



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ- UESPI
CAMPUS: PROF. ANTÔNIO GIOVANNE A. DE SOUSA- PIRIPIRI
CURSO: LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA



MARIA EDUVIRGE MOREIRA DE SOUSA

**INTERVENÇÕES EXPERIMENTAIS NO TRATAMENTO
DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM MECÂNICA**

PIRIPIRI-PI

2024

MARIA EDUVIRGE MOREIRA DE SOUSA

**INTERVENÇÕES EXPERIMENTAIS NO TRATAMENTO
DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM MECÂNICA**

Monografia apresentada á Coordenação
de Física da Universidade Estadual do Pi-
auí- UESPI, como requisito parcial para a
obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Eloíse Cristina Ro-
drigues de Sousa García

PIRIPIRI-PI

2024

MARIA EDUVIRGE MOREIRA DE SOUSA

**INTERVENÇÕES EXPERIMENTAIS NO TRATAMENTO
DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM MECÂNICA**

Monografia apresentada á Coordenação
de Física da Universidade Estadual do
Piauí- UESPI, como requisito parcial pa-
ra a obtenção do título de Licenciado em
Física.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Eloíse Cristina Rodrigues de Sousa García

Piripiri, 17 de Dezembro de 2024

BANCA EXAMINÁDORA

Prof. Dr. Otavio de Brito Silva
(Presidente da Banca)

Prf. Dr^a. Eloíse Cristina Rodrigues de sousa García
(Orientadora)

Prof. Dr. Agmael Mendonça Silva
(Avaliador)

PIRIPIRI-PI
2024

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a criação de materiais de apoio para professores, com ênfase na elaboração de roteiros experimentais virtuais, utilizando simuladores e materiais de baixo custo. A proposta visa corrigir concepções alternativas em temas fundamentais da mecânica, como inércia, força, gravidade e atrito, com o intuito de promover uma compreensão mais precisa e acessível desses conceitos. Para tal, foram produzidos vídeos explicativos que fazem uso de simuladores, abordando de forma clara e didática os equívocos mais comuns presentes nas interpretações dos alunos. Além das explicações teóricas, os vídeos incluem demonstrações experimentais, utilizando recursos simples e facilmente disponíveis, que podem ser facilmente reproduzidos tanto em sala de aula quanto em ambientes domésticos. A iniciativa busca integrar teoria e prática, oferecendo aos professores ferramentas pedagógicas inovadoras e eficazes, que facilitam o ensino desses princípios físicos de forma mais envolvente, e estimulam uma aprendizagem ativa e significativa para os alunos.

Palavras-chave: roteiros experimentais, simuladores, ensino de física, mecânica, concepções alternativas, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The present work aims to create support materials for teachers, with an emphasis on the development of virtual experimental scripts, using simulators and low-cost materials. The proposal aims to correct alternative conceptions in fundamental themes of mechanics, such as inertia, force, gravity and friction, with the aim of promoting a more precise and accessible understanding of these concepts. To this end, explanatory videos were produced that use simulators, addressing in a clear and didactic way the most common misconceptions present in students' interpretations. In addition to theoretical explanations, the videos include experimental demonstrations, using simple and readily available resources, which can be easily reproduced both in the classroom and at home. The initiative seeks to integrate theory and practice, offering teachers innovative and effective pedagogical tools that facilitate the teaching of these physical principles in a more engaging way, and stimulate active and meaningful learning for students.

Keywords: experimental scripts, simulators, physics teaching, mechanics, alternative concepts, meaningful learning.

"Aos meus pais, que sob muito sol me fizeram chegar até aqui, na sombra."

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão. Por me guiar nos momentos de incerteza, por iluminar meus passos e me dar forças quando as sombras se abateram. A Ele, que transformou cada dificuldade em aprendizado e cada conquista em uma prova do Seu amor. Sem Sua presença constante, nada disso seria possível.

À minha família, cujos braços sempre foram a minha fortaleza. Vocês que, com paciência e amor, tornaram o caminho mais leve, que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu duvidava de mim mesmo. A vocês, que me ensinaram o verdadeiro significado de perseverança e união, dedico cada conquista.

Aos meus amigos, que são, para mim, como estrelas no céu: sempre presentes, mesmo quando distantes. Pela amizade sincera, pelo apoio constante, e pela alegria compartilhada. Cada um de vocês fez com que a jornada se tornasse mais suportável e mais cheia de luz.

À minha tia Maria das Dores, que se foi, mas cuja ausência é preenchida pela lembrança do seu amor. Tia, sua vida foi um exemplo de força silenciosa, e sua partida deixou um vazio, mas também um legado de coragem que continuo a carregar comigo. Este trabalho é, em sua memória, uma homenagem ao apoio silencioso e firme que sempre me ofereceu. Sua ausência só me fez sentir ainda mais a sua presença em cada passo dado.

A todas as almas generosas que, ao longo deste caminho, se tornaram minha família, que me acolheram com o coração aberto e ofereceram sua ajuda sem pedir nada em troca. Àquelas que acreditaram em mim nos momentos de fragilidade, a vocês minha gratidão eterna.

Este trabalho é, então, o reflexo do apoio, do amor e das perdas que transformaram minha jornada. Cada palavra escrita, cada página virada, tem a marca de todos que me sustentaram e me ensinaram, de formas que nem sempre sou capaz de expressar.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	9
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO.....	11
1.3.1 Objetivo Geral.....	11
1.3.2 Objetivo Específico.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	15
2.2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3. METODOLOGIA.....	17
3.1 ESTRATÉGIAS PARA CORREÇÃO DE CONCEITOS ALTERNATIVOS.....	17
3.2 INTERVENÇÕES EXPERIMENTAIS NA CORREÇÃO DE CONCEITOS ALTERNATIVOS.....	18
4. PRINCIPAIS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM MECÂNICA.....	21
4.1 ABORDAGENS PARA A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS EM MECÂNICA.....	21
4.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE INÉRCIA.....	22
4.2.1 Roteiro Experimental Virtual: Conceito de Inércia.....	23
4.2.2 Roteiro experimental com Materiais de Baixo Custo.....	24
4.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ATRITO.....	27
4.3.1 Roteiro Experimental Virtual: Conceito de Atrito.....	27
4.3.2 Roteiro experimental com Materiais de Baixo Custo.....	29
4.4 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE FORÇA.....	32
4.4.1 Roteiro Experimental Virtual: Conceito de Força.....	32
4.4.2 Roteiro experimental com Materiais de Baixo Custo.....	34
4.5 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE GRAVIDADE.....	38
4.5.1 Roteiro Experimental Virtual: Conceito de Gravidade.....	38
4.5.2 Roteiro experimental com Materiais de Baixo Custo.....	40
5. USO DE SIMULADORES PARA CORROBORAR AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIA	

1. INTRODUÇÃO

1. 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

As concepções alternativas em mecânica representam uma barreira significativa para a compreensão plena dos princípios dessa área fundamental da física. Tais concepções, muitas vezes enraizadas em experiências cotidianas ou em interpretações incorretas dos fenômenos naturais, podem persistir mesmo após a instrução formal. Nesse contexto, as intervenções experimentais emergem como uma abordagem promissora para o tratamento dessas concepções. Ao envolver os estudantes em atividades práticas e experimentais, busca-se não apenas identificar e desafiar as ideias pré-concebidas, mas também promover uma compreensão mais profunda e precisa dos conceitos mecânicos.

A abordagem experimental no ensino de mecânica desempenha um papel crucial ao permitir que os estudantes confrontem diretamente suas ideias prévias com evidências empíricas. Diferente de métodos puramente teóricos, onde o conhecimento é transmitido de forma expositiva, as intervenções experimentais oferecem uma experiência prática que pode modificar significativamente as crenças e entendimentos dos alunos. Quando os estudantes realizam experimentos, têm a oportunidade de observar discrepâncias entre suas expectativas e os resultados reais. Por exemplo, conceitos de inércia, força e movimento podem ser demonstrados através de experimentos simples, como o uso de carrinhos em trilhos inclinados ou pêndulos, que ilustram diretamente as leis de Newton.

Ao projetar experimentos específicos para abordar concepções alternativas, o professor pode guiar os estudantes a questionarem e revisarem suas ideias anteriores. Além disso, o processo de análise dos dados experimentais e a discussão em grupo promovem uma reflexão crítica, onde os estudantes não apenas observam os fenômenos, mas também são incentivados a explicá-los com base em teorias científicas. Essa prática ajuda a solidificar o novo conhecimento, reduzindo a resistência a mudanças conceituais e promovendo uma compreensão mais robusta.

Uma adição relevante a essa abordagem é o papel do erro e da discussão colaborativa no processo de aprendizado. O erro, muitas vezes visto como um fracasso, na realidade pode ser uma ferramenta pedagógica poderosa quando os alunos são incentivados a analisar por que suas previsões ou interpretações iniciais falharam. Essa análise dos er-

ros, especialmente em um ambiente experimental, pode levar a uma compreensão mais profunda e a uma mudança mais significativa nas concepções alternativas.

Além disso, o trabalho em grupo e a discussão colaborativa são componentes essenciais dessas intervenções. Quando os estudantes discutem os resultados experimentais entre si, eles têm a oportunidade de confrontar suas ideias com as de outros, o que pode facilitar a identificação de concepções incorretas e promover a construção conjunta de um entendimento mais preciso. Essa interação social no contexto do experimento reforça o aprendizado, pois permite que os alunos expliquem seus raciocínios, ouçam diferentes perspectivas e revisem suas conclusões com base em argumentos fundamentados.

Finalmente, o uso de tecnologias, como simulações interativas, pode complementar as experiências práticas. Essas ferramentas permitem a visualização de fenômenos que são difíceis de replicar em um ambiente de sala de aula, proporcionando uma compreensão mais abrangente e dinâmica dos conceitos mecânicos. Combinadas, essas abordagens criam um ambiente de aprendizado rico, onde as intervenções experimentais atuam como o núcleo de um processo educacional que é tanto envolvente quanto transformador.

1. 2 PROBLEMA DE PESQUISA

As concepções alternativas em mecânica, especialmente relacionadas aos conceitos de inércia, atrito, força e gravidade, são desafios comuns no ensino de física. Essas concepções, frequentemente baseadas em interpretações equivocadas de fenômenos do cotidiano, persistem mesmo após a instrução formal, dificultando a compreensão científica precisa por parte dos estudantes.

Diante desse cenário, surge o problema de pesquisa: De que forma as intervenções experimentais podem efetivamente transformar concepções alternativas em mecânica, especificamente nos conceitos de inércia, atrito, força e gravidade, em uma compreensão científica mais precisa entre estudantes do ensino médio?

Este problema busca explorar a eficácia das intervenções experimentais como uma estratégia pedagógica para corrigir essas concepções alternativas. As intervenções experimentais oferecem aos estudantes a oportunidade de confrontar suas ideias prévias com

observações diretas e resultados empíricos. Ao vivenciarem experimentos práticos, os estudantes podem perceber discrepâncias entre suas expectativas e os resultados observados, o que pode levar à reavaliação e correção de suas concepções.

A investigação deste problema é crucial para entender quais tipos de intervenções experimentais são mais eficazes e como elas podem ser implementadas para promover uma mudança conceitual duradoura. O objetivo é identificar práticas que não apenas desafiem as concepções alternativas, mas que também resultem em uma compreensão sólida e alinhada com os princípios científicos estabelecidos.

1. 3 OBJETIVOS DO ESTUDO

1. 3. 1 Objetivo Geral:

Promover uma compreensão científica aprofundada dos conceitos de inércia, atrito, força e gravidade entre estudantes do ensino médio, por meio de intervenções experimentais e estratégias pedagógicas que enfrentem concepções alternativas e favoreçam o aprendizado ativo e crítico.

1. 3. 2 Objetivos Específicos:

- Diagnosticar as concepções prévias dos estudantes e suas dificuldades de compreensão
- Desenvolver atividades experimentais baseadas em vivências cotidianas dos estudantes
- Criar intervenções que conectem os conceitos de inércia, atrito, força e gravidade a situações práticas do dia a dia, tornando o aprendizado mais relevante e engajador. Utilizar exemplos que os estudantes podem observar em suas rotinas, como carros em movimento, quedas de objetos, esportes, e interações com superfícies, para ilustrar esses fenômenos de maneira contextualizada.
- Fomentar o pensamento crítico e a curiosidade científica
- Estimular os alunos a questionar suas próprias ideias e a formular hipóteses

com base nas observações experimentais. Além de realizar as experiências, o professor deve incentivar a elaboração de perguntas abertas e a busca ativa por explicações, tornando o processo de aprendizagem mais participativo e investigativo.

- Promover a integração de conceitos teóricos com a prática experimental
- Garantir que as intervenções não se limitem à execução de experimentos, mas que sejam complementadas por discussões teóricas que auxiliem os estudantes a conectar os fenômenos observados com as leis físicas subjacentes. As aulas devem seguir um ciclo de "teoria-experimento-reflexão", assegurando a consolidação dos conceitos.
- Criar um manual abrangente que forneça a outros professores as diretrizes para replicar as intervenções experimentais em sala de aula. Esse guia deve incluir descrições detalhadas dos experimentos, materiais necessários, possíveis erros conceituais dos alunos e sugestões de como ajustar as atividades para diferentes contextos escolares.
- Utilizar simuladores, vídeos e ferramentas digitais que permitam aos alunos visualizar os fenômenos de inércia, atrito, força e gravidade em diferentes cenários. A tecnologia pode enriquecer as aulas, proporcionando novas formas de explorar os conceitos e de realizar experimentos virtuais, quando os recursos físicos forem limitados.

1.4 JUSTIFICATIVA

A compreensão correta dos conceitos fundamentais de mecânica, como inércia, atrito, força e gravidade, é essencial para o desenvolvimento do pensamento científico e para o progresso no estudo da física. No entanto, é comum que estudantes do ensino médio apresentem concepções alternativas sobre esses conceitos, muitas vezes enraizadas em interpretações equivocadas de experiências cotidianas. Essas concepções alternativas podem persistir mesmo após a instrução formal, criando barreiras significativas para a aprendizagem e a aplicação prática do conhecimento científico.

De acordo com Silva (2005), as intervenções experimentais têm sido apontadas como uma estratégia eficaz para confrontar e corrigir essas concepções alternativas. Ao permitir que os estudantes realizem experimentos práticos, essas intervenções criam oportunidades para que eles observem discrepâncias entre suas crenças prévias e os resultados experimentais, promovendo, assim, uma revisão e transformação de suas concepções. No entanto, há uma lacuna na literatura no que diz respeito à identificação das estratégias experimentais mais eficazes para esse propósito específico.

A justificativa para este estudo reside na necessidade de entender melhor como as intervenções experimentais podem ser utilizadas para corrigir concepções alternativas em mecânica de maneira eficaz. A partir dessa compreensão, será possível desenvolver práticas pedagógicas que ajudem os professores a melhorar o ensino de física no ensino médio, facilitando a aprendizagem de conceitos fundamentais de mecânica de forma mais alinhada com os princípios científicos aceitos. Além disso, este estudo pode contribuir para o desenvolvimento de recursos educativos que apoiem os docentes na aplicação dessas intervenções em sala de aula.

Este trabalho é, portanto, de grande relevância tanto para a pesquisa em educação quanto para a prática pedagógica, pois busca preencher uma lacuna importante na compreensão e no ensino dos conceitos de mecânica, ao mesmo tempo em que propõe soluções práticas para melhorar a aprendizagem dos estudantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2. 1 DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Concepções alternativas, também conhecidas como concepções prévias, concepções errôneas ou concepções ingênuas, referem-se a ideias e entendimentos que os alunos têm sobre um determinado conceito que divergem das explicações científicas aceitas. Em outras palavras, são interpretações ou crenças que os alunos têm sobre um tópico que não correspondem à compreensão científica estabelecida.

Uma das preocupações dos educadores é assegurar que seus alunos adquiram conhecimento científico e sejam capazes de relacioná-lo aos fenômenos que ocorrem em suas vidas cotidianas.

Reiner define concepções alternativas como interpretações ingênuas dos fenômenos físicos baseadas em conceitos de substância. Eles exploram como essas concepções ingênuas podem persistir mesmo após a exposição a informações corretas e como abordá-las de forma eficaz.

Segundo Villani,

“podemos definir a mudança conceitual como o abandono de um sistema conceitual ou de uma maneira de ver referente a determinados fenômenos e à adoção de um novo sistema conceitual ou de uma nova maneira de ver referente aos mesmos fenômenos”.

Mudança conceitual, segundo Moreira são idéias mais promissoras porque não implicam em mudança de conceitos ou significados, mas apenas em aprendizagem significativa.

Schneider, Em sua dissertação *"Contribuições da pesquisa em ensino de Física para a formação inicial de professores de Física"*, aborda as concepções alternativas como mal-entendidos comuns entre os alunos que podem representar desafios significativos para os professores. Ele explora como a pesquisa em ensino de física pode ajudar os professores a reconhecer e lidar com essas concepções errôneas de forma eficaz.

O objetivo de trabalhar concepções alternativas se faz diante da necessidade de levar ao aluno a uma mudança conceitual, mas para que isso aconteça segundo Posner, é preciso que exista insatisfação das concepções existentes, a nova concepção deve ser

clara, o aluno deve entender como a nova concepção pode modificar as experiências anteriores e a nova concepção deve permitir novas possibilidades para explicar novos conhecimentos.

Essas concepções alternativas são comuns em muitas áreas da educação, incluindo ciências, matemática e outras disciplinas. Elas podem se originar de diversas fontes, como experiências pessoais, informações imprecisas, interpretações simplificadas de fenômenos ou até mesmo da exposição a conceitos equivocados por outras pessoas.

Com relação a formação de conceitos, alguns estudos feitos por Mortimer e Vigotsky, ressaltam que os conceitos se constituem a partir de relações que existem entre o conhecimento presente no mundo, das relações sociais e das mudanças produzidas pelo próprio homem que está em constante construção.

A importância de reconhecer e abordar as concepções alternativas reside no fato de que elas podem dificultar o processo de aprendizado, uma vez que os alunos podem se apegar a essas ideias errôneas e ter dificuldades em assimilar os conceitos científicos corretos. É fundamental para educadores e instrutores identificar e corrigir essas concepções, promovendo um entendimento mais preciso e alinhado com o conhecimento científico atual.

"Tais idéias não se constituem em simples concepções isoladas, mas são estruturas conceituais elaboradas, que proporcionam ao indivíduo uma compreensão coerente da realidade sob o seu ponto de vista." (PEDUZZI, 1999, p53).

2. 2 REVISÃO DA LITERATURA

No campo do ensino de Física, as concepções alternativas dos alunos oferecem um desafio significativo, mas também oportunidades valiosas para melhorar a prática pedagógica. Santos e Monteiro (2009), em *Concepções Alternativas em Física: Contribuições para a Formação de Professores*, destacam a importância de compreender e trabalhar com as ideias prévias dos alunos, que frequentemente divergem do conhecimento científico formal.

Amaral (2008), em *Concepções Alternativas e Aprendizagem Significativa em Física*, explora como a aprendizagem significativa, conforme a teoria de David Ausubel, se relaciona com as concepções alternativas dos alunos.

Chassot (2006), no livro *Erro e Concepções Alternativas no Ensino de Ciências: Reflexões e Práticas*, propõe que os erros dos alunos, frequentemente oriundos de concepções alternativas, devem ser interpretados como oportunidades de ensino. O autor sugere que, ao compreender as causas desses erros, os educadores podem ajustar suas estratégias para superar equívocos e melhorar a compreensão dos conceitos científicos.

Silva (2005), em *Ensino de Física: Concepções Alternativas e Mudança Conceitual*, aborda a necessidade de um esforço deliberado por parte dos professores para promover a mudança conceitual. Silva argumenta que para transformar concepções alternativas em conhecimento científico correto, os educadores devem criar situações de aprendizagem que desafiem as ideias prévias dos alunos e incentivem a adoção de novos conceitos.

Etkina e Van Heuvelen (2016), em *Physics Education Research: A Comprehensive Guide to Understanding the Field*, fornecem uma visão abrangente sobre a pesquisa em educação em Física. Elas destacam a importância da pesquisa empírica para entender como as concepções alternativas se desenvolvem e como podem ser abordadas no ensino, oferecendo insights para práticas pedagógicas mais eficazes.

Finalmente, Llewellyn (2007), em *Teaching and Learning in the Science Classroom*, sugere que ambientes de aprendizagem devem permitir aos alunos expressar e confrontar suas concepções prévias com evidências científicas. O livro enfatiza a importância de criar contextos que promovam a reflexão crítica e a reconstrução do conhecimento, facilitando uma compreensão mais alinhada com o conhecimento científico aceito.

3. METODOLOGIA DE ENSINO

3. 1 ESTRATÉGIAS PARA CORREÇÃO DE CONCEITOS ALTERNATIVOS

A correção de concepções alternativas em mecânica na educação em ciências é uma questão crucial para promover uma compreensão precisa e profunda dos princípios físicos entre os alunos. Vários estudos, pesquisas e intervenções foram realizados para abordar essa questão de forma eficaz.

Pesquisas, como o estudo conduzido por McDermott e Shaffer (1992), têm investigado estratégias pedagógicas para melhorar a compreensão dos alunos sobre conceitos mecânicos. Essas pesquisas fornecem *insights* valiosos sobre as melhores práticas para corrigir concepções alternativas em mecânica.

Os programas de formação de professores desempenham um papel crucial na capacitação dos educadores para identificar e abordar concepções alternativas em mecânica. Pereira (2000) investigou as contribuições da pesquisa em ensino de física para a formação inicial de professores de física, destacando a importância do treinamento adequado para os educadores.

Educadores implementam intervenções específicas em sala de aula para corrigir concepções alternativas em mecânica. Isso pode incluir atividades práticas, demonstrações, discussões em grupo e uso de tecnologias educacionais. Essas intervenções visam desafiar e substituir as concepções errôneas dos alunos por conceitos científicos corretos.

De acordo com Etkina e Van Heuvelen (2016), tecnologias educacionais, como simulações computacionais e modelos interativos, têm sido utilizadas para corrigir concepções alternativas em mecânica. Essas ferramentas fornecem aos alunos experiências de aprendizagem envolventes e interativas que os ajudam a entender melhor os conceitos físicos corretos.

A avaliação formativa desempenha um papel crucial no processo de correção de concepções alternativas em mecânica. Os educadores podem usar questionários, testes e outras ferramentas de avaliação para monitorar o progresso dos alunos e identificar áreas onde as concepções alternativas persistem, permitindo intervenções adicionais conforme necessário.

Essas abordagens e estudos destacam a diversidade de métodos disponíveis para corrigir concepções alternativas em mecânica na educação em ciências. Ao combinar várias estratégias e abordagens, os educadores podem promover uma compreensão mais precisa e profunda dos princípios mecânicos entre os alunos.

Abordar e corrigir concepções alternativas é uma parte importante do processo educacional, pois permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais precisa e sólida dos conceitos em estudo. Para isso, os educadores podem utilizar estratégias específicas, como intervenções experimentais. Na área de mecânica envolvem a implementação de estratégias de ensino baseadas em experimentos e atividades práticas para ajudar os alunos a superar suas ideias pré-concebidas errôneas e adquirir uma compreensão correta dos princípios da mecânica.

3. 2 INTERVENÇÕES EXPERIMENTAIS NA CORREÇÃO DE CONCEITOS ALTERNATIVOS

Estratégias pedagógicas eficazes para promover um aprendizado significativo. Aqui estão algumas abordagens:

- Experimentos Práticos:

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2011), os experimentos práticos permitem que os alunos observem fenômenos físicos de forma direta e tangível. Por exemplo, ao estudar a gravidade, os alunos podem realizar o experimento de queda livre, utilizando objetos de diferentes massas para observar que todos caem com a mesma aceleração. Essa vivência ajuda a desmistificar a ideia de que peso influencia na queda, confrontando a concepção alternativa de que objetos mais pesados caem mais rápido.

- Simulações Virtuais:

As simulações digitais oferecem um ambiente seguro e controlado onde os alunos podem explorar conceitos complexos. Por exemplo, ao simular a interação de forças em um carro em movimento, os alunos podem manipular variáveis como velocidade e atrito, observando em tempo real como essas alterações afetam o movimento. Isso complementa a experiência prática e proporciona uma compreensão mais ampla do fenômeno estudado.

- Atividades de Investigação:

Promover atividades investigativas incentiva os alunos a se tornarem cientistas. Eles podem formular perguntas, desenvolver hipóteses e realizar investigações. Por exemplo, ao estudar atrito, os alunos podem investigar como diferentes superfícies afetam a resistência ao movimento, promovendo a observação e a análise crítica.

- Discussões Orientadas:

Conduzir discussões em grupo sobre as observações feitas durante os experimentos permite que os alunos confrontem suas ideias preconcebidas com dados e evidências. Isso não apenas estimula o pensamento crítico, mas também promove um ambiente colaborativo onde todos aprendem com as diferentes perspectivas dos colegas.

- Modelagem Conceitual:

Utilizar modelos físicos ou diagramas para representar conceitos complexos, como forças, ajuda os alunos a visualizar as relações entre diferentes elementos. Por exemplo, um modelo que mostra as forças atuantes em um objeto em equilíbrio pode esclarecer a ideia de que forças opostas se anulam, desafiando a visão de que a ausência de movimento implica ausência de força.

- Elaboração de Perguntas Abertas:

Estimular os alunos a formular perguntas abertas sobre os fenômenos científicos os encoraja a explorar além das respostas simples. Isso pode levar a discussões mais profundas e a investigações sobre conceitos que muitas vezes são mal compreendidos, como a diferença entre massa e peso.

- Reflexão Crítica:

Promover a reflexão crítica é fundamental para consolidar o aprendizado. Após os experimentos, os alunos podem discutir o que observaram, como isso se relaciona com o que aprenderam teoricamente e quais mudanças em suas percepções foram necessárias.

- Integração de Teoria e Prática:

Garantir que as atividades práticas sejam sempre acompanhadas por discussões teóricas que conectem as observações práticas aos princípios científicos subjacentes é essencial. Isso fortalece a compreensão, permitindo que os alunos vejam a relevância da teoria em suas experiências práticas.

Essas intervenções experimentais não apenas ajudam a corrigir conceitos alternativos, mas também promovem um ambiente de aprendizado dinâmico, onde os alunos se tornam participantes ativos em sua própria educação científica. Através da observação, experimentação e reflexão, eles desenvolvem uma compreensão mais profunda e duradoura dos princípios que governam o mundo físico ao seu redor.

4. PRINCIPAIS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM MECÂNICA

4. 1 ABORDAGENS PARA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE MECÂNICA.

Para promover uma compreensão efetiva dos conceitos fundamentais de mecânica, como inércia, força, atrito e gravidade, é crucial identificar as principais concepções alternativas que os estudantes frequentemente trazem para a sala de aula. A presença dessas concepções equivocadas pode dificultar o aprendizado e a aplicação prática do conhecimento científico.

Com o intuito de enfrentar essas barreiras, elaboramos uma tabela que resume os conceitos em questão, destacando as concepções alternativas mais comuns entre os alunos, as soluções pedagógicas eficazes para abordá-las e exemplos práticos de concepções errôneas que podem surgir. Essa tabela serve como um recurso valioso para os professores no planejamento de suas intervenções didáticas, oferecendo uma visão clara e objetiva das estratégias a serem adotadas.

Além disso, desenvolvemos um roteiro experimental que utiliza duas abordagens complementares: uma virtual e outra com materiais de baixo custo. O roteiro virtual proporciona aos alunos a oportunidade de explorar os conceitos de mecânica por meio de simulações interativas, enquanto a abordagem com materiais acessíveis permite a realização de experimentos práticos que facilitam a observação e a compreensão dos fenômenos físicos. Juntas, essas abordagens visam corrigir as concepções alternativas e promover um aprendizado mais engajador e significativo.

4. 2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE INÉRCIA

Tabela 1: Conceito de Inércia, Concepções Alternativas, Soluções Pedagógicas e Exemplos de Concepções Errôneas

Conceito de Inércia	Principais Concepções Alternativas	Soluções Pedagógicas	Exemplo de Concepção Errônea
A inércia é a propriedade de um corpo que resiste a mudanças no seu estado de movimento ou repouso, estando diretamente relacionada à massa do corpo.	<p>1. Inércia depende da velocidade: Acredita-se que quanto maior a velocidade de um objeto, maior será sua inércia.</p> <p>2. Movimento contínuo requer força contínua: A ideia de que um objeto em movimento só continua a se mover se uma força continuar a agir sobre ele.</p>	<p>1. Clarificação sobre massa e inércia: Explicar que a inércia está relacionada à massa do corpo e não à sua velocidade. Utilizar exemplos práticos e simulações que demonstrem a relação entre massa e inércia.</p> <p>2. Experimentos de movimento sem força: Utilizar experimentos (como carrinhos em trilhos sem atrito) que mostrem que um objeto pode continuar se movendo com velocidade constante na ausência de forças externas, evidenciando a primeira lei de Newton (princípio da inércia).</p>	<p>1. "Se um carro está em alta velocidade, sua inércia é maior do que quando está em baixa velocidade."</p> <p>2. "Um carro em movimento precisa de combustível contínuo; se desligar o motor, ele para porque perde a inércia."</p>

Fonte: Autoria Própria

4. 2. 1 ROTEIRO EXPERIMENTAL VIRTUAL: CONCEITO DE INÉRCIA

O roteiro experimental virtual sobre inércia permite que os alunos explorem a tendência dos objetos de resistirem a mudanças em seu estado de movimento. Através de simulações, eles podem observar como a inércia se manifesta em situações cotidianas, como um carro que acelera ou um objeto que é solto. Os alunos têm a liberdade de manipular a massa dos objetos e a intensidade das forças aplicadas, visualizando claramente a relação entre a inércia e a força. Essa experiência interativa promove uma compreensão mais robusta do conceito, desafiando as concepções alternativas que possam existir e facilitando uma aprendizagem mais significativa.

1. Introdução ao Conceito de Inércia

- Explique o que é inércia: "A inércia é a propriedade de um corpo que resiste a mudanças no seu estado de movimento ou repouso, e está diretamente relacionada à sua massa."

Citação de concepções erradas:

- Erro comum 1: "A inércia depende da velocidade."
- Erro comum 2: "Para que um objeto continue em movimento, uma força contínua precisa ser aplicada."

2. Demonstrando a Primeira Lei de Newton

- Usando o PhET ("Forças e Movimento"), mostre um objeto em movimento contínuo sem a aplicação de força, quando não há atrito.
- Correção do erro: Explique que um objeto não precisa de força contínua para se mover. O vídeo da simulação pode mostrar que, sem atrito, o objeto continua em movimento indefinidamente.
- Link para a simulação: [[PhET Simulações Interativas](https://phet.colorado.edu)](https://phet.colorado.edu)

3. Explicando a Relação entre Inércia e Massa

- Utilize uma simulação no [oPhysics](#) onde é possível mudar a massa de diferentes objetos.
- Faça um teste com dois corpos de massas diferentes e explique que, apesar de terem massas diferentes, a velocidade não afeta a inércia — o que importa é a massa.

- Link para a simulação: [oPhysics](https://ophysics.com)

4. Conceito de Movimento Contínuo Sem Força

- No The Physics Classroom, utilize uma atividade sobre as leis de Newton para mostrar que um objeto se move sem força contínua aplicada, contradizendo a ideia errada de que “um carro só se mantém em movimento enquanto o motor está ligado”.
- Isso ajuda a enfatizar o conceito de inércia em relação à massa, não à aplicação contínua de força.
- Link: [The Physics Classroom](https://www.physicsclassroom.com)

5. Conclusão

- Recapitule as correções de cada concepção errada e reforce o conceito correto.
- Incentive o uso das simulações interativas para aprofundar o entendimento.

4. 2. 2 ROTEIRO EXPERIMENTAL COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Em complemento, para facilitar a compreensão do conceito de inércia, desenvolvi um roteiro que utiliza materiais acessíveis e de baixo custo, facilmente disponíveis no dia a dia. Essa abordagem proporciona aos estudantes a oportunidade de realizar experimentos práticos em sala de aula, promovendo a aprendizagem por meio da observação ativa e da interação direta com os fenômenos físicos. O uso de materiais simples não apenas facilita a aplicação dos conceitos de inércia, atrito e gravidade, mas também torna o aprendizado mais concreto e significativo, permitindo que os alunos conectem teoria e prática de forma efetiva.

- EXPERIMENTO DA MESA PUXADA:

Objetivo: Demonstração do princípio da inércia.

Materiais: Objeto, mesa, tapete.

Procedimento: Coloque um objeto sobre a mesa e puxe suavemente o tapete embaixo dele. O objeto permanecerá em repouso devido à inércia, mesmo quando o tapete é removido.

Explicação: Quando puxamos suavemente o tapete debaixo de um objeto sobre a mesa, como um copo, este permanece em repouso devido à inércia. O objeto tende

a manter seu estado atual de repouso até que uma força externa, como o atrito com a mesa, atue sobre ele.

- **EXPERIMENTO DA BOLA DE GUDE EM UM TRILHO:**

Objetivo: Ilustrar a inércia do movimento.

Materiais: Bola de gude, trilho horizontal.

Procedimento: Coloque uma bola de gude em um trilho horizontal e incline-o suavemente. A bola de gude permanecerá em movimento uniforme devido à inércia, contradizendo a ideia de que o movimento sempre diminui.

Explicação: Ao inclinar suavemente o trilho, a bola de gude permanece em movimento uniforme devido à sua inércia. Isso contradiz a ideia de que o movimento diminui naturalmente, demonstrando o princípio da inércia.

- **EXPERIMENTO DO CARRO DE BRINQUEDO:**

Objetivo: Demonstração da inércia do movimento.

Materiais: Carro de brinquedo, tapete ou superfície lisa.

Procedimento: Coloque um carro de brinquedo em um tapete ou superfície lisa. Peça aos alunos para empurrar o carro e observar como ele continua em movimento até que uma força contrária o pare.

Explicação: Quando empurramos um carro de brinquedo sobre uma superfície lisa, ele se move devido à força aplicada. No entanto, esse movimento não continua indefinidamente. O carro desacelera e eventualmente para devido à presença de forças contrárias, como o atrito com o solo.

EXPLICAÇÃO DETALHADA

- **Conceito de Inércia**

De acordo com a Primeira Lei de Newton, também chamada de Lei da Inércia, "um objeto tende a manter seu estado de movimento ou repouso a menos que uma força externa atue sobre ele". Esse conceito é abordado em diversos livros de física, como *Princípios de Mecânica Clássica*, de Goldstein (2002), e *Fundamentals of Physics*, de Halliday, Resnick e Walker (2011). Nessas obras, destaca-se que a inércia está diretamente relacio-

nada à massa do corpo. Um objeto com maior massa terá mais inércia, ou seja, maior resistência a mudanças em seu estado de movimento ou repouso. Vale ressaltar que não é a velocidade do objeto que determina sua inércia, mas sim sua massa.

- **Inércia e Velocidade**

Uma concepção equivocada comum, conforme mencionado por Peres (2010) em *Didática da Física*, é acreditar que a inércia de um corpo depende de sua velocidade. Muitas vezes, estudantes assumem que, quanto mais rápido um objeto se move, maior será sua inércia. Contudo, a inércia está unicamente relacionada à massa do corpo, não à sua velocidade. Isso implica que um objeto em repouso possui a mesma inércia que um objeto em movimento. Embora a velocidade influencie o momento (produto da massa pela velocidade), ela não tem relação com a inércia propriamente dita.

- **Movimento Contínuo e Força Contínua**

Outro equívoco frequente, destacado por Garcia (2015) em *Curso de Física Básica*, é a crença de que um objeto precisa de uma força contínua para se manter em movimento. Essa ideia vai contra a Lei da Inércia de Newton. Na ausência de forças externas, como atrito ou resistência do ar, um corpo em movimento retilíneo e uniforme continuará se movendo indefinidamente. A força é necessária apenas para iniciar o movimento ou alterar o estado de movimento, como acelerar ou mudar de direção, mas não para mantê-lo.

Esse equívoco é comum porque, no cotidiano, sempre há forças externas, como o atrito, atuando sobre os objetos. Por exemplo, ao empurrar um carrinho de compras, ele desacelera quando a força aplicada é interrompida devido ao atrito com o chão. Entretanto, em condições ideais, sem a presença de atrito, ele continuaria em movimento sem a necessidade de uma força constante.

Em síntese, a inércia está associada à resistência de um corpo a mudanças em seu estado de movimento, sendo determinada pela massa e não pela velocidade ou pela aplicação de uma força contínua.

4.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ATRITO

Tabela 2: Conceito de Atrito, Concepções Alternativas, Soluções Pedagógicas e Exemplos de Concepções Errôneas

Conceito de Atrito	Principais Concepções Alternativas	Soluções Pedagógicas	Concepção Errônea
O atrito é uma força que se opõe ao movimento relativo entre duas superfícies em contato. Ele pode ser estático ou dinâmico, dependendo se as superfícies estão em repouso ou em movimento relativo.	<p>1. Atrito sempre impede o movimento: A crença de que o atrito sempre atua para impedir qualquer movimento, sem entender que ele também pode facilitar o movimento, como ao caminhar.</p> <p>2. Atrito depende da área de contato: A ideia equivocada de que quanto maior a área de contato entre dois corpos, maior será a força de atrito.</p>	<p>1. Demonstração de atrito positivo: Explicar e demonstrar situações em que o atrito é necessário para o movimento, como ao caminhar ou ao empurrar um carro.</p> <p>2. Experimentos controlados: Realizar experimentos que mostrem que a força de atrito depende da natureza das superfícies e da força normal, não da área de contato.</p>	<p>1. "O atrito é sempre ruim porque impede o movimento."</p> <p>2. "Se aumentar a área de contato dos pneus com a estrada, o carro ficará mais difícil de mover."</p>

Fonte: Autoria Própria

4.3.1 ROTEIRO EXPERIMENTAL VIRTUAL: CONCEITO DE ATRITO

O roteiro virtual para o conceito de atrito permite que os alunos explorem como a resistência ao movimento ocorre entre superfícies em contato. Por meio de simulações interativas, os estudantes podem alterar fatores como a natureza das superfícies e a força aplicada, visualizando como essas variáveis afetam a força de atrito. Essa abordagem ajuda a desmistificar a ideia de que o atrito é sempre um obstáculo, mostrando que ele pode

variar dependendo das condições. Ao manipular as configurações da simulação, os alunos podem observar em tempo real como o atrito atua em diferentes situações, promovendo uma compreensão clara e eficaz desse fenômeno.

1. Introdução ao Conceito de Atrito

- Defina o atrito: "O atrito é a força que se opõe ao movimento relativo entre duas superfícies em contato, podendo ser estático (quando não há movimento) ou dinâmico (quando há movimento)."

Citação de concepções erradas:

- Erro comum 1: "O atrito sempre impede o movimento."
- Erro comum 2: "Quanto maior a área de contato, maior o atrito."

2. Demonstração de Atrito Positivo

- Use a simulação do PhET sobre forças e movimento para mostrar como o atrito facilita o movimento em situações como caminhar. A simulação pode ilustrar como o atrito entre o pé e o chão permite que a pessoa ande.
- Explique que, sem o atrito, a pessoa escorregaria, como acontece no gelo, onde o atrito é muito baixo.
- Link para a simulação: [PhET - Forças e Movimento](<https://phet.colorado.edu>)

3. Correção sobre a Área de Contato

- Utilize simulações de oPhysics para demonstrar que o atrito não depende da área de contato, mas sim da natureza das superfícies e da força normal entre elas. Mostre que ao aumentar a área de contato (por exemplo, pneus mais largos), a força de atrito não aumenta proporcionalmente.
- No vídeo, teste diferentes superfícies e áreas de contato, mantendo a força normal constante, para mostrar que a área de contato não é o fator determinante.
- Link: [oPhysics](<https://ophysics.com>)

4. Exemplos e Situações Reais

- Faça um experimento virtual no The Physics Classroom, onde você possa controlar variáveis como a força normal e o tipo de superfície para demonstrar a importância dessas variáveis, e não da área de contato.
- Use exemplos práticos, como o efeito de diferentes superfícies de pneus em

carros ou a importância do atrito estático na escalada.

- Link: [The Physics Classroom](https://www.physicsclassroom.com)

5. Conclusão

- Recapitule os erros corrigidos, enfatizando que o atrito pode tanto facilitar quanto resistir ao movimento, e que sua força depende das superfícies e da força normal, e não da área de contato.

4. 3. 2 ROTEIRO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Para facilitar a compreensão do conceito de atrito, elaborei um roteiro que utiliza materiais acessíveis e de baixo custo, facilmente encontrados no cotidiano. Essa abordagem oferece aos estudantes a oportunidade de realizar experimentos práticos em sala de aula, promovendo a aprendizagem por meio da observação ativa e da interação direta com os fenômenos físicos relacionados ao atrito. Ao utilizar materiais simples, os alunos podem explorar como diferentes superfícies e condições afetam a resistência ao movimento, tornando o aprendizado mais concreto e relevante. Essa experiência prática permite que os estudantes conectem a teoria do atrito às situações do dia a dia, enriquecendo sua compreensão e estimulando o interesse pela física.

- **EXPERIMENTO DO CARRINHO EM UM PLANO INCLINADO:**

Objetivo: Ilustrar o papel do atrito no movimento.

Materiais: Carrinho, plano inclinado.

Procedimento: Coloque um carrinho em um plano inclinado e varie a inclinação. Os alunos podem observar como o atrito entre o carrinho e a superfície afeta sua velocidade.

Explicação: O atrito entre o carrinho e o plano inclinado afeta sua velocidade. Um ângulo mais íngreme resulta em uma aceleração maior devido ao aumento do atrito entre as superfícies.

- **EXPERIMENTO DA RAMPA INCLINADA COM DIFERENTES MATERIAIS:**

Objetivo: Demonstração da influência do atrito na velocidade.

Materiais: Rampas inclinadas feitas de materiais com diferentes coeficientes de

atrito, objeto leve.

Procedimento: Faça várias rampas inclinadas usando diferentes materiais e peça aos alunos para soltar um objeto leve por elas, observando as diferenças na velocidade e na distância percorrida.

Explicação: Ao soltar um objeto leve em rampas feitas de materiais com diferentes coeficientes de atrito, os alunos observam como o atrito afeta a velocidade e a distância percorrida pelo objeto.

EXPLICAÇÃO DETALHADA

- **Conceito de Atrito**

O atrito é uma força que surge quando duas superfícies entram em contato, resistindo ao movimento relativo entre elas. Ele age sempre na direção oposta ao movimento ou à tentativa de movimento e é essencial em diversas situações do cotidiano, como caminhar, frear um carro ou mover objetos. Halliday, Resnick e Walker (2011), em *Fundamentals of Physics*, explicam que o atrito é causado por irregularidades microscópicas nas superfícies em contato, cujas interações geram essa resistência.

Existem dois tipos principais de atrito:

Atrito estático: é a força que impede o início do movimento entre superfícies que estão em repouso uma em relação à outra. Sua magnitude pode variar até um limite máximo e, geralmente, é maior do que o atrito cinético.

Atrito cinético: é a força que resiste ao movimento relativo entre superfícies que já estão em movimento uma em relação à outra.

- **Crenças Errôneas sobre Atrito**

De acordo com Peres (2010), em *Didática da Física*, uma concepção equivocada comum é a ideia de que o atrito depende da área de contato entre os objetos. Apesar de parecer intuitivo, na prática, o atrito depende principalmente da força normal (que pressiona as superfícies) e das características das superfícies em contato, como a rugosidade, e não da área de contato. Por exemplo, um objeto grande e outro pequeno podem apresentar o mesmo atrito se a força normal e as propriedades das superfícies forem equivalentes.

Atrito e Movimento Contínuo: Outra concepção equivocada, relacionada à Primeira Lei de Newton, é acreditar que o atrito é necessário para manter o movimento. Na verdade, o atrito atua para impedir ou retardar o movimento. Em situações onde o atrito é eliminado (como no vácuo ou em superfícies extremamente lisas), um corpo pode continuar em movimento indefinidamente sem a necessidade de aplicação de uma força contínua.

Atrito e a Força Normal: O atrito está diretamente relacionado à força normal, que é a força que uma superfície exerce perpendicularmente sobre o objeto. Quanto maior a força normal, maior será o atrito. Por exemplo, ao aumentar o peso de um objeto (e, consequentemente, a força normal), o atrito também aumenta. Essa relação é descrita pelas fórmulas do atrito estático e cinético mencionadas por Halliday, Resnick e Walker (2011).

- **Aplicações do Atrito na Vida Cotidiana**

O atrito desempenha um papel essencial em várias atividades, como:

Caminhar: o atrito estático entre nossos pés e o chão permite que possamos andar. Em superfícies lisas, como o gelo, essa interação é reduzida, dificultando a locomoção.

Freios de automóveis: o sistema de freios utiliza o atrito entre as pastilhas de freio e os discos para converter energia cinética em calor, desacelerando o veículo.

Esportes: o controle da bola em esportes, como futebol e basquete, depende do atrito entre a bola e o chão. Calçados e superfícies são projetados para otimizar essa interação.

- **Atrito Indesejado e Lubrificantes**

Em algumas situações, o atrito é indesejado, causando desgaste e perda de eficiência, como em máquinas e motores. Para reduzir o atrito, utilizam-se lubrificantes, que criam uma fina camada entre as superfícies, diminuindo a resistência ao movimento. Segundo Shigley (2010), em *Engenharia Mecânica*, lubrificantes são essenciais para prolongar a vida útil de componentes mecânicos e aumentar a eficiência energética.

Em síntese, o atrito é uma força indispensável para muitas atividades do cotidiano. Embora frequentemente útil, há situações em que ele precisa ser minimizado para evitar perdas e danos.

4. 4 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE FORÇA

Tabela 3: Conceito de Força, Concepções Alternativas, Soluções Pedagógicas e Exemplos de Concepções Errôneas

Conceito de Força	Principais Concepções Alternativas	Soluções Pedagógicas	Exemplo de Concepção Errônea
Força é uma interação que, quando aplicada a um corpo, pode causar uma mudança no estado de movimento ou deformação do corpo. As forças são vetoriais, o que significa que possuem magnitude e direção, e podem atuar por contato ou à distância.	<p>1. Força como propriedade intrínseca: A crença de que a força é uma propriedade de um objeto em movimento, em vez de uma interação entre objetos.</p> <p>2. Força é necessária para manter o movimento: A ideia equivocada de que, para que um objeto continue em movimento, uma força contínua deve ser aplicada.</p>	<p>1. Clarificação sobre a natureza das forças: Explicar e demonstrar que força é uma interação entre objetos e não uma propriedade intrínseca de um objeto. Utilizar exemplos de forças de contato e forças à distância para ilustrar.</p> <p>2. Demonstração do Princípio da Inércia: Realizar atividades experimentais que mostrem que um objeto pode continuar se movendo com velocidade constante na ausência de forças externas, em conformidade com a Primeira Lei de Newton.</p>	<p>1. "Um carro em movimento tem força própria que o faz continuar em movimento."</p> <p>2. "Um objeto que se move precisa de uma força contínua para manter-se em movimento; caso contrário, ele pararia."</p>

Fonte: Autoria Própria

4. 4. 1 ROTEIRO EXPERIMENTAL VIRTUAL: CONCEITO DE FORÇA

No contexto da força, o roteiro virtual oferece uma plataforma onde os alunos podem experimentar as leis de Newton de maneira prática. As simulações permitem que

eles apliquem diferentes forças a objetos de várias massas e observem os efeitos resultantes, como aceleração e mudança de direção. Os estudantes podem ajustar a intensidade e a direção da força, permitindo uma visualização clara de como essas variáveis influenciam o movimento. Essa experiência interativa não apenas ajuda a corrigir concepções errôneas sobre força, mas também estimula o pensamento crítico e a formulação de hipóteses, tornando o aprendizado mais envolvente.

1. Introdução ao Conceito de Força

- Definição: "Força é uma interação que pode mudar o estado de movimento ou causar deformação em um corpo. Ela é uma grandeza vetorial, possuindo magnitude e direção."

Citações de concepções erradas:

- Erro comum 1: "Força é uma propriedade de um objeto em movimento."
Erro comum 2: "Para que um objeto continue em movimento, é preciso aplicar uma força contínua."

2. Demonstração da Natureza das Forças

- Utilize o [PhET](https://phet.colorado.edu) para explorar como as forças de contato (como empurrar ou puxar) e forças à distância (como a gravidade) interagem com objetos. A simulação "Forças e Movimento" pode demonstrar como a força não é uma propriedade intrínseca de um objeto, mas sim uma interação entre dois objetos.
- Mostre que quando a interação cessa, a força também cessa.
- Link: [PhET - Forças e Movimento](https://phet.colorado.edu)

3. Correção: Força Necessária para Manter Movimento

- Demonstre o Princípio da Inércia (Primeira Lei de Newton) usando o [oPhysics](https://ophysics.com) ou [The Physics Classroom](https://www.physicsclassroom.com). Mostre que, na ausência de forças externas (como o atrito), um objeto em movimento continuará se movendo com velocidade constante.
- Use exemplos como carrinhos em superfícies sem atrito para corrigir a ideia errada de que é preciso uma força contínua para manter o movimento.
- Link: [oPhysics](https://ophysics.com) ou [The Physics Classroom](https://www.physicsclassroom.com)

4. Exemplos Práticos e Simulações

- Experimente controlar a quantidade de força aplicada em objetos na simulação e observe os efeitos no movimento e na velocidade. Mostre que, uma vez que a força para, o movimento continua se não houver forças externas (como atrito) agindo.
- Reforce a ideia de que a força é uma interação e não algo que os objetos "carregam" consigo.

5. Conclusão

- Recapitule os erros e explique o conceito correto: "A força não é uma propriedade do objeto, mas uma interação, e um objeto em movimento não precisa de uma força contínua para continuar se movendo."

4. 4. 2 ROTEIRO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Para facilitar a compreensão do conceito de força, desenvolvi um roteiro que proporciona aos estudantes a oportunidade de realizar experimentos práticos em sala de aula. Essa abordagem promove a aprendizagem por meio da observação ativa e da interação direta com fenômenos relacionados às forças. Os alunos poderão explorar como as forças atuam em diferentes contextos, entendendo que a força é uma interação entre objetos e não uma propriedade intrínseca. Além disso, poderão perceber que um objeto em movimento não precisa de uma força contínua para se manter em movimento, desafiando concepções equivocadas. Essa experiência prática enriquece sua compreensão das leis do movimento e suas aplicações no cotidiano.

- **EXPERIMENTO DA FORÇA NORMAL:**

Objetivo: Demonstrar a força normal.

Materiais: Livro, mesa.

Procedimento: Coloque um livro em uma mesa e empurre-o horizontalmente. Os alunos podem perceber a força normal exercida pela mesa que contrabalança a força aplicada.

Explicação: Quando empurramos um livro horizontalmente sobre uma mesa, a mesa exerce uma força normal sobre o livro que contrabalança a força aplicada, mantendo-o em repouso.

- **EXPERIMENTO DA CORDA E DO BLOCO:**

Objetivo: Observar as forças atuando em um sistema.

Materiais: Bloco, corda, polia.

Procedimento: Conecte um bloco a uma corda sobre uma polia. Quando uma força é aplicada à corda, o bloco se move. Os alunos podem observar as forças atuando no bloco e na corda.

Explicação: Ao aplicar uma força à corda conectada a um bloco sobre uma polia, os alunos observam as forças atuando no bloco e na corda em diferentes direções.

- **EXPERIMENTO DA MOLA:**

Objetivo: Demonstração da força elástica.

Materiais: Mola, objeto leve.

Procedimento: Conecte uma mola a uma mesa e prenda um objeto leve à extremidade livre. Comprima a mola e solte-a, observando como o objeto é projetado para fora.

Explicação: Ao comprimir e soltar uma mola presa a uma mesa, os alunos observam como a força elástica da mola impulsiona um objeto leve conectado a ela.

EXPLICAÇÃO DETALHADA

- **Conceito de Força**

A força é uma interação que, quando aplicada a um objeto, pode alterar seu estado de repouso ou movimento, conforme descrito na Segunda Lei de Newton. Halliday, Resnick e Walker (2011), em *Fundamentals of Physics*, explicam que a força é a causa da aceleração, sendo diretamente proporcional à massa do objeto e à aceleração que ela provoca.

As forças podem ser classificadas em dois tipos principais:

Forças de contato, como o empurrão de uma pessoa em um objeto.

Forças de campo, que atuam à distância, como a gravidade e o magnetismo.

Quando várias forças agem sobre um corpo, o movimento resultante depende da força resultante, que é a soma vetorial de todas as forças aplicadas.

Força e Equilíbrio: O conceito de equilíbrio é amplamente discutido por Goldstein (2002), em *Princípios de Mecânica Clássica*. Quando a soma de todas as forças que atuam sobre um objeto é zero, diz-se que o objeto está em equilíbrio. Existem dois tipos principais de equilíbrio:

Equilíbrio estático: ocorre quando o objeto está em repouso e continua nessa condição porque não há força resultante agindo sobre ele.

Equilíbrio dinâmico: ocorre quando o objeto está em movimento retilíneo uniforme, e as forças que atuam sobre ele se cancelam.

- **Crenças Errôneas sobre Força**

Peres (2010), em *Didática da Física*, destaca que muitos estudantes possuem concepções alternativas equivocadas sobre a relação entre força e movimento. Uma das mais comuns é a crença de que, para manter um corpo em movimento constante, é necessário aplicar uma força contínua. Contudo, de acordo com a Primeira Lei de Newton (Lei da Inércia), se não houver forças externas atuando, como atrito ou resistência do ar, o corpo continuará em movimento com velocidade constante sem a necessidade de aplicação contínua de força. A força é necessária apenas para alterar o estado de movimento, seja para acelerar, desacelerar ou mudar a direção do objeto.

- **Força Normal e Atrito**

Garcia (2015), em *Curso de Física Básica*, aborda a força normal como a força exercida por uma superfície sobre um objeto, sempre perpendicular à superfície. Essa força é uma reação à força peso que age para baixo e pode ser influenciada pela inclinação da superfície.

Quanto ao atrito, ele é descrito como a força que resiste ao movimento relativo entre duas superfícies. O atrito pode ser:

Estático, quando o objeto está em repouso.

Cinético, quando o objeto está em movimento.

Embora muitos estudantes acreditem que o atrito depende apenas da área de con-

tato entre as superfícies, ele está mais relacionado às características das superfícies e à força normal, que pressiona uma superfície contra a outra.

- **Interações de Força (Terceira Lei de Newton)**

A Terceira Lei de Newton, conhecida como Lei da Ação e Reação, afirma que para toda força aplicada, há uma força de igual magnitude e direção oposta. Goldstein (2002), em *Princípios de Mecânica Clássica*, explica que essas forças, apesar de iguais e opostas, não se cancelam, pois atuam em corpos diferentes. Por exemplo, se uma pessoa empurra uma parede com uma força de 10 N, a parede exerce uma força de 10 N em direção oposta sobre a pessoa. Essa lei é fundamental para entender interações cotidianas, como o movimento de um barco a remo ou o impulso de um foguete.

4. 5 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE GRAVIDADE

Tabela 4: Conceito de Gravidade, Concepções Alternativas, Soluções Pedagógicas e Exemplos de Concepções Errôneas

Conceito de Gravidade	Principais Concepções Alternativas	Soluções Pedagógicas	Exemplo de Concepção Errônea
A gravidade é uma força de atração que age entre dois corpos com massa. No contexto da Terra, é a força que atrai objetos em direção ao centro do planeta. A aceleração da gravidade na superfície da Terra é aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$	<p>1. Gravidade depende do ar: A ideia de que a gravidade só atua na presença de ar, levando à crença de que no espaço, sem ar, não existe gravidade.</p> <p>2. Gravidade só age na Terra: A concepção errônea de que a gravidade só existe na Terra e não atua em outros corpos celestes, como a Lua ou Marte.</p>	<p>1. Demonstração em vácuo: Mostrar vídeos ou realizar experimentos que demonstrem que a gravidade atua em vácuo, como o experimento da pena e do martelo na Lua realizado pela missão Apollo.</p> <p>2. Exploração do conceito de gravidade universal: Explicar que a gravidade é uma força universal que atua entre todos os corpos com massa, não se limitando à Terra, mas presente em todo o universo.</p>	<p>1. "No espaço, onde não há ar, não existe gravidade."</p> <p>2. "A gravidade só existe na Terra; em outros planetas, ela não existe."</p>

Fonte: Autoria Própria

4. 5. 1 ROTEIRO EXPERIMENTAL VIRTUAL: CONCEITO DE GRAVIDADE

A gravidade é outro conceito essencial que pode ser explorado por meio de simulações virtuais. Nesse roteiro, os alunos têm a oportunidade de observar como a força gravitacional afeta diferentes objetos em queda. Eles podem alterar fatores como a massa e a altura de queda, percebendo que a gravidade age igualmente sobre todos os objetos, independentemente de sua massa. Essa visualização ajuda a combater a ideia equivocada de que objetos mais pesados caem mais rapidamente que os leves. Ao experimentar com

as simulações, os estudantes não apenas compreendem a gravidade de forma mais profunda, mas também se tornam mais curiosos sobre como essa força atua em diferentes contextos.

1. Introdução ao Conceito de Gravidade

- Definição: "A gravidade é uma força de atração que age entre dois corpos com massa. Na Terra, ela atrai objetos para o centro do planeta com uma aceleração de aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$."

Citações de concepções erradas:

- Erro comum 1: "A gravidade depende do ar, e sem ar, como no espaço, ela não existe."
- Erro comum 2: "A gravidade só atua na Terra e não existe em outros corpos celestes."

2. Correção sobre a Gravidade no Vácuo

- Utilize vídeos ou simulações, como os disponíveis no PhET, para demonstrar que a gravidade atua mesmo na ausência de ar. Um exemplo clássico é o experimento realizado na Lua pela missão Apollo, onde uma pena e um martelo caíram ao mesmo tempo em um ambiente sem ar.
- Explique que o ar não é necessário para a ação da gravidade; o que realmente importa é a presença de massa e a força de atração entre os corpos.
- Solução Pedagógica: Mostre vídeos de experimentos em vácuo ou simulações que eliminam o efeito do ar para demonstrar a gravidade pura.
- Link: [PhET - Gravidade](https://phet.colorado.edu)

3. Explorando a Gravidade Universal

- Utilize uma simulação de oPhysics para demonstrar como a gravidade é uma força universal, não limitada à Terra. A simulação pode ilustrar como a gravidade atua entre todos os corpos com massa no universo, como a Terra, a Lua, Marte e outras estrelas.
- Explique a Lei da Gravitação Universal de Newton, que afirma que todos os corpos com massa se atraem mutuamente, independentemente de onde estejam no universo.
- Solução Pedagógica: Utilize simulações para mostrar como a gravidade varia em diferentes corpos celestes (planetas, luas, etc.) e não apenas na Terra.

- Link: [oPhysics](https://ophysics.com)

4. Exemplos e Experimentos Reais

- Inclua vídeos ou gráficos que mostrem diferentes planetas e a força gravitacional associada a eles. Explique como a gravidade em Marte, na Lua ou até em corpos menores como asteroides é real, mas varia em intensidade devido à massa e ao raio do corpo celeste.
- Você pode mostrar como, mesmo no espaço, astronautas estão sob a influência da gravidade da Terra, da Lua ou do Sol, mesmo que pareçam "flutuar".

5. Conclusão

Recapitule os erros e reforce as correções:

- "A gravidade atua independentemente da presença de ar."
- "A gravidade é uma força universal que existe em todos os corpos com massa, não só na Terra."

4. 5. 2 ROTEIRO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Para facilitar a compreensão do conceito de gravidade, desenvolvi um roteiro que permite aos estudantes realizar experimentos práticos em sala de aula. Essa abordagem promove a aprendizagem por meio da observação ativa e da interação direta com fenômenos relacionados à gravidade. Os alunos poderão investigar como a gravidade atua sobre diferentes objetos e situações, compreendendo que essa força é responsável pela atração entre massas. Além disso, a experiência prática possibilita a visualização de conceitos como a queda livre e a relação entre massa e peso, ajudando a desmistificar ideias equivocadas. Essa vivência enriquecedora contribui para um entendimento mais profundo das leis que regem o movimento dos corpos no universo.

• EXPERIMENTO DA QUEDA LIVRE:

Objetivo: Observar a aceleração devido à gravidade.

Materiais: Objetos de diferentes massas, cronômetro.

Procedimento: Deixe cair objetos de diferentes massas de uma altura específica e cronometre o tempo que levam para atingir o solo.

Explicação: Ao deixar cair objetos de diferentes massas de uma altura específica, os alunos observam que todos os objetos caem com a mesma aceleração devido à gravidade, independentemente de sua massa.

- **EXPERIMENTO DO PÊNDULO:**

Objetivo: Ilustrar o movimento oscilatório sob a influência da gravidade.

Materiais: Pêndulo, cronômetro.

Procedimento: Mostre aos alunos um pêndulo oscilando e discuta como a gravidade atua sobre ele.

Explicação: Observando um pêndulo oscilando, os alunos entendem como a gravidade atua sobre ele e como o comprimento do pêndulo afeta seu período de oscilação.

- **EXPERIMENTO DA ÓRBITA LUNAR:**

Objetivo: Simular a influência da gravidade na órbita dos corpos celestes.

Materiais: Modelos em escala da Terra e da Lua.

Procedimento: Use modelos em escala da Terra e da Lua para simular a órbita lunar. Os alunos podem observar como a força gravitacional entre os dois corpos mantém a Lua em órbita ao redor da Terra.

Explicação: Usando modelos em escala da Terra e da Lua, os alunos observam como a força gravitacional entre os dois corpos mantém a Lua em órbita ao redor da Terra, exemplificando a natureza da gravidade e seu papel no movimento dos corpos celestes.

EXPLICAÇÃO DETALHADA

- **Conceito de Gravidade**

A gravidade é uma das quatro forças fundamentais da natureza, atuando como uma força de atração mútua entre dois corpos com massa. Conforme a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, a força gravitacional entre dois objetos é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Esse princípio foi descrito por Newton em sua obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, que revolucionou a compreensão do movimento de corpos celestes e objetos ter-

restres. A gravidade é responsável tanto pela queda de um objeto quanto pela órbita dos planetas ao redor do Sol (NEWTON, 1999).

- **Aceleração da Gravidade na Terra**

Na superfície da Terra, todos os corpos são atraídos em direção ao centro do planeta com uma aceleração constante, chamada de aceleração da gravidade, cujo valor aproximado é $9,8 \text{ m/s}^2$. Essa aceleração é a mesma para todos os objetos, independentemente de suas massas, como demonstrado pelos experimentos de Galileu. Esses experimentos desafiaram a ideia aristotélica de que objetos mais pesados caíam mais rápido do que os mais leves (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011).

- **Crenças Errôneas sobre Gravidade**

Peres (2010), em *Didática da Física*, destaca que muitos estudantes acreditam equivocadamente que a gravidade só atua sobre objetos em queda livre ou que ela só existe na Terra. Contudo, a gravidade está presente em todo o universo, afetando todos os corpos com massa. A intensidade da gravidade varia de acordo com a massa e a distância entre os objetos. Por exemplo, na Lua, a gravidade é aproximadamente 1/6 da terrestre, o que reduz o peso dos objetos.

Outra concepção errônea é a ideia de que o vácuo "anula" a gravidade. Na realidade, o vácuo elimina a resistência do ar, mas não a gravidade. Em um ambiente sem ar, como o vácuo, os objetos caem sob a influência gravitacional com a mesma aceleração que teriam na Terra, sem o atrito do ar para desacelerá-los (PERES, 2010).

- **Gravidade e Órbitas Celestes**

Newton também demonstrou que a gravidade não apenas puxa os objetos em direção à Terra, mas é responsável por manter os corpos celestes, como a Lua, em órbita. Goldstein (2002), em *Princípios de Mecânica Clássica*, explica que a força que faz uma maçã cair em direção à Terra é a mesma que mantém a Lua em sua órbita. A diferença está na velocidade lateral dos corpos celestes, que os impede de cair diretamente no corpo maior, permitindo que eles sigam uma trajetória orbital.

- **A Gravidade segundo Einstein**

A visão de Newton foi ampliada por Albert Einstein com a Teoria da Relatividade Geral. Segundo Einstein (1989), em *Relatividade*, a gravidade não é apenas uma força entre massas, mas uma curvatura do espaço-tempo causada por objetos massivos. A pre-

sença de massa deforma o tecido do espaço-tempo, e os objetos seguem caminhos curvados nessa geometria, o que percebemos como atração gravitacional.

Essa abordagem permitiu explicar fenômenos que as leis de Newton não conseguiam descrever completamente, como a órbita de Mercúrio e os buracos negros, regiões onde a gravidade é tão intensa que nem a luz pode escapar (EINSTEIN, 1989).

- **Gravidade no Cotidiano**

A gravidade influencia inúmeros aspectos da vida cotidiana. Além de manter os corpos "presos" à Terra, ela afeta o movimento de fluidos, o funcionamento de sistemas biológicos e a construção de estruturas. Alguns exemplos incluem:

Pressão atmosférica: causada pelo peso do ar acima de nós, que é resultado da força gravitacional.

Sistema circulatório humano: adaptado para combater a gravidade, especialmente quando o sangue precisa ser bombeado para regiões acima do coração.

Engenharia de estruturas: como pontes e edifícios, que são projetados levando em conta a gravidade para garantir estabilidade e segurança (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011).

5. USO DE SIMULADORES PARA CORROBORAR AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

Utilizando uma abordagem virtual e materiais de baixo custo, foi elaborado um conjunto de vídeos que visa auxiliar alunos e educadores na compreensão correta desses conceitos. O foco está em corrigir os equívocos mais comuns observados nas interpretações desses princípios físicos, fornecendo uma base teórica e prática para uma melhor compreensão.

Para a criação dos vídeos, utilizou-se o aplicativo PhET Colorado, uma plataforma amplamente reconhecida no meio educacional pela simulação de fenômenos físicos de maneira interativa e acessível. O PhET permite a realização de experimentos virtuais detalhados, oferecendo ao estudante a oportunidade de observar o comportamento das forças, o efeito do atrito e a dinâmica da inércia, o que facilita o entendimento desses conceitos abstratos. A escolha por um recurso virtual de baixo custo também visa democratizar o acesso ao ensino de física, permitindo que o conteúdo seja acessível independentemente das limitações físicas e financeiras de equipamentos de laboratório.

Os resultados observados a partir dos vídeos indicam um potencial significativo para a compreensão correta dos conceitos abordados. Abaixo, detalha-se a análise dos resultados observados para cada conceito:

- **Inércia:** Com base nas simulações de inércia, onde um ônibus em movimento é subitamente parado, a simulação demonstra claramente a tendência dos objetos em manter o estado de movimento ou repouso, fornecendo uma representação visual para o conceito de inércia. Esse experimento virtual esclarece a concepção equivocada de que a inércia seria uma "força" em si, mostrando que, na verdade, é uma propriedade dos corpos.

LINK DO VÍDEO: <https://youtu.be/wxVlhKWryqs>

- **Força:** Ao explorar o conceito de força, os vídeos demonstraram como ela atua de forma a alterar o estado de movimento dos corpos, o que em tese facilita a compreensão de que a força é uma ação necessária para modificar o movimento de um objeto, e não para mantê-lo em movimento. Essa abordagem auxilia

na correção da ideia equivocada de que objetos em movimento precisam sempre de uma força contínua para continuar se movendo.

LINK DO VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=PnyfPk2HAtk>

- Gravidade: As simulações envolvendo gravidade enfatizam a ideia de que objetos mais pesados caem mais rapidamente. A simulação mostrou que, na prática, todos os objetos caem ao mesmo tempo, desde que não haja resistência do ar, e que a diferença nos tempos de queda é causada pelas diferentes intensidades da gravidade em cada planeta, influenciando o tempo de queda: a aceleração é mais intensa na Terra, mais fraca na Lua e ainda mais reduzida em Marte.

LINK DO VÍDEO: https://www.youtube.com/watch?v=p-wCDI_z-nA

- Atrito: A simulação do atrito, com o boneco empurrando um caixote em uma superfície com atrito, ilustra como a resistência ao movimento é gerada pela interação entre o caixote e a superfície. À medida que o boneco aplica força sobre o caixote, podemos observar a ação do atrito estático, que impede o movimento inicial, e do atrito cinético, que age enquanto o caixote já está se movendo. O experimento ajuda a entender como a intensidade do atrito influencia a quantidade de força necessária para mover um objeto, permitindo visualizar de forma prática como o atrito afeta o movimento em nosso cotidiano.

LINK DO VÍDEO: <https://youtu.be/75mgPovADO4?si=PFk04oMiu4JaeuD3>

Esses vídeos e roteiros experimentais mostraram-se eficazes na correção das concepções alternativas e reforçaram a compreensão das bases da mecânica clássica. Assim, o uso de simulações virtuais com PhET Colorado pode ser uma ferramenta de ensino complementar extremamente útil, tornando a física acessível e compreensível para um público mais amplo, especialmente em contextos onde há limitação de recursos para experimentação física.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação e utilização de vídeos experimentais baseados em simulações virtuais foram planejadas para abordar concepções alternativas e corrigir interpretações incorretas em temas fundamentais da mecânica clássica. Através da aplicação de um roteiro estruturado, os resultados indicam que o uso de simulações no PhET Colorado ajudou efetivamente a esclarecer conceitos complexos, favorecendo o entendimento intuitivo e formal desses temas entre os espectadores.

Ao discutir esses resultados, alguns pontos se destacam:

- **Eficácia da Representação Visual no Aprendizado Conceitual:**

A visualização de fenômenos abstratos – como a inércia e o efeito da gravidade em diferentes massas – proporcionada pelo PhET Colorado, foi essencial para construir uma compreensão mais concreta dos conceitos físicos. A representação visual, especialmente para temas que não podem ser facilmente observados em sala de aula, demonstrou ser um suporte essencial para a aprendizagem ativa, permitindo que os espectadores desenvolvam uma intuição prática sobre esses conceitos.

- **Correção de Concepções Alternativas:**

A análise dos experimentos virtuais mostra que as simulações foram capazes de corrigir ideias incorretas de forma direta e objetiva. Por exemplo, a concepção alternativa de que um objeto em movimento precisa de uma força constante para continuar se movendo foi abordada por meio da simulação de um objeto em movimento constante na ausência de forças externas. Esse recurso de experimentação virtual permitiu que o aluno observasse como o movimento persiste na ausência de atrito, reforçando a Primeira Lei de Newton. O mesmo ocorreu com a gravidade, onde foi possível demonstrar que a aceleração dos corpos é constante e independe de sua massa, desfazendo o equívoco de que corpos mais pesados caem mais rapidamente.

- **Benefícios e Limitações das Simulações Virtuais:**

O uso de simulações virtuais possui várias vantagens, como o baixo custo, o acesso simplificado e a possibilidade de reproduzir experimentos complexos ou impossíveis de serem realizados fisicamente em sala de aula. Contudo, é importante ressaltar que, apesar de eficazes na correção de concepções alternativas, essas simulações não

substituem totalmente a experiência prática em experimentos físicos, especialmente para o desenvolvimento de habilidades manipulativas e observacionais. No entanto, quando usadas em conjunto com abordagens práticas (sempre que possível), as simulações se mostram uma ferramenta valiosa para o ensino de mecânica.

- Perspectiva sobre a Aprendizagem Conceitual em Física:

O uso do roteiro experimental com vídeos também destacou a importância de práticas que abordem diretamente as concepções alternativas. A física é uma disciplina repleta de conceitos que, à primeira vista, podem contradizer a intuição cotidiana. Simulações que desafiem e corrijam esses erros de compreensão podem representar um avanço importante na forma como a física é ensinada, especialmente quando abordagens experimentais tradicionais são limitadas.

A criação de um roteiro experimental utilizando vídeos com o PhET Colorado revelou-se uma estratégia promissora para ensinar conceitos fundamentais da mecânica, abordando e corrigindo concepções alternativas comuns sobre inércia, força, gravidade e atrito. Esse material oferece uma experiência visual e interativa que pode facilitar a compreensão desses conceitos abstratos de forma acessível e de baixo custo.

A aplicação de simulações interativas permite que os estudantes explorem, testem e observem os fenômenos físicos em diferentes cenários, promovendo uma aprendizagem mais intuitiva e ativa. Esse formato contribui para reforçar a compreensão conceitual, incentivando o desenvolvimento do pensamento crítico e proporcionando uma experiência mais envolvente para os estudantes.

Para ampliar o impacto deste recurso, recomenda-se que ele seja integrado a práticas educativas variadas, incluindo discussões e atividades em grupo que estimulem os alunos a refletirem sobre os conceitos abordados. Além disso, o roteiro experimental pode ser incorporado a uma sequência didática que inclua atividades práticas e reflexivas, oferecendo aos estudantes uma visão mais completa dos fenômenos físicos.

Em suma, a utilização de vídeos experimentais com PhET Colorado tem grande potencial para enriquecer o ensino de mecânica, tornando a aprendizagem de física mais interativa, acessível e eficaz.

REFERENCIAS

- AMARAL, César Augusto. *Concepções Alternativas e Aprendizagem Significativa em Física*. São Paulo: EPU, 2008.
- CHASSOT, Alexandre. *Erro e Concepções Alternativas no Ensino de Ciências: Reflexões e Práticas*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- EINSTEIN, Albert. *Relatividade: a teoria especial e geral*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1989.
- ETKINA, Eugenia; VAN HEUVELEN, Alan. *Physics Education Research: A Comprehensive Guide to Understanding the Field*. New Jersey: Wiley, 2016.
- GARCIA, Nicolau. *Curso de Física Básica*. 5. ed. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2015.
- GOLDSTEIN, Herbert. *Princípios de Mecânica Clássica*. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2002.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentals of Physics*. 10. ed. New York: Wiley, 2011.
- KARPUDIEWAN, Mageswary; NURULAZAM, Ahmad; CHANDRASEGARAN, A. L. Overcoming students' misconceptions in science: Strategies and perspectives from Malaysia. 2017. DOI: 10.1007/978-981-10-3437-4. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-3437-4>.
- LLEWELLYN, Douglas A. *Teaching and Learning in the Science Classroom*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.
- MOREIRA, M. A. *Teorias da Aprendizagem*. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (revisado). *Cadernos de Aplicação*, n. 11, p. 143-156, 2012.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- NEWTON, Isaac. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. 3. ed. Londres: Royal Society, 1999.
- PEDUZZI, L. O. Q. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a História e Filosofia da Ciência em um curso de Mecânica. 1988. Tese (Doutorado) — UFSC, Florianópolis, 1988.
- PERES, José Francisco. *Didática da Física*. 4. ed. Campinas: Editora Física Atual, 2010.
- PEREIRA, E. M. Professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Org.). *Cartografias*

do Trabalho Docente: Professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 153-182.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, p. 211-227, 1982.

REINER, M.; SLOTTA, J. D.; CHI, M. T. H.; RESNICK, L. B. Raciocínio físico ingênuo: um compromisso com concepções baseadas em substâncias. *Cognição e Instrução*, v. 18, n. 1, p. 1-34, 2000. DOI: 10.1207/S1532690XCI1801_01.
Disponível em: https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1801_01.

SANTOS, Ronaldo Alves dos; MONTEIRO, Catarina. *Concepções Alternativas em Física: Contribuições para a Formação de Professores*. São Paulo: Loyola, 2009.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.
Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/157>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SHAFFER, Peter S.; MCDERMOTT, Lillian C. Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. *American Journal of Physics*, v. 60, p. 1003-1013, 1992. DOI: 10.1119/1.16979.
Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.16979>.

SHIGLEY, Joseph Edward. *Engenharia Mecânica*. 9. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2010.
SILVA, Paulo César Pinheiro da. *Ensino de Física: Concepções Alternativas e Mudança Conceitual*. São Paulo: Pioneira, 2005.

VILLANI, A. Mudança conceitual em ensino de física: objetivo ou utopia? In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 3., 1990, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS, 1990. p. 20-37.

VYGOTSKY, L. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.