



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ÁLVARO TAIUÃ DE OLIVEIRA

**USO DE SIMULADOR VIRTUAL PARA A MELHORIA DO APRENDIZADO DO
LANÇAMENTO OBLÍQUO NO ENSINO MÉDIO**

PAU DOS FERROS

2025

Álvaro Taiuã De Oliveira

**USO DE SIMULADOR VIRTUAL PARA A MELHORIA DO APRENDIZADO DO
LANÇAMENTO OBLÍQUO NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Sharon Dantas Da Cunha

PAU DOS FERROS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

048u Oliveira, Álvaro Taiuã de.
 USO DE SIMULADOR VIRTUAL PARA A MELHORIA DO
 APRENDIZADO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO NO ENSINO MÉDIO
 / Álvaro Taiuã de Oliveira. - 2025.
 48 f. : il.

 Orientador: Sharon Dantas da Cunha.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2025.

 1. Simulador virtual. 2. Ensino de Física. 3.
 Lançamento Oblíquo. 4. Tecnologia educacional. 5.
 Aprendizagem interativa. I. Cunha, Sharon Dantas
 da, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

 Biblioteca Campus Pau dos Ferros
 Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
 CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ÁLVARO TAIUÃ DE OLIVEIRA

**USO DE SIMULADOR VIRTUAL PARA A MELHORIA DO APRENDIZADO DO
LANÇAMENTO OBLÍQUO NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 21 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Sharon Dantas da Cunha, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Otávio Floriano Paulino, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Wanderlândia, que me educou desde pequeno, fazendo o papel de pai e mãe, nunca faltou amor aos filhos, ensinou os caminhos certos da vida e sempre incentivou para estudar, que o estudo abre portas em nossas vidas. Além disso, dedico também à minha avó Maria Júlia que sempre esteve presente em minha vida desde meu nascimento até os dias atuais, sempre me apoiando nas minhas decisões e incentivando para seguir em frente em busca dos meus objetivos. Obrigado por tudo, sou extremamente grato a vocês.

AGRADECIMENTOS

A parte dos agradecimentos é sempre complicada, pois a gente sempre vai esquecer de alguém que de maneira direta ou indireta que nos ajudou de alguma forma durante todos esses anos na graduação, mas sei que aqueles que não foram citados, sabem que também fizeram parte da minha trajetória e tem minha eterna gratidão dentro do meu coração por toda a ajuda e colaboração durante o curso.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pai celestial, por toda a força e coragem que o Senhor me deu, que nos momentos de fraqueza e sensação de incapacidade não me deixou desistir, não me deixou abandonar o curso com os impasses no meio do caminho, se eu cheguei até aqui, devo tudo a ti Senhor.

Ademais, agradecer a minha família, em especial minha mãe, Maria Wanderlândia, e minha avó, Maria Júlia, por tudo o apoio do início ao fim da caminhada durante o curso e por sempre acreditarem no meu potencial, sempre me incentivaram do início ao fim, sou extremamente grato por todo o apoio, muito obrigado.

Além disso, gostaria de agradecer ao meu orientador Sharon Dantas da Cunha por ter aceito o desafio de me orientar, por toda a paciência e dedicação durante a realização deste trabalho e por todo o conhecimento transmitido nas disciplinas em que fui seu aluno, mecânica clássica, laboratório de ondas e termodinâmica, eletricidade e magnetismo, óptica e física moderna.

Por último, e não menos importante, gostaria de agradecer aos meus amigos e colegas que me ajudaram durante a graduação, acredito que ninguém se forma sozinho, como diz aquele ditado popular "a união faz força". Júlio César, Felipe Henrique, Diego Nogueira, Leudemberg, toda a equipe Ponteretama e outros que me ajudaram de alguma forma que não foram citados, meus sinceros obrigado!

"Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre."

— Paulo Freire

RESUMO

O uso de simuladores virtuais no ensino oferece inúmeras vantagens para a compreensão dos conteúdos, muitas vezes considerados abstratos e desafiadores pelos alunos. Essas ferramentas permitem criar representações gráficas interativas que ajudam a visualizar fenômenos físicos e a compreender conceitos de forma mais concreta. Este trabalho investigou o uso de um simulador virtual no ensino do lançamento oblíquo para os alunos do ensino médio, analisando sua contribuição para a melhoria da aprendizagem. Para tanto, foi conduzida uma pesquisa, utilizando um aplicativo de mensagens como ferramenta de organização e aplicação das atividades. O estudo contou com três etapas principais: (1) um pré-teste inicial para mensurar os conhecimentos prévios dos alunos; (2) a exibição de um vídeo explicativo detalhando as simulações de lançamento oblíquo; e (3) um pós-teste aplicado via formulários Google para avaliar os avanços na compreensão do tema. Os resultados indicaram que o uso do simulador virtual foi eficaz na ampliação do entendimento dos conceitos relacionados ao lançamento oblíquo. A interação proporcionada pelo simulador permitiu aos alunos visualizar fenômenos físicos abstratos, o que reforçou o aprendizado de maneira significativa. Além disso, a utilização dessa tecnologia tornou o ensino mais dinâmico, contextualizado e compatível com as ferramentas digitais frequentemente usadas pelos alunos, promovendo maior motivação e engajamento. Dessa forma, pode-se afirmar que os simuladores virtuais são ferramentas pedagógicas valiosas para o ensino de física, especialmente em conteúdo que envolvem conceitos complexos e de difícil visualização. Embora existam fatores pontuais que possam influenciar os resultados, o potencial dessa metodologia para melhorar a aprendizagem é evidente.

Palavras-chave: Simulador virtual, Ensino de Física, Lançamento Oblíquo, Tecnologia Educacional, Aprendizagem Interativa.

ABSTRACT

The use of virtual simulators in education offers numerous advantages for understanding content, which is often considered abstract and challenging by students. These tools allow for the creation of interactive graphical representations that help visualize physical phenomena and understand concepts in a more concrete way. This study investigated the use of a virtual simulator in teaching projectile motion to high school students, analyzing its contribution to improving learning. To do so, a research study was conducted using a messaging app as a tool for organizing and applying activities. The study consisted of three main stages: (1) an initial pre-test to measure the students' prior knowledge; (2) the display of a detailed explanatory video outlining the simulations of projectile motion; and (3) a post-test applied through Google Forms to evaluate the progress in understanding the topic. The results indicated that the use of the virtual simulator was effective in enhancing the understanding of concepts related to projectile motion. The interaction provided by the simulator allowed students to visualize abstract physical phenomena, which significantly reinforced learning. Moreover, the use of this technology made teaching more dynamic, contextualized, and compatible with the digital tools frequently used by students, fostering greater motivation and engagement. Thus, it can be stated that virtual simulators are valuable pedagogical tools for teaching physics, especially in content involving complex concepts that are difficult to visualize. Although there are specific factors that may influence the results, the potential of this methodology to improve learning is evident.

Keywords: Virtual Simulator, Physics Education, Oblique Launch, Educational Technology, Interactive Learning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 TECNOLOGIAS DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO NO ENSINO.....	16
3.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA	17
3.3 USO DO SIMULADOR PHET NO ENSINO DE FÍSICA.....	20
3.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	22
3.5 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	23
3.6 CONCEITOS DE LANÇAMENTO DE PROJÉTIL	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 ORGANIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	25
4.2 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
7 REFERENCIAS	43
APÊNDICE 1	45
APÊNDICE 2	47

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Modelo de uma sequência didática.....	25
FIGURA 2: Captura de tela do grupo da turma do whatsapp	27
FUGURA 3: Captura de tela do grupo da turma do whatsapp.....	29
FIGURA 4: Simulador virtual utilizado (phet colorado)	28
FIGURA 5: Captura de tela do vídeo que os alunos tiveram acesso.....	29
FIGURA 6: Estatísticas da primeira pergunta do pré-teste	30
FIGURA 7: Estatísticas da segunda pergunta do pré-teste.....	31
FIGURA 8: Estatísticas da terceira pergunta do pré-teste.....	31
FIGURA 9: Estatísticas da quarta pergunta do pré-teste.....	32
FIGURA 10: Estatísticas da quinta pergunta do pré-teste.....	33
FIGURA 11: Estatísticas da sexta pergunta do pré-teste	34
FIGURA 12: Estatísticas da primeira pergunta do pós-teste.....	35
FIGURA 13: Estatísticas da segunda pergunta do pós-teste	36
FIGURA 14: Estatísticas da quarta pergunta do pós-teste	37
FIGURA 15: Estatísticas da quinta pergunta do pós-teste	38

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Porcentagem global de acertos.....	46
--	----

1 INTRODUÇÃO

A Física, enquanto disciplina fundamental para a compreensão dos fenômenos naturais, apresenta desafios significativos para os estudantes do Ensino Médio, especialmente diante das recentes mudanças curriculares promovidas pelo Novo Ensino Médio no Brasil. As mudanças trouxeram consigo uma nova organização curricular que, embora tenha como objetivo flexibilizar o aprendizado e atender às necessidades individuais dos estudantes, também resultou na redução da carga horária dedicada a algumas disciplinas, incluindo a Física (UGALDE; ROWEDER, 2020). Essa reconfiguração do currículo impactou diretamente a forma como os conteúdos são ministrados, tornando-se ainda mais desafiador proporcionar experiências práticas e aprofundadas dentro das salas de aula. Além do pouco tempo disponível, também é necessário mudar a forma tradicional de ensinar que na maioria das vezes consiste na exposição teórica e na resolução de exercícios, e que muitas vezes não são suficientes para garantir um aprendizado significativo (AUSUBEL, 2003).

Desta forma é necessário usar novas estratégias pedagógicas que possam otimizar o aprendizado dos alunos dentro do tempo disponível, mesmo em condições adversas, o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) é uma alternativa para mudar a forma ensinar, otimizar o tempo disponível e se adequar as novas necessidades da sociedade. Nesse contexto, dentre as várias ferramentas que as TDIC oferecem, os simuladores virtuais surgem para aprimorar a compreensão de conceitos físicos e permitem que os estudantes visualizem fenômenos de maneira interativa e dinâmica (GIL, 2008; MOREIRA, 2011).

Os simuladores virtuais oferecem uma solução eficaz, proporcionando uma experiência mais imersiva e intuitiva para os estudantes, permitindo que eles interajam com conceitos abstratos de maneira dinâmica e experimental (BATISTA, 2019). Segundo Wieman e Perkins (2005), os simuladores não apenas complementam a teoria, mas também favorece a construção do conhecimento ao permitir que os alunos testem hipóteses e observem os resultados em tempo real. Estudos demonstram que a aprendizagem baseada na experimentação digital pode proporcionar ganhos significativos no entendimento conceitual, pois possibilita a exploração de variáveis de forma intuitiva e permitem que os alunos desenvolvam raciocínio crítico e habilidades analíticas (MORAN, 2000). Dentre os vários simuladores disponíveis, o mais conhecido é o da plataforma PhET Colorado, idealizado por Carl Edwin Wieman e desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder. Essa plataforma é amplamente utilizada na educação científica por sua interface intuitiva e capacidade de proporcionar experiências de aprendizado interativas.

Neste contexto os conceitos lançamento oblíquo abordados na Física é um dos temas que frequentemente apresenta dificuldades de compreensão por parte dos alunos, pois exige não apenas a aplicação de conceitos matemáticos, mas também a capacidade de abstração para compreender as trajetórias e interações envolvidas. A abstração envolvida no entendimento das trajetórias parabólicas, das componentes da velocidade e da influência da aceleração gravitacional pode ser um obstáculo significativo no aprendizado (HEWITT, 2012).

Dessa o presente trabalho investigou o uso de um simulador virtuais para a melhoria do aprendizado do lançamento oblíquo no Ensino Médio. Para tal, foi aplicado o experimento virtual movimento de projétil utilizando o simulador PhET Colorado em uma sequência didática estruturada com atividades específicas. O estudo analisou os resultados obtidos a partir das atividades aplicadas em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública localizada no município de Marcelino Vieira, RN, com a finalidade de demonstrar que o uso de simuladores virtuais contribui significativamente para a assimilação do conceito de lançamento oblíquo e a importância das metodologias ativas de ensino no contexto das recentes transformações educacionais, destacando o potencial das ferramentas tecnológicas como aliadas no processo de ensino-aprendizagem da Física.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar o uso de simuladores virtuais no aprendizado do conceito de lançamento oblíquo no Ensino Médio, a partir de uma sequência didática estruturada com atividades específicas discutir a relevância das metodologias ativas de ensino e o papel das ferramentas tecnológicas no processo de ensino-aprendizagem da Física.

2.2 Objetivos específicos

- Propor uma sequência didática com atividades utilizando simulador virtual no ensino de física.
- Analisar a relação teoria e prática dos conceitos de lançamento de projéteis, explorando os benefícios dos simuladores, considerando as dificuldades tradicionais encontradas pelos estudantes.
- Comparar o desempenho dos alunos antes e depois das simulações virtuais baseados nas respostas obtidas.
- Coletar o feedback dos alunos, a fim de saber a opinião sobre simuladores, se melhorou a compreensão ou não.
- Analisar o uso de experimentos virtuais na aprendizagem ativa e colaborativa.
- Avaliar de que maneira as ferramentas digitais podem facilitar a aprendizagem colaborativa, promovendo discussões e trabalhos em grupo.
- Identificar mudanças nas atitudes dos alunos em relação à física, considerando a motivação, interesse e autoeficácia no aprendizado da disciplina.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Tecnologias da comunicação e informação no ensino

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) têm desempenhado um papel fundamental na transformação do ensino, oferecendo novas possibilidades para o aprendizado e facilitando a interação entre professores e alunos. Segundo Moran (2013), a evolução das TDICs não apenas alterou a forma como as informações são disseminadas, mas também proporcionou novas metodologias de ensino que favorecem a aprendizagem significativa. Esse avanço tecnológico, que inclui o uso de plataformas digitais, simuladores e recursos interativos, permite que os estudantes tenham uma compreensão mais ampla dos conceitos teóricos por meio da experimentação virtual.

A aplicação das TDICs no ensino de Física não se limita apenas à exposição de conteúdos digitais, mas está diretamente relacionada ao desenvolvimento da aprendizagem ativa e interativa. Hewitt (2012) destaca que um dos maiores desafios no ensino de Física é a necessidade de tornar conceitos abstratos mais concretos para os alunos, já que as explicações tradicionais baseadas apenas em livros didáticos e lousa não são suficientes para despertar o interesse dos estudantes e promover um entendimento profundo dos fenômenos naturais. Segundo Redish (2003), a interatividade proporcionada por ferramentas digitais melhora o engajamento dos alunos, pois permite que eles explorem as leis da Física de forma prática e intuitiva. Já Valente (2005) diz que as TDICs possibilitam a criação de ambientes de aprendizagem mais flexíveis, nos quais o estudante pode acessar materiais digitais, assistir a vídeos explicativos, realizar simulações interativas e até mesmo participar de fóruns de discussão para sanar dúvidas. Em locais onde os recursos tecnológicos são limitados, Moran (2013) sugere que os professores utilizem soluções mais acessíveis, como o uso de simuladores gratuitos, vídeos educativos e até mesmo redes sociais para a troca de informações e atividades complementares. Além disso, Moran (2000) ressalta que o uso das TDICs no ensino possibilita a adaptação dos materiais didáticos ao perfil de cada aluno, promovendo uma aprendizagem mais personalizada. Desta forma, as TDICs proporcionam um ensino mais dinâmico, e em particular, as simulações e experimentos virtuais permitem que os alunos observem, manipulem e testem diferentes variáveis dentro de um determinado fenômeno físico.

Apesar dos benefícios, a implementação efetiva das TDIC no ensino de Física enfrenta alguns desafios. Um dos principais entraves é a capacitação dos professores para utilizar essas ferramentas de maneira eficiente. De acordo com Moreira (2011), muitos docentes ainda

enfrentam dificuldades para incorporar as TDIC em suas práticas pedagógicas, seja por falta de formação específica ou por resistência à adoção de novas metodologias. Outro desafio é a infraestrutura tecnológica das escolas. Segundo Zamora (2021), em muitas instituições de ensino públicas e privadas, o acesso a equipamentos adequados, como computadores e internet de qualidade, ainda é limitado, o que dificulta a aplicação de metodologias baseadas em tecnologia. Além disso, nem todos os alunos possuem dispositivos eletrônicos em casa, o que pode criar uma desigualdade no acesso às ferramentas digitais. Assim, torna-se essencial que educadores e gestores escolares busquem maneiras de integrar as TDIC de forma eficiente ao ensino, garantindo que os alunos tenham acesso a metodologias inovadoras que complementem o ensino tradicional.

Com a implementação do Novo Ensino Médio no Brasil, muitas disciplinas tiveram uma redução significativa na carga horária, o que afetou a profundidade com que os conteúdos são abordados em sala de aula. Segundo a Revista Educação Pública (2023), essa mudança trouxe desafios para o ensino de Ciências da Natureza, pois há menos tempo disponível para realizar experimentos práticos e aprofundar discussões conceituais. Nesse cenário, as TDIC surgem como uma solução viável para otimizar o aprendizado, permitindo que os alunos interajam com os conteúdos de forma autônoma e complementar ao ensino tradicional. O uso das simulações computacionais foi importante para o desenvolvimento deste trabalho, em especial para a melhoria da aprendizagem do lançamento oblíquo, que exige a compreensão simultânea de conceitos como velocidade inicial, ângulo de lançamento, resistência do ar e aceleração gravitacional. No próximo tópico, abordaremos os Objetos de Aprendizagem, que desempenham um papel fundamental na utilização das TDIC para melhorar a compreensão dos conteúdos de Física.

3.2 Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são recursos digitais ou físicos utilizados para auxiliar no ensino e na aprendizagem, proporcionando uma forma interativa e dinâmica de explorar conteúdos educacionais. De acordo com Wiley (2000), os OA podem ser definidos como qualquer recurso digital reutilizável, projetado para apoiar o aprendizado. No contexto da educação científica, especialmente no ensino de Física, esses objetos desempenham um papel fundamental ao permitir que os alunos visualizem e interajam com conceitos abstratos de forma concreta e experimental. Esses recursos podem assumir diferentes formatos, como vídeos educativos, animações, simulações interativas, jogos didáticos, softwares e até

experimentos virtuais. Uma característica essencial desses objetos é a modularidade, ou seja, eles podem ser utilizados de maneira independente ou combinados com outros materiais didáticos para construir sequências de aprendizagem mais completas (SILVA et al., 2016).

Segundo Filatro e Piconez (2004), os OA devem apresentar algumas propriedades essenciais para serem eficazes no processo educacional:

- Reusabilidade: podem ser aplicados em diferentes contextos educacionais e disciplinas.
- Interoperabilidade: devem ser compatíveis com diversos dispositivos e plataformas de ensino.
- Modularidade: podem ser combinados para formar estruturas mais complexas de ensino.
- Acessibilidade: devem ser facilmente acessíveis por alunos e professores, independentemente da infraestrutura disponível.

Essas características tornam os OA ferramentas poderosas no ensino de Física, pois permitem que conceitos teóricos sejam explorados de maneira visual e prática, reduzindo a abstração, facilitando a compreensão dos alunos e demonstrando fenômenos que seriam difíceis de observar em um ambiente tradicional de sala de aula. De acordo com Santos e Gaspar (2019), muitos conceitos físicos, como o lançamento oblíquo, a eletricidade e a mecânica dos fluidos, são difíceis de serem compreendidos apenas por meio de equações matemáticas e descrições teóricas, e os OA desempenham um papel crucial ao oferecer uma experiência visual e interativa para os alunos. Por exemplo, simuladores computacionais, como os disponíveis na plataforma PhETInteractiveSimulations, permitem que os estudantes ajustem variáveis como velocidade inicial, ângulo de lançamento e resistência do ar em experimentos virtuais de lançamento oblíquo, possibilitando uma compreensão mais aprofundada dos efeitos dessas variáveis no movimento do projétil (PERKINS et al., 2006).

Outro exemplo são os vídeos educacionais interativos, que permitem que os alunos pausem, voltem e testem diferentes cenários de um experimento. Segundo Moran (2013), essa abordagem interativa estimula a aprendizagem ativa, pois os alunos passam de meros espectadores para agentes ativos do próprio aprendizado. Além disso, aplicativos e jogos educativos, como Khan Academy e Algodoo, oferecem recursos interativos para explorar conceitos físicos, permitindo que os alunos testem hipóteses e analisem diferentes resultados de maneira intuitiva (REDEL-MACIAS et al., 2020).

O uso de OA no ensino de Física apresenta diversas vantagens, entre elas:

- Facilidade de Visualização: Muitos conceitos abstratos tornam-se mais concretos quando apresentados de forma visual e interativa (ZANETIC, 2012).
- Engajamento e Motivação: O uso de ferramentas digitais torna o aprendizado mais dinâmico e envolvente, aumentando o interesse dos alunos pela disciplina (MOREIRA, 2011).
- Flexibilidade: Os OAs podem ser utilizados tanto em sala de aula quanto no ensino remoto, permitindo que os alunos explorem os conteúdos em seu próprio ritmo (VALENTE, 2005).
- Apoio ao Ensino Diferenciado: Diferentes estilos de aprendizado podem ser atendidos, visto que os OA podem apresentar informações em múltiplos formatos (SILVA et al., 2016).

Entretanto, a implementação eficaz dos Objetos de Aprendizagem ainda enfrenta desafios, como:

- Capacitação Docente: Muitos professores não possuem formação específica para integrar os OAs em suas práticas pedagógicas (SANTOS & GASPAR, 2019).
- Infraestrutura Escolar: Em muitas escolas, especialmente na rede pública, a falta de acesso a equipamentos adequados e conexão à internet limita o uso dessas ferramentas (ZAMORA, 2021).
- Qualidade e Curadoria: Nem todos os OAs disponíveis na internet são pedagogicamente adequados, exigindo uma seleção criteriosa por parte dos educadores (FILATRO & PICONEZ, 2004).

Os Objetos de Aprendizagem representam uma revolução no ensino de Física, pois permitem que os alunos interajam com os conceitos teóricos de forma mais prática e intuitiva. Ferramentas como simuladores, vídeos interativos e aplicativos educativos contribuem para uma melhor compreensão de fenômenos físicos e podem ser utilizados como complementos ao ensino tradicional. No entanto, desafios como a capacitação dos professores e a infraestrutura limitada das escolas ainda precisam ser superados para que o uso dos OAs seja amplamente eficaz.

3.3 Uso do Simulador PhET no Ensino de Física

Um dos laboratórios virtuais mais utilizados é oPhET Interactive Simulationsque é uma plataforma de simulações interativas desenvolvida pelo *PhET Project*, fundado em 2002 na Universidade do Colorado em Boulder, Estados Unidos. O projeto foi idealizado pelo físico e ganhador do Prêmio Nobel, Carl Wieman, com o objetivo de melhorar o ensino de ciências e matemática por meio de simulações interativas de fácil acesso e uso intuitivo (WIEMAN et al., 2008).As simulações do PhET são desenvolvidas com base em pesquisas sobre ensino e aprendizagem, focando na exploração ativa e na construção do conhecimento pelos estudantes. Além disso, os simuladores seguem princípios de usabilidade e design interativo que permitem a personalização dos experimentos virtuais, tornando o aprendizado mais acessível para diferentes estilos de ensino e aprendizagem (ADAMS et al., 2014).

O PhET oferece diversas vantagens no ensino de Física, especialmente ao abordar conceitos que podem ser abstratos ou de difícil visualização. Entre os principais benefícios, destacam-se:

- Visualização interativa de fenômenos físicos: O simulador permite que os alunos experimentem e observem fenômenos físicos sem a necessidade de equipamentos laboratoriais, o que é especialmente útil em escolas com infraestrutura limitada (PERKINS et al., 2006).
- Autonomia no aprendizado: Os estudantes podem explorar diferentes cenários, ajustando variáveis como velocidade, força, aceleração e ângulo, favorecendo a aprendizagem baseada na investigação (WIEMAN et al., 2010).
- Maior engajamento: A interatividade e o design intuitivo tornam as aulas mais dinâmicas, estimulando o interesse dos alunos e tornando a Física mais acessível (DE JONG; VAN JOOZEN, 2013).
- Apoio ao ensino híbrido: O PhET pode ser utilizado tanto em sala de aula, para reforço e demonstrações, quanto no ensino remoto, permitindo que os alunos realizem experimentos virtuais em casa (SENKO et al., 2019).
- Apoio a diferentes estilos de aprendizagem: As simulações atendem alunos que aprendem melhor por meio da experimentação prática, bem como aqueles que preferem observação e análise de dados (NIELSEN; MILLER, 2021).

Diversas pesquisas científicas têm investigado os impactos do uso do PhET no ensino de Física e outras disciplinas. Estudos mostram que o uso de simulações interativas pode melhorar significativamente a compreensão conceitual dos alunos e aumentar sua motivação para aprender ciências. Segundo Wieman e Perkins (2005), o uso do PhET pode ser mais eficaz do que abordagens tradicionais, pois os alunos que utilizam as simulações apresentam melhor retenção do conhecimento e maior capacidade de aplicar conceitos físicos em novas situações. Um estudo de Finkelstein et al. (2005) comparou o desempenho de estudantes que usaram simulações do PhET com aqueles que realizaram experimentos tradicionais em laboratório, concluindo que os alunos que usaram o PhET desenvolveram uma compreensão conceitual mais sólida dos fenômenos estudados. Além disso, Adams et al. (2008) destacam que o PhET permite uma aprendizagem mais profunda ao proporcionar uma experiência de exploração ativa, onde os estudantes podem testar hipóteses, visualizar resultados em tempo real e ajustar parâmetros para verificar diferentes cenários físicos.

No ensino do lançamento oblíquo, o PhET oferece uma simulação específica que permite aos alunos interagir com diferentes variáveis do movimento, como velocidade inicial, ângulo de lançamento, resistência do ar e aceleração da gravidade. Com isso, os estudantes conseguem observar, de maneira intuitiva, como essas variáveis afetam a trajetória do projétil. Estudos como o de Becker e Kehoe (2017) mostram que o uso de simuladores no ensino do lançamento oblíquo pode ajudar os alunos a superar dificuldades conceituais comuns, como a separação das componentes horizontal e vertical do movimento e a compreensão da independência entre elas. Além disso, a pesquisa de Su et al. (2019) aponta que alunos que utilizaram o PhET no estudo de lançamento oblíquo apresentaram um aumento no desempenho em testes conceituais em comparação com aqueles que estudaram apenas por meio de aulas expositivas, outro fator relevante é que a simulação permite que os estudantes desenvolvam experimentos virtuais, ajustando parâmetros e analisando dados de forma independente, o que está alinhado com metodologias de ensino baseadas em aprendizagem ativa e construtivista (HENSEL et al., 2020). Com base nos estudos analisados, fica evidente que o uso do PhET pode melhorar a compreensão conceitual, aumentar o engajamento dos alunos e auxiliar no desenvolvimento de habilidades analíticas. Dessa forma, a integração dessa ferramenta ao ensino da Física representa um avanço significativo na modernização do ensino e na promoção de metodologias ativas de aprendizagem.

3.4 Sequência Didática

A sequência didática é um conjunto organizado de atividades pedagógicas que visam desenvolver um determinado conteúdo ou habilidade de forma estruturada e progressiva. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), a sequência didática é um recurso essencial no ensino, pois permite planejar e organizar o aprendizado dos alunos em etapas coerentes, facilitando a assimilação dos conceitos de maneira gradual. Segundo Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97), uma sequência didática geralmente segue uma estrutura composta por quatro fases principais:

- Apresentação da Situação-Problema: Introdução do tema a ser trabalhado, levantando questionamentos e estimulando a curiosidade dos alunos.
- Desenvolvimento das Atividades: Aplicação de diferentes estratégias didáticas, como experimentos, simulações, discussões e exercícios.
- Sistematização do Conhecimento: Reflexão e organização das informações adquiridas ao longo da sequência, permitindo que os alunos consolidem seus aprendizados.
- Avaliação e Aplicação: Verificação do aprendizado por meio de testes, debates ou atividades práticas que demonstrem a compreensão do conteúdo.

Esse modelo de organização favorece uma aprendizagem significativa, pois respeita o ritmo dos estudantes e possibilita um acompanhamento mais eficiente do desenvolvimento cognitivo de cada um (MACHADO, 2012).

A organização pedagógica, por meio de sequências didáticas bem estruturadas, é essencial para tornar o aprendizado de física mais acessível e eficiente, diminuindo a complexidade dos conceitos e a abstração presentes no entendimento de determinados fenômenos e situações. Segundo Zabala (1998), a estruturação do ensino em sequências didáticas permite que os alunos avancem de forma progressiva no entendimento dos conceitos, evitando a simples memorização e promovendo uma aprendizagem ativa. Além disso, uma organização pedagógica bem planejada:

- Facilita a construção do conhecimento: A divisão do conteúdo em etapas permite que os alunos desenvolvam a compreensão dos conceitos físicos de maneira gradual, reduzindo a sobrecarga cognitiva.

- Aumenta o engajamento: Quando os alunos percebem uma lógica na progressão das atividades, tornam-se mais motivados a participar ativamente do processo de aprendizagem.
- Permite a diversificação de metodologias: A estrutura da sequência didática possibilita a utilização de diferentes estratégias, como experimentos práticos, simulações, debates e resolução de problemas.
- Melhora a retenção do conhecimento: A aprendizagem se torna mais significativa quando o conteúdo é apresentado de maneira contextualizada e integrada.

Dessa forma, a SD é um instrumento fundamental para a construção de aulas mais dinâmicas e eficazes no ensino de Física, especialmente ao abordar temas que envolvem cálculos matemáticos e conceitos abstratos (SILVA; OLIVEIRA, 2015). Neste trabalho, a SD desempenhou um papel fundamental na organização do ensino de Física, permitindo que os conceitos sejam trabalhados de maneira progressiva e estruturada. Quando associada a simuladores virtuais, como o PhET, essa abordagem potencializa o aprendizado ao oferecer aos alunos a oportunidade de experimentar e visualizar os fenômenos físicos de forma interativa. A integração de tecnologias educacionais na estruturação de sequências didáticas representa um avanço significativo no ensino de Física, tornando-o mais dinâmico, acessível e eficaz para os estudantes.

3.5 Aprendizagem Significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel, propõe que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando novas informações se conectam a conhecimentos prévios do estudante (AUSUBEL, 2003). Diferente da aprendizagem mecânica, que se baseia apenas na memorização, a aprendizagem significativa envolve a assimilação ativa e a reestruturação do conhecimento existente.

No contexto do ensino de Física, o uso de simuladores virtuais pode ser um poderoso recurso para promover a aprendizagem significativa. Ao permitir que os alunos interajam com conceitos abstratos por meio de representações visuais e dinâmicas, os simuladores facilitam a compreensão e a retenção do conhecimento (MOREIRA, 2012). No caso do lançamento oblíquo, os estudantes podem experimentar diversas condições iniciais e observar, em tempo real, as variações no comportamento do projétil, reforçando assim os conceitos aprendidos.

3.6 Conceitos de Lançamento de Projétil

O lançamento de projétil é um dos temas fundamentais da Cinemática e pode ser descrito como o movimento de um corpo que é lançado e segue uma trajetória influenciada apenas pela aceleração da gravidade, desconsiderando a resistência do ar (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2011). Esse tipo de movimento pode ser dividido em dois componentes independentes:

- Movimento Horizontal: Descrito por um movimento retilíneo uniforme (MRU), onde a velocidade se mantém constante devido à ausência de forças atuando na direção horizontal (desconsiderando o atrito do ar) (TIPLER; MOSCA, 2009).
- Movimento Vertical: Descrito por um movimento uniformemente variado (MUV), onde a aceleração da gravidade atua para alterar a velocidade do projétil ao longo do tempo (YOUNG; FREEDMAN, 2014).

A combinação desses dois movimentos resulta em uma trajetória parabólica. As equações que governam esse fenômeno são derivadas das equações do MRU e do MUV, permitindo a determinação de grandezas como alcance, altura máxima e tempo de voo.

A utilização de simuladores virtuais pode facilitar a compreensão desses conceitos, pois possibilita a manipulação de variáveis como ângulo de lançamento, velocidade inicial e gravidade, proporcionando uma experiência interativa e exploratória para os alunos (KELLER; FREDERIKSEN, 1984).

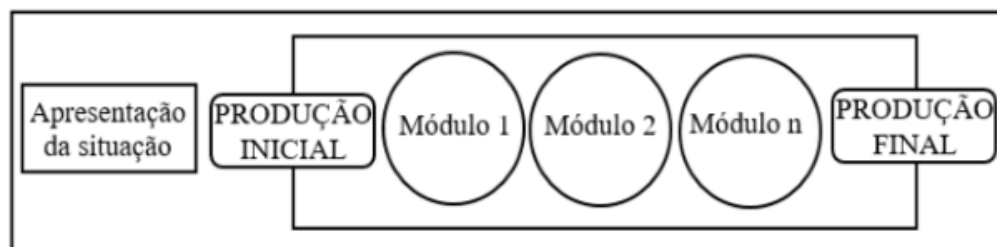
4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi feita uma pesquisa qualitativa com alunos do ensino médio para avaliar o uso de simuladores virtuais na compreensão dos conceitos de lançamento oblíquo. A amostra da pesquisa foi composta por 23 alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública localizada na cidade de Marcelino Vieira / Rio Grande do Norte. A escolha desta turma pois era a maior da escola em termos de quantidade de alunos e por ser o último ano do ensino médio. Além disso, esses alunos iriam realizar o ENEM (Exame nacional do ensino médio).

4.1 Organização da Sequência Didática

A organização da sequência didática deste trabalho seguiu uma abordagem baseada nos modelos propostos na literatura e adaptada para o ensino remoto e digital. Seguindo o modelo de Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004), figura 1, foi estruturada sequência didática nas seguintes fases:

Figura 1: Modelo de uma sequência didática



Fonte: Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97).

1. Apresentação do Tema e Diagnóstico Inicial:
 - Introdução ao conceito de lançamento oblíquo por meio de exemplos do cotidiano (esportes, arremessos, balística, etc.).
 - Aplicação de um pré-teste para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema.
2. Exploração e Manipulação do Simulador PhET:
 - Demonstração do simulador *Projectile Motion* do PhET Colorado.

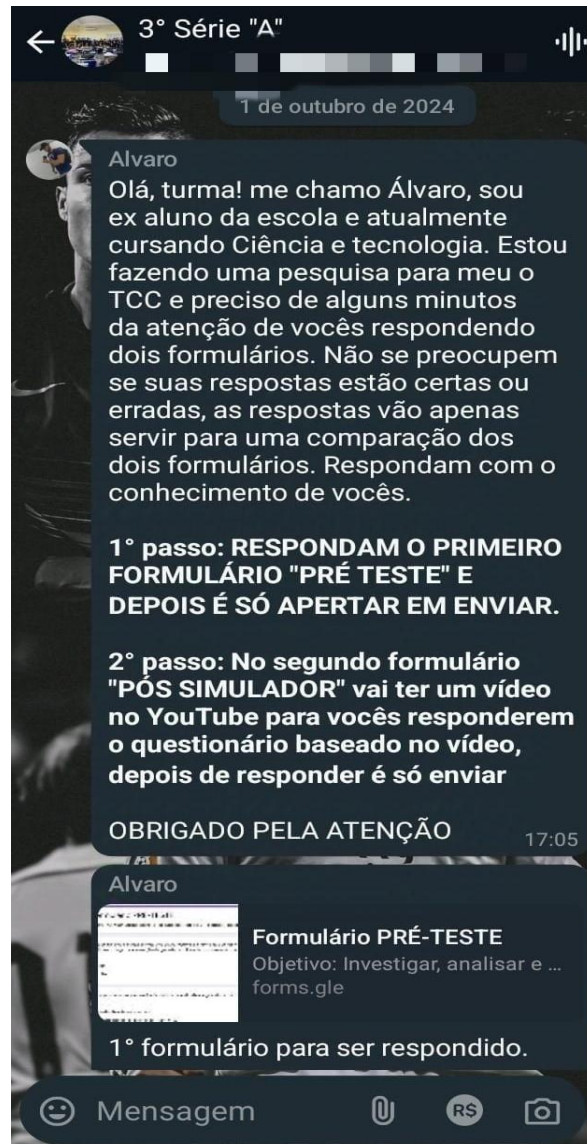
- Explicação das variáveis envolvidas: velocidade inicial, ângulo de lançamento, resistência do ar e aceleração da gravidade.
 - Atividades práticas com os alunos manipulando o simulador para explorar diferentes cenários e registrar observações.
3. Análise e Sistematização do Conhecimento:
- Discussão dos resultados obtidos no simulador e comparação com previsões teóricas.
 - Resolução de exercícios baseados nas equações do lançamento oblíquo, relacionando-os aos experimentos virtuais realizados.
4. Avaliação e Reflexão Final:
- Aplicação de um pós-teste para avaliar a evolução da aprendizagem.
 - Questionário sobre a experiência dos alunos com o uso do simulador e percepção do aprendizado.

4.2 Etapas da Sequência Didática

Após fazer o contato com o professor responsável pela turma para apresentar os objetivos da pesquisa, obtive a autorização para realizar o experimento com os alunos, e fui adicionado ao grupo do WhatsApp da turma. Antes do contato dos alunos com o simulador virtual, foi disponibilizado um link para um formulário no Google Forms contendo um conjunto de perguntas (pré-teste) que teve como objetivo avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de lançamento oblíquo, como influência do peso, altura máxima e alcance do projétil, bem como a influência do ângulo de lançamento. Logo após a realização do pré-teste, foi disponibilizado no grupo um link para um vídeo explicativo contendo o simulador virtual. O vídeo apresentava as principais características do simulador, incluindo a influência de variáveis como peso e ângulo no lançamento oblíquo. Essa intervenção teve como objetivo proporcionar aos alunos uma experiência visual e interativa para compreenderem melhor os conceitos. Após a introdução ao simulador virtual, foi enviado um segundo link para um novo formulário Google Forms (pós-teste) que continha questões semelhantes às do pré-teste e tinha como objetivo avaliar o nível de compreensão dos alunos após o uso do simulador. As respostas do pós-teste foram comparadas às do pré-teste para verificar a evolução no entendimento dos conceitos abordados. Na figura 2 e 3 mostra a captura de tela do grupo do WhatsApp da turma com as instruções detalhadas sobre o

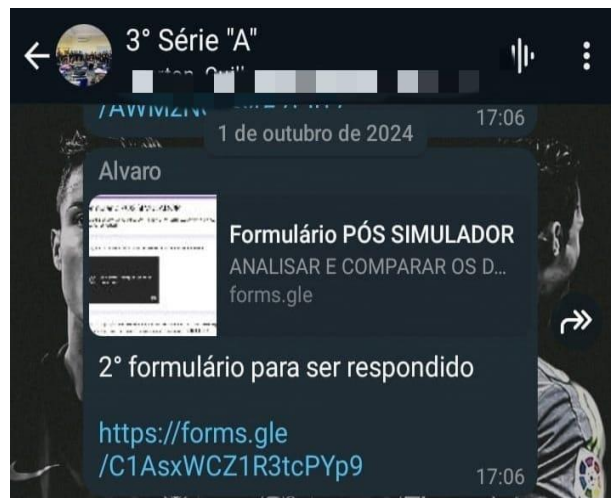
experimento e a sequência de passos que deveriam ser seguidos. A comunicação foi clara e direta, garantindo que todos compreendessem as etapas que deveriam seguir.

FIGURA 2: Captura de tela do grupo da turma do WhatsApp



Fonte: Autoria própria

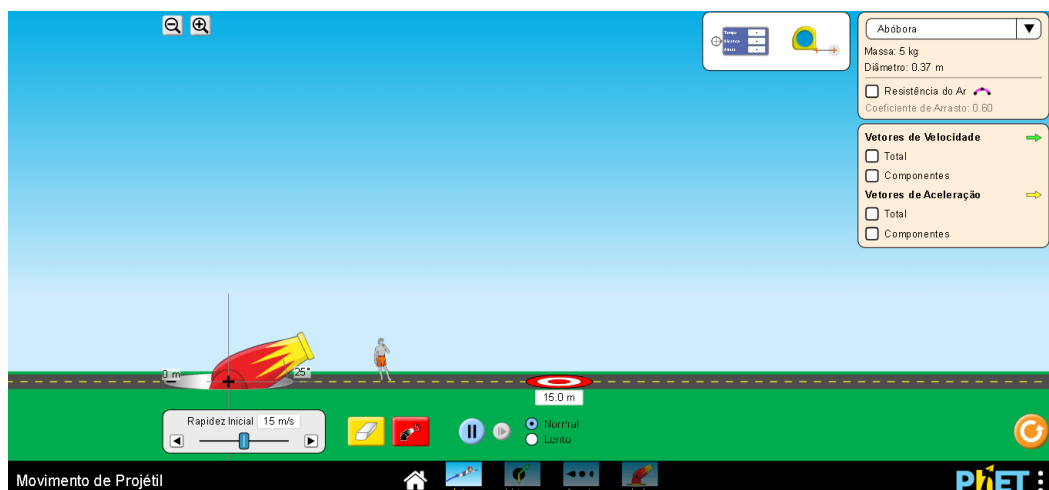
FIGURA 3: Captura de tela do grupo do WhatsApp da turma



Fonte: autoria própria

A figura 4 mostra o ambiente de trabalho do simulador PhET para o movimento de projéteis, e a figura 5, uma cópia da tela do vídeo que foi disponibilizado para os alunos. No vídeo foi apresentado o simulador em que foram realizados lançamentos oblíquos alterando variáveis como peso e ângulo de lançamento

FIGURA 4: Simulador virtual utilizado (PhET colorado)



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_all.html?locale=pt_BR

FIGURA 5: Captura de tela do vídeo



Disponível em: <https://youtu.be/Qs7kYBkvOOQ>

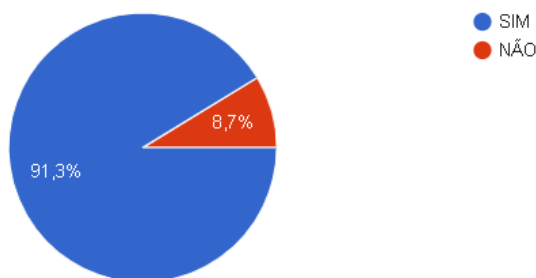
Para avaliar a eficácia dos simuladores virtuais na compreensão dos conceitos de lançamento oblíquo, foi adotada uma abordagem quantitativa. A análise de dados baseou-se nos resultados obtidos em dois momentos distintos: o pré-teste, aplicado antes da utilização dos simuladores, e o pós-teste, realizado após a experiência com o simulador. O pré-teste foi composto por 6 questões de múltiplas escolhas, com foco na verificação do conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. As perguntas e opções de respostas do pré-teste está disponível no Apêndice 1. O pós-teste, com a mesma quantidade e nível de dificuldade, foi composto por 8 questões (4 qualitativas e 4 quantitativas) e o seu objetivo foi identificar as melhorias na compreensão. As perguntas e opções de respostas do pós-teste está disponível no Apêndice 2.

Em resumo, a SD deste trabalho utilizou o formulário do Google Forms para a criação e coleta de dados do pré-teste e pós-teste, um vídeo gravado pelo autor deste trabalho disponibilizado no Youtube para mostrar o funcionamento do simulador usando diferentes parâmetros, e o WhatsApp, utilizado como plataforma de comunicação para orientar os alunos durante o experimento e fornecer os links para os materiais. Esses passos garantiram a organização e a eficiência da coleta de dados, assegurando que o experimento fosse realizado de maneira clara e acessível aos participantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática utilizada com a turma de alunos iniciou com um pré-teste, e a primeira pergunta do pré-teste: “Você chuta uma bola que atinge uma altura máxima de 4 metros e chega no pé do seu colega. A aceleração da gravidade influencia no movimento da bola? ”. Essa pergunta questiona os alunos sobre a influência da aceleração da gravidade no movimento de uma bola chutada, que atinge uma altura máxima de 4 metros e chega ao pé de um colega. A figura 6 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta e dos 23 participantes, 91,3% responderam que sim, a aceleração da gravidade influencia o movimento, enquanto 8,7% responderam que não.

FIGURA 6: Estatísticas da primeira pergunta do pré-teste.

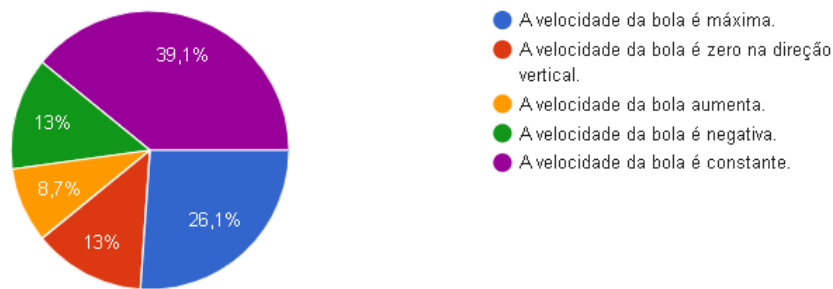


Fonte: Google Forms.

Esse resultado demonstra que a maioria dos alunos já possui uma compreensão intuitiva sobre o papel da gravidade em movimentos parabólicos, como o lançamento de um projétil. Contudo, o percentual de respostas incorretas (8,7%) evidencia que ainda há alunos com dificuldades em relacionar a gravidade como uma força constante que afeta a trajetória e o comportamento de um projétil. Isso destaca a necessidade de uma intervenção pedagógica mais aprofundada, como a utilização de simuladores virtuais, para esclarecer conceitos fundamentais da física.

A segunda pergunta do pré-teste foi: “O que acontece com a velocidade da bola quando ela atinge a altura máxima? ”. Essa pergunta indagou os alunos sobre o comportamento da velocidade da bola no instante em que ela atinge a altura máxima. A figura 7 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta que revelaram uma ampla dispersão de concepções entre os participantes: 39,1% afirmaram que a velocidade da bola é constante, 13% disseram que a velocidade da bola é negativa, 8,7% acreditavam que a velocidade aumenta, 26,1% indicaram que a velocidade é máxima e apenas 13% responderam corretamente que a velocidade da bola é zero na direção vertical.

FIGURA 7: Estatísticas da segunda pergunta do pré-teste.

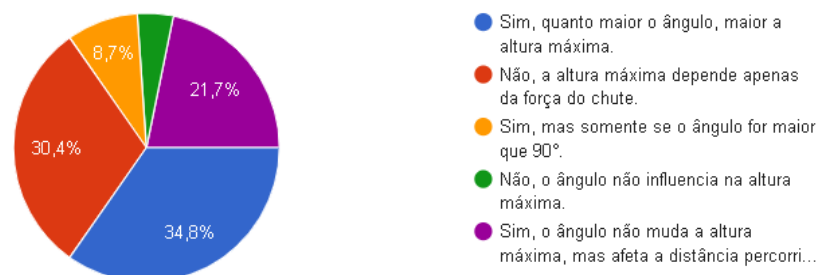


Fonte: Google Forms.

Esses resultados evidenciam uma significativa dificuldade conceitual entre os alunos em compreender a variação da velocidade em movimentos verticais. A maioria das respostas incorretas (39,1% acreditando que a velocidade é constante) reflete uma visão equivocada do comportamento dinâmico de projéteis, possivelmente influenciada por associações inadequadas com movimentos retilíneos uniformes. Além disso, a alta porcentagem de respostas indicando que a velocidade aumenta ou é máxima demonstra uma confusão entre os conceitos de altura máxima e energia cinética.

A terceira pergunta foi: “O ângulo é a medida que a bola faz no início da trajetória em relação ao chão. Suponha que você consiga aplicar o mesmo chute. O ângulo que a bola faz ao sair influencia na altura máxima que ela atinge? ”. Ela avaliou o entendimento dos alunos sobre a influência do ângulo de lançamento na altura máxima atingida pela bola. A figura 8 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta que foram distribuídas da seguinte forma: 34,8% afirmaram corretamente que "Sim, quanto maior o ângulo, maior a altura máxima"; 30,4% indicaram que "Não, a altura máxima depende apenas da força do chute"; 8,7% acreditavam que "Sim, mas somente se o ângulo for maior que 90°"; 4,3% defenderam que "Não, o ângulo não influencia na altura máxima"; e 21,7% disseram que "Sim, o ângulo não muda a altura máxima, mas afeta a distância percorrida".

FIGURA 8: Estatísticas da terceira pergunta do pré-teste

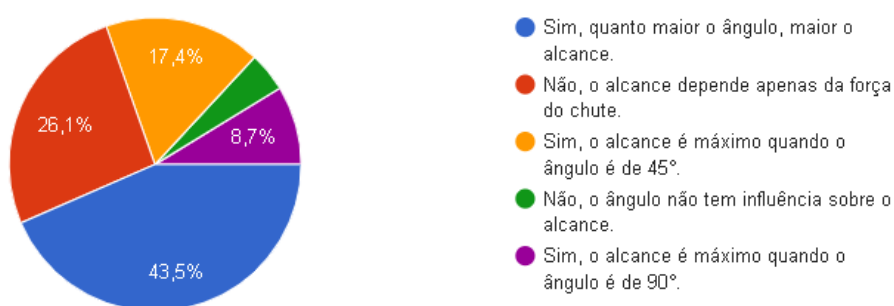


Fonte: Google Forms.

Embora 34,8% dos alunos tenham identificado corretamente a relação entre o ângulo de lançamento e a altura máxima, a maioria (65,2%) demonstrou dificuldades em compreender o papel do ângulo no movimento parabólico. As respostas equivocadas refletem diferentes níveis de incompreensão, como a percepção de que a força aplicada seria o único fator determinante (30,4%), a ideia errônea de que um ângulo superior a 90° influenciaria o movimento (8,7%) e a confusão sobre a relação entre ângulo, altura máxima e alcance (21,7%).

A quarta pergunta do pré-teste foi: “O ângulo que a bola faz ao sair, influencia no alcance da bola?”. Essa pergunta buscou investigar a compreensão dos alunos sobre a influência do ângulo de lançamento no alcance da bola. A figura 9 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta que revelaram uma diversidade de percepções: 43,5% afirmaram que “Sim, quanto maior o ângulo, maior o alcance”; 26,1% disseram que “Não, o alcance depende apenas da força do chute”; 17,4% responderam corretamente que “Sim, o alcance é máximo quando o ângulo é de 45° ”; 8,7% consideraram que “Não, o ângulo não tem influência sobre o alcance”; e 4,3% indicaram que “Sim, o alcance é máximo quando o ângulo é de 90° ”.

FIGURA 9: Estatísticas da quarta pergunta do pré-teste

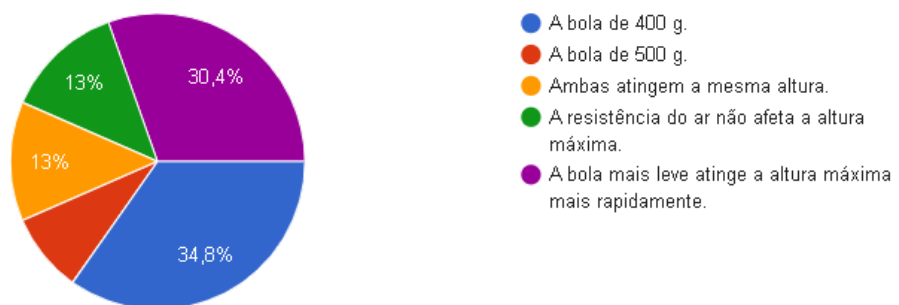


Fonte: Google Forms.

Apenas 17,4% dos alunos demonstraram compreensão adequada sobre a relação entre o ângulo de lançamento e o alcance, reconhecendo que o alcance é máximo quando o ângulo é de 45° . A maioria das respostas incorretas (43,5%) reflete a percepção equivocada de que o alcance aumenta indefinidamente com o ângulo, ignorando a dependência da trajetória do projétil em relação às componentes vertical e horizontal da velocidade inicial. Além disso, 26,1% dos alunos acreditaram erroneamente que o alcance é determinado apenas pela força aplicada, sem considerar a influência do ângulo, e 4,3% apresentaram a ideia equivocada de que o alcance seria máximo em um ângulo de 90° , confundindo altura máxima com alcance horizontal.

A quinta pergunta foi: “Pense que você consegue aplicar o mesmo chute em duas bolas de massas diferentes (uma com 400 g e outra com 500 g). Qual bola atinge a maior altura, considerando a resistência do ar? “.A pergunta investigou como os alunos compreendem a influência da resistência do ar e da massa na altura máxima alcançada por duas bolas de massas diferentes (400 g e 500 g), chutadas com a mesma força. A figura 10 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta que foram distribuídas da seguinte forma: 30,4% acreditaram que "a bola mais leve atinge a altura máxima mais rapidamente"; 34,8% afirmaram que "a bola de 400 g atinge a maior altura"; 8,7% disseram que "a bola de 500 g atinge a maior altura"; 13% indicaram que "as duas bolas atingem a mesma altura"; e 13% responderam que "a resistência do ar não afeta a altura máxima".

FIGURA 10: Estatísticas da quinta pergunta do pré-teste

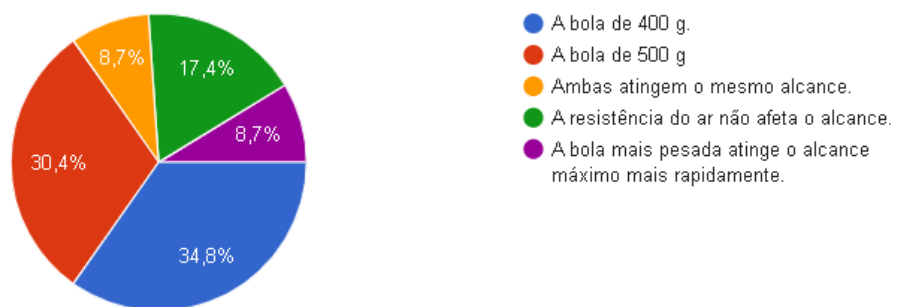


Fonte: Google Forms.

Considerando a resistência do ar, é esperado que a bola mais pesada (500 g) alcance uma altura ligeiramente maior, pois como ambas possuem a mesma área de superfície e velocidade inicial, a bola de maior massa possui maior energia cinética de modo que a resistência do ar terá um efeito mais significativo sobre a bola mais leve (400 g), reduzindo mais rapidamente sua energia cinética. No entanto, os dados revelam que a maioria dos alunos apresentou concepções equivocadas ao planejamento inicial da SD, provavelmente ao confundir força com energia, e as respostas previam usar o conceito de energia. Neste caso, apenas 8,7% reconheceram corretamente que a bola de 500 g atinge a maior altura. Por outro lado, 34,8% indicaram incorretamente que a bola de 400 g atinge a maior altura, enquanto 30,4% confundiram o tempo de subida com a altura máxima, afirmando que a bola mais leve atinge a altura máxima mais rapidamente. Além disso, 13% acreditaram que a massa não influencia a altura, ignorando o impacto da resistência do ar, e outros 13% erraram ao dizer que a resistência do ar não afeta o movimento.

A sexta e última pergunta do pré-teste foi “Pense que você consegue aplicar o mesmo chute em duas bolas de massas diferentes (uma com 400 g e outra com 500 g). Qual bola atinge a maior alcance, considerando a resistência do ar? ”. Essa pergunta buscou avaliar como os alunos compreendem o impacto da resistência do ar no alcance de duas bolas de massas diferentes, uma de 400 g e outra de 500 g, chutadas com a mesma força. A figura 11 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta que foram distribuídas da seguinte forma: 34,8% indicaram que "a bola de 400 g atinge o maior alcance"; 30,4% disseram que "a bola de 500 g atinge o maior alcance"; 8,7% acreditaram que "ambas atingem o mesmo alcance"; 17,4% afirmaram que "a resistência do ar não afeta o alcance"; e 8,7% disseram que "a bola mais pesada atinge o alcance máximo mais rapidamente".

FIGURA 11: Estatísticas da sexta pergunta do pré-teste



Fonte: Google Forms.

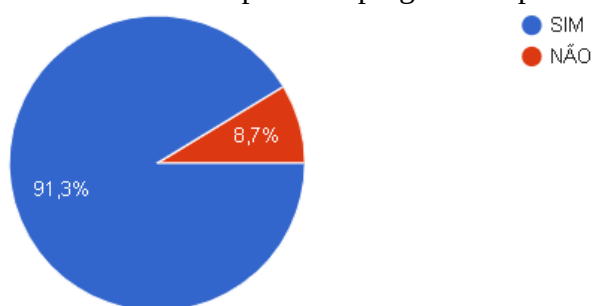
Considerando a resistência do ar, a bola mais pesada (500 g) é a que deve atingir o maior alcance. Isso ocorre porque a resistência do ar, embora igual para ambas as bolas em termos de força, tem um efeito mais significativo sobre a bola mais leve, já que sua massa é menor. Essa menor inércia faz com que a bola de 400 g perca velocidade mais rapidamente durante o movimento, resultando em um alcance horizontal menor. Os resultados das respostas revelam uma compreensão limitada desse conceito entre os alunos. Apenas 30,4% escolheram corretamente a bola de 500 g, enquanto a maior parte (34,8%) afirmou incorretamente que a bola de 400 g teria o maior alcance. Outros 17,4% acreditaram que a resistência do ar não afeta o alcance, o que demonstra desconhecimento do impacto dessa força no movimento parabólico. Além disso, 8,7% consideraram erroneamente que ambas as bolas atingem o mesmo alcance, ignorando os efeitos diferenciais da resistência do ar sobre massas distintas.

Os resultados do pré-teste evidenciam importantes lacunas conceituais na compreensão dos alunos sobre o movimento parabólico e os fatores que o influenciam. Apesar de 91,3% reconhecerem corretamente que a aceleração da gravidade influencia o

movimento, houve significativas dificuldades nas demais questões. Apenas 13% dos alunos compreenderam que a velocidade vertical do projétil é zero na altura máxima, e menos de 20% identificaram corretamente os efeitos do ângulo e da resistência do ar sobre a trajetória, altura e alcance de um projétil. Além disso, a confusão em relação à influência da massa em condições com resistência do ar indica uma compreensão incompleta sobre a interação entre forças externas, inércia e movimento, condição que muitas vezes não é abordada no ensino médio. A prevalência de respostas incorretas sugere que muitos alunos ainda dependem de conceitos intuitivos ou cotidianos, que nem sempre refletem os princípios da Física. Esses dados reforçam a necessidade de intervenções didáticas que priorizem abordagens mais práticas e visuais, como o uso de simuladores virtuais, para permitir que os alunos experimentem, observem e internalizem os conceitos de forma interativa. Tal estratégia tem o potencial de corrigir equívocos e aprofundar a compreensão dos fenômenos relacionados ao lançamento oblíquo.

A primeira pergunta do pós-teste foi: A massa do projétil altera o alcance e a altura máxima no lançamento oblíquo? Responda com base em suas observações no simulador (considere a resistência do ar). ”. Essa pergunta tinha o objetivo de avaliar como os alunos compreenderam a influência da massa do projétil no alcance e na altura máxima em um lançamento oblíquo, considerando a resistência do ar. A figura 12 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta e após o uso do simulador, 91,3% dos alunos responderam corretamente que a massa do projétil influencia tanto o alcance quanto a altura máxima, enquanto 8,7% ainda afirmaram que a massa não altera essas características.

FIGURA 12: Estatísticas da primeira pergunta do pós-teste



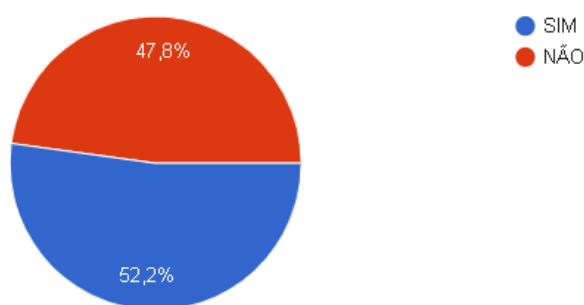
Fonte: Google Forms.

Comparando com o pré-teste, observa-se uma evolução significativa na compreensão dos alunos sobre o impacto da massa em cenários com resistência do ar. No pré-teste, havia uma maior dispersão de respostas equivocadas, como a crença de que a resistência do ar não influencia o movimento ou que a bola mais leve sempre atinge maior altura ou alcance. O uso do simulador parece ter sido fundamental para demonstrar de forma prática que, devido à

resistência do ar, objetos mais leves perdem velocidade mais rapidamente e, portanto, percorrