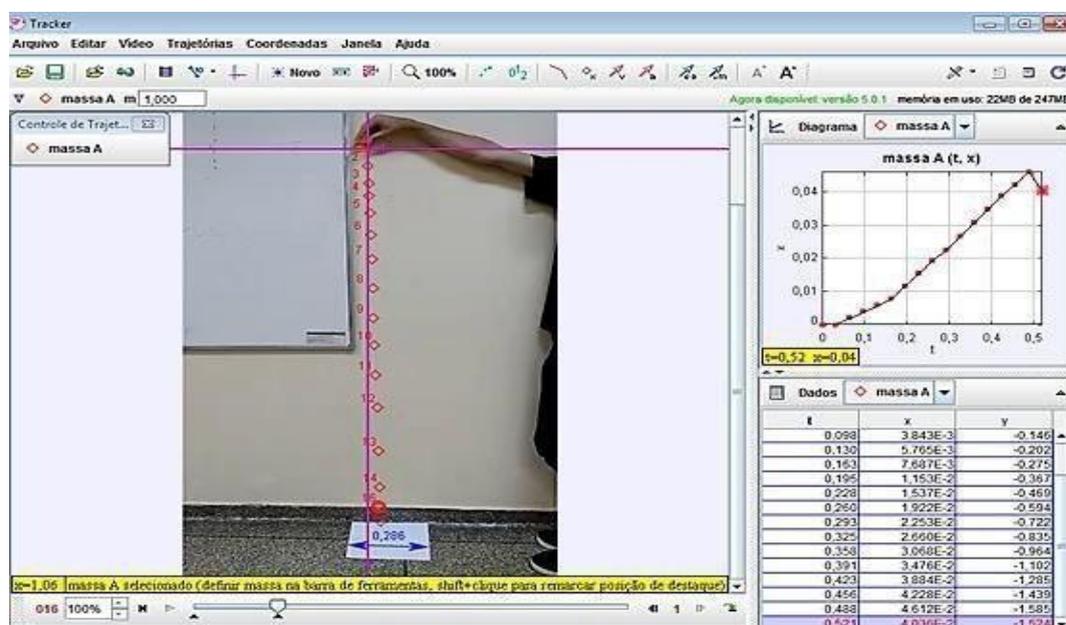
Capture o Vídeo da Queda Livre: Utilize uma câmera para gravar o movimento de um objeto em queda livre. Certifique-se de que o objeto e o fundo estejam claramente visíveis.

Abra o Tracker: Inicie o Tracker após a instalação.

- **Importe o Vídeo:** Clique em "File" (Arquivo) e selecione "Import Video" (Importar Vídeo) para carregar o vídeo da queda livre.
- **Defina as Escalas:** Se possível, adicione uma escala conhecida ao vídeo para que o Tracker possa converter as unidades. Isso pode ser feito adicionando um objeto de dimensões conhecidas ao cenário.
- **Marque os Pontos:** Utilize a ferramenta de marcação do Tracker para marcar pontos no objeto em queda em diferentes momentos. Isso permite ao software rastrear o movimento do objeto.

- Calibre o Tempo: Marque os pontos no vídeo que correspondem a instantes conhecidos no tempo (por exemplo, início e fim da queda). Isso ajuda a calibrar o tempo no software.

**Figura 2.** Utilização do Tracker para trabalhar a queda livre dos corpos.



Fonte: Fontes et al., (2019).

O professor pode orientar os alunos na construção de gráficos de posição, velocidade e aceleração a partir dos dados obtidos. Por fim, é necessário a discussão em sala de aula sobre as características dos gráficos e sua relação com o movimento de queda livre.

### 2.1.1.3 Utilização da Calculadora da Física

A introdução da calculadora da Física no contexto educacional tem se mostrado uma ferramenta valiosa, enriquecendo o processo de aprendizado em sala de aula. Este dispositivo, muitas vezes subestimado, transcende a simples execução de cálculos, tornando-se um instrumento poderoso de auxílio para alunos e professores nas disciplinas científicas, especialmente em Física.

A calculadora da Física permite a realização rápida e precisa de cálculos complexos, possibilitando aos alunos focar mais na compreensão dos conceitos do que na execução mecânica das operações matemáticas. Isso é particularmente

relevante em situações que envolvem equações diferenciais, integrais e outras expressões matemáticas que caracterizam os fenômenos físicos.

Para usar a calculadora acesse:

*<http://www.estgv.ipv.pt/paginaspessoais/fmartins/Curiosidades/Calculos%20On-line/Calculadora%20F%C3%ADsica.htm>*

Nela você pode colocar os cálculos utilizando os botões disponíveis. A calculadora de conceitos físicos virtual pode ser uma ferramenta interessante para auxiliar estudantes e profissionais na resolução de problemas e no entendimento de diversos conceitos da Física.

Na calculadora da Física é possível utilizar os Botões de Constantes Físicas. Esses botões permitem ao usuário acessar e utilizar constantes Físicas essenciais em cálculos. Exemplo de Constantes:

- ❖ Velocidade da luz ( $c$ ).
- ❖ Constante gravitacional ( $G$ ).
- ❖ Carga elementar ( $e$ ).
- ❖ Massa do elétron ( $m_e$ ).

O usuário pode clicar no botão correspondente à constante desejada e a calculadora insere automaticamente o valor na expressão em que está trabalhando.

É possível utilizar os Botões de Constantes Astronômicas. Estes botões fornecem acesso a constantes específicas relacionadas a fenômenos astronômicos e cosmologia.

Exemplo de Constantes:

- ❖ Distância média Terra-Sol (1 Unidade Astronômica - UA).

- ❖ Massa solar ( $M_{\odot}$ ).
- ❖ Constante de Hubble ( $H_0$ ).
- ❖ Velocidade de escape da Terra.

O usuário pode selecionar o botão correspondente à constante astronômica desejada para integrá-la em seus cálculos. É possível utilizar os Botões de Dados sobre Planetas. Esses botões oferecem informações específicas sobre planetas do sistema solar.

Exemplo de Dados:

- ❖ Raio e massa de planetas.
- ❖ Período de rotação e translação.
- ❖ Distância média do sol.

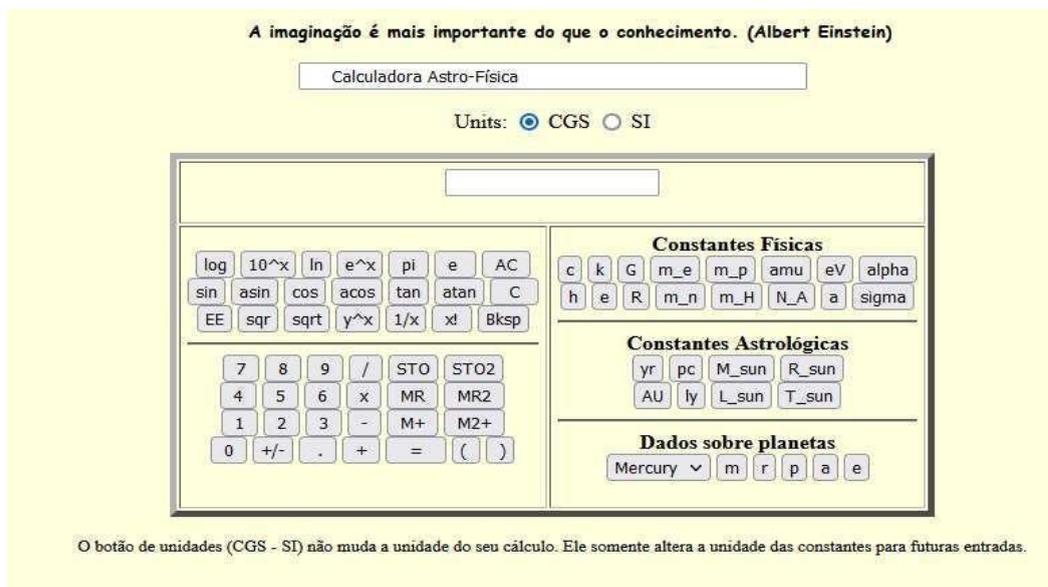
O usuário pode escolher o planeta desejado e, ao clicar no botão correspondente, a calculadora insere automaticamente os dados relacionados ao planeta escolhido em suas equações. É possível utilizar a Interface Gráfica Intuitiva. A calculadora deve ter uma interface gráfica amigável, com botões claramente identificados e organizados para facilitar o uso.

Exemplo:

- ❖ Uma grade de botões para cada categoria (constantes Físicas, astronômicas, dados planetários).
- ❖ Um campo de entrada onde o usuário pode inserir equações ou expressões.

Além dos botões básicos, a calculadora pode incluir recursos avançados, como gráficos dinâmicos, simulações e resolução passo a passo. O usuário pode visualizar gráficos de órbitas planetárias, simular interações gravitacionais, ou seguir passo a passo a resolução de um problema físico. Com esses elementos, a calculadora de conceitos físicos virtual proporciona uma experiência interativa e educativa para o usuário, facilitando o entendimento e a aplicação de conceitos físicos e astronômicos.

**Figura 3.** Calculadora da Física.



Fonte: Estecv (2023).

Utilizando a Calculadora da Física, o usuário pode fazer algumas simulações, como as apresentadas a seguir. Cálculo da Velocidade Final: Dado um objeto em queda livre de uma altura  $h$ , como calcular a velocidade final ao atingir o solo?

❖ Use a equação da cinemática para a queda livre:  $v_f = \sqrt{2gh}$  onde  $v_f$  é

a velocidade final,  $g$  é a aceleração devida à gravidade e  $h$  é a altura.

❖ Substitua os valores conhecidos (gravidade da Terra, altura) na equação.

❖ Utilize a calculadora virtual para realizar os cálculos e obter o resultado.

Determinação do Tempo de Queda: Dada a altura de um edifício, como calcular o tempo que um objeto leva para cair livremente?

- ❖ Utilize a equação da queda livre:  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$  onde  $t$  é o tempo de queda,  $h$  é a altura e  $g$  é a aceleração devida à gravidade.
- ❖ Substitua os valores conhecidos e utilize a calculadora virtual para resolver a equação.

Essas resoluções demonstram como os usuários podem aplicar as equações relacionadas à queda livre usando uma calculadora virtual de Física, inserindo os valores conhecidos e obtendo os resultados desejados.

A capacidade de realizar cálculos em tempo real durante as aulas permite aos professores ajustar suas abordagens de ensino de acordo com a resposta imediata dos alunos. Isso cria uma dinâmica interativa que facilita o esclarecimento de dúvidas, a exploração de conceitos e o estímulo à participação ativa dos estudantes.

#### 2.1.1.4 Utilização de simuladores

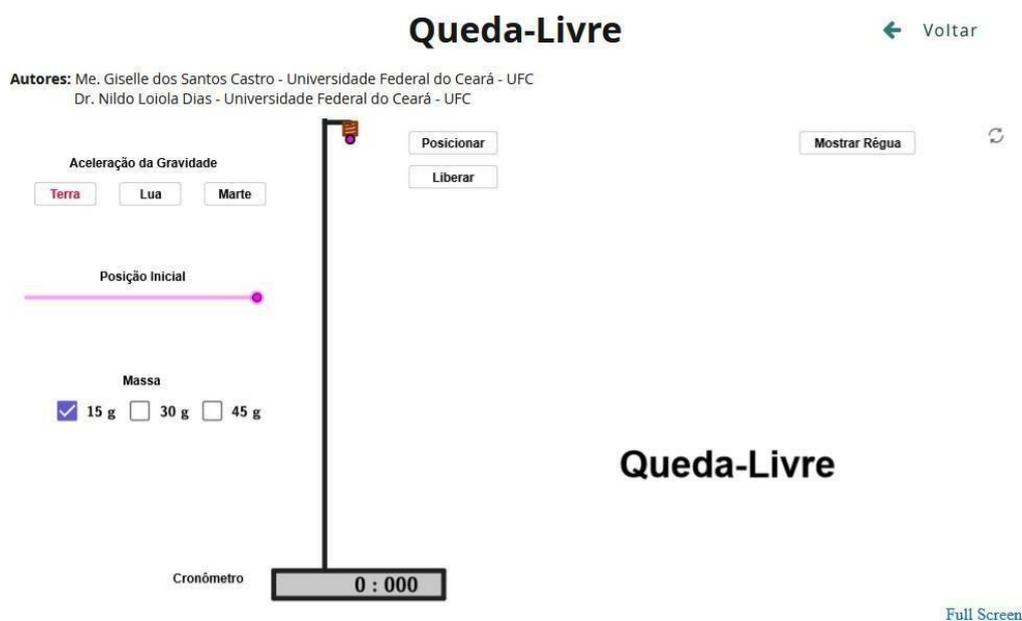
O simulador de queda livre emerge como uma ferramenta inovadora e envolvente no ensino de Física, transportando os alunos para uma experiência virtual que vai além dos limites tradicionais da sala de aula. Este recurso, muitas vezes visualmente impactante, não apenas ilustra os princípios da queda livre, mas transforma o aprendizado em uma jornada interativa e exploratória.

O simulador de queda livre permite aos alunos vivenciarem, de maneira virtual, o fenômeno da queda dos corpos. Eles podem explorar diferentes cenários, alturas e condições iniciais, proporcionando uma compreensão prática do movimento e suas variáveis.

A segurança é uma prioridade em ambientes educacionais, e o simulador de queda livre oferece uma solução ideal para experimentos que poderiam ser perigosos na prática. Os alunos podem realizar simulações em situações extremas sem riscos, promovendo a exploração sem preocupações com a integridade Física.

Para acessar o laboratório virtual de Física, é possível entrar pelo link <<https://www.laboratoriovirtual.Física.ufc.br/queda-livre> Após, é possível utilizar as funções dentro do simulador.

**Figura 4.** Simulador de queda livre dos corpos.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A versatilidade do simulador permite a customização de experimentos, possibilitando aos alunos alterarem variáveis como massa, resistência do ar e gravidade. Essa capacidade de ajuste dinâmico oferece uma compreensão mais profunda das relações entre diferentes fatores no contexto da queda livre.

### 2.1.2 Processo de avaliação

No último momento pode ser disponibilizado aos alunos uma ficha para que eles marcassem três das mais frequentes emoções que sentiram durante a realização das atividades em sala e através do Software Algodoo. Isso serve como um questionário para coleta de dados, conforme apontado em nossa metodologia.

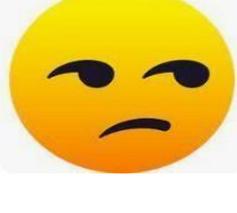
Isto porque, como diz Agen e Ezquerria (2021, p. 126):

Verificar como as emoções estão presentes no processo de aprendizagem em sala de aula enfatiza a importância de conhecer, controlar e autorregular

as emoções por parte dos alunos. Além disso, determina a necessidade de formar professores emocionalmente competentes, que tenham conhecimento das emoções envolvidos no contexto educacional, que saibam diagnosticar e autorregular suas emoções para regulá-los dependendo do contexto. Essas capacidades, conseqüentemente, podem determinar emoções para o processo de ensino-aprendizagem da ciência, e contrastar as emoções negativas, que possivelmente são geradas ao longo da escolarização.

As opções de emoções são: curiosidade, entusiasmo, satisfação, tranquilidade, confusão, frustração, incerteza, tristeza e tédio, como mostra o Quadro 5.

**Quadro 5.** Ficha das emoções sentidas durante a realização das atividades no Algodoo e em sala de aula.

Emoções sentidas		
		
Curiosidade	Entusiasmo	Satisfação
		
Tranquilidade	Confusão	Frustração
		
Incerteza	Tristeza	Tédio

Fonte: Adaptado de Agen e Ezquierra (2021)

A ficha das emoções sentidas serve como ferramenta de autoavaliação para o aluno e para a construção de um gráfico no qual, por meio das emoções sentidas

avalia-se também a aplicação do produto. O uso dos emojis para a construção da ficha das emoções devido ao fato destas se constituírem em pequenas imagens, símbolos ou ícones usados em campos de texto em comunicações eletrônicas (como em SMS, e-mails e redes sociais) para expressar uma atitude emocional do escritor, pode transmitir informações sucintas, comunicar uma mensagem brincalhona sem usar palavras.

A avaliação da atividade deve favorecer a participação ativa dos alunos nas discussões e atividades práticas. Também deve ser favorecido o entendimento demonstrado pelos alunos na resolução dos exercícios relacionados à queda livre, bem como a qualidade das apresentações dos grupos sobre suas simulações e observações.

Cabe ressaltar que o professor deve estar familiarizado com os objetos virtuais e suas funcionalidades antes da aula. É importante garantir que os alunos tenham acesso aos computadores com o software instalado ou permitir que façam isso antes da aula. O tempo da aula pode ser ajustado de acordo com a disponibilidade e a profundidade desejada no assunto.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de ensino de Física utilizando objetos virtuais, como o Tracker, Algodoo, calculadora da Física e simuladores, revela-se uma abordagem inovadora e eficaz para a compreensão do fenômeno da queda livre dos corpos. A integração dessas ferramentas tecnológicas proporciona aos estudantes uma experiência de aprendizado mais dinâmica e interativa, aproximando-os de situações práticas e do método científico.

Ao utilizar o Tracker, os alunos têm a oportunidade de analisar e interpretar graficamente o movimento dos corpos em queda livre, desenvolvendo habilidades importantes, como a interpretação de dados experimentais e a construção de gráficos de posição, velocidade e aceleração. Além disso, o Algodoo permite a simulação de cenários físicos, possibilitando a experimentação virtual e a visualização de conceitos complexos de forma intuitiva.

A calculadora da Física se apresenta como uma ferramenta valiosa para realizar cálculos rápidos e precisos, permitindo aos estudantes explorar as relações matemáticas envolvidas no movimento de queda livre. Por fim, os simuladores oferecem um ambiente controlado e seguro para a realização de experimentos virtuais, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos princípios físicos envolvidos na queda livre.

Essa abordagem pedagógica não apenas amplia as possibilidades de experimentação em sala de aula, mas também incentiva o pensamento crítico e a resolução de problemas, preparando os estudantes para enfrentar desafios mais complexos no estudo da Física. A utilização dessas ferramentas digitais não substitui a importância dos experimentos práticos, mas complementa o ensino tradicional, proporcionando uma experiência mais rica e envolvente.

Assim, a proposta de ensino de Física com objetos virtuais para o estudo da queda livre dos corpos emerge como uma estratégia promissora para promover a aprendizagem significativa e despertar o interesse dos alunos pela ciência.

## REFERÊNCIAS

AGEN, FEDERICO; EZQUERRA, ÁNGEL. Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». **Investigación en la Escuela**, n. 103, p. 125-138, 2021.

ARAUJO, IVES SOLANO; VEIT, ELIANE ANGELA. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 3, 2004.

BORDIN, GIULIO DOMENICO; BEZERRA JR, ARANDI GINANE. **Potencialidades de uso do software de videoanálise tracker em sala de aula no ensino de Física**. ACTIO: Docência em Ciências, v. 1, n. 1, 2020

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Nacionais Curriculares**, de 2 de novembro de 2017. Brasília-DF, 2017.

CARDINOT, MARCOS; NAMEN, ANDERSON. Astronomia no Ensino de Física: Uma Abordagem com o Uso de Simulações de Chuvas de Meteoros em um Planetário Virtual. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, v. 10, n. 1, 2017.

CARUSO, FRANCISCO. A queda dos corpos e o aristotelismo: um estudo de caso do vestibular. **Física na Escola**, v. 9, n. 2, p. 7-9, 2008.

CAVASINNI, V., IACOPINI, E., POLACCO, E., & STEFANINI, G. (1986). O experimento de Galileu em corpos em queda livre usando técnicas ópticas modernas. **Physics Letters A**, 116 (4), 157-161.

CHAGAS, SIDNEY ASSIS. **Uma proposta para ensinar a aceleração da gravidade: usando a interface hackeduca conecta**. 2011. Dissertação (mestrado) – UFAM / IFAM / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Amazonas, 2011.

COELHO, PATRÍCIA MARGARIDA FARIAS. Os nativos digitais e as novas competências tecnológicas. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, Universidade Federal de Minas Gerais, vol. 5, núm. 2, julho-diciembre, 2012, pp. 88-95

CORDEIRO, ANTONIO LUCIANO; OLIVEIRA RODRIGUES, FRANCISCO LEANDRO. O software Tracker: uma ferramenta educacional para potencializar o ensino de Física. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 20, n. 2, 2019.

CORDOVA, H.; TORT, A. C. Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, p. e2308, 2016.

FILIPPINI, ARTHUR SCHELB. **Atividades investigativas no ensino de hidrostática**. 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2017. FONTES, A. S.; CORCI, M. B.; SCHWERZ, R. C.; NEVES, M. C. D. A utilização das TDIC como ferramenta potencializadora no ensino de queda livre. *Ensino, Saúde e Ambiente, Paraná*, v. 12, n. 3, 2022.

FRASSON, ANTONIO CARLOS; JUNIOR, GUATAÇARA DOS SANTOS; PINHEIRO, NILÇÉIA APARECIDA MACIELI; LIMA, SIUMARA APARECIDA DE. **Reflexões em Ensino de Ciências e Tecnologia (abrindo horizontes)**. Curitiba, UTFPR, 2016.

GERMANO, ELOÁ DEI TÓS. **O software algodoo como material potencialmente significativo para o ensino de Física: simulações e mudanças conceituais possíveis**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: [http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/?page\\_id=1839](http://ppgect.pg.utfpr.edu.br/site/?page_id=1839) . Acesso em: 19/09/2024.

GUTIÉRREZ-ARAUJO, RAFAEL ENRIQUE; CASTILLO-BRACHO, LUIS ANDRÉS. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da Física. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 47, p. 201-216, 2020.

JUNIOR, RENATO PONTONE; SAMPAIO, MATEUS MUSSE. Uso de simulações no ensino de Física. In: **IX Semana de Ciência & Tecnologia-CEFET-MG**. 2013.

LESCHE, BERNHARD. **Teoria da relatividade**. Editora Livraria da Física, 2005.

MEDEIROS, ALEXANDRE; MEDEIROS, CLEIDE FARIAS DE. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 77-86, 2002.

MIRANDA, ROBERTA MARTINS; VANIN, VITO ROBERTO; BECHARA, MARIA JOSÉ. Uso de simulações em disciplinas básicas de Mecânica em um curso de Licenciatura em Física. **EPEF, IX**, 2004.

MONTEIRO, MARCO AURÉLIO ALVARENGA. O uso de tecnologias móveis no ensino de Física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **PBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n.1, 2016.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Desafios no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista brasileira de ensino de Física. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99**, 2000.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

ROSA, CLECI WERNER; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.

SALES, GILVANDENYS LEITE; MAIA, MARCILON CHAVES. **Física Básica I**. Ministério da Educação. Fortaleza: UAB/IFCE, 2011.

SANTAROSA, MARIA CECILIA PEREIRA; MOREIRA, MARCO ANTONIO. O Cálculo nas aulas de Física da UFRGS: um estudo exploratório. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre. Vol. 16, n. 2 (ago. 2011), p. 317-351, 2011.

SANTOS, ANTONIO VANDERLEY DOS; SANTOS, SELAN RODRIGUES DOS E FRAGA, LUCIANO MACHADO. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 185-195. São Paulo: 2002.

SCHEID, NEUSA MARIA JOHN; SIQUEIRA, ATAIZ COLVERO DE; PERSICH, GRACIELI DALL OSTRO. Contribuições da ferramenta KAHOOT! Na compreensão dos conceitos da área de ciências da natureza. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**. Año 2018.

SERRANO, AGOSTINHO; ENGEL, VIVIAN. Uso de simuladores no ensino de Física: um estudo da produção gestual de estudantes universitários. **RENOTE**, v. 10, n. 1, 2012.

SESTOKAS-FILHO, BRUNO; BONAFINI, FERNANDA C.; ANTUNES, GISELE S. A Incorporação das Calculadoras Gráficas nas Disciplinas Básicas dos Cursos de Física e Engenharia. In: **XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE)**. Rio de Janeiro. Anais Eletrônicos. Rio de Janeiro: Hotel Glória. 2000

SILVA, SAMIR LACERDA DA; JUNIOR, JUDISMAR TADEU GUAITOLINI; SILVA, RODRIGO LACERDA DA; JUNIOR, EMILSON RIBEIRO VIANA; LEAL, FÁBIO FAGUNDES. Uma alternativa para ensinar e aprender um processo e difusão simples usando Algodoo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.33, nº2, 2016.

SILVEIRA JUNIOR, PEDRO BELCHIOR DA; ARNONI, MARIA ELIZA BREFERE. Física dos anos iniciais: estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da mediação dialética. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, 2013.

SOARES, ANTONIO AUGUSTO; MORAES, LETÍCIA ESTEVÃO; OLIVEIRA, FRANCIÉLE GONÇALVES. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933, 2015.

SOUZA, ROBSON PEQUENO DE; MOITA, FILOMENA MARIA DA SILVA CORDEIRO; CARVALHO, ANA BEATRIZ GOMES. (Organizadores). **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.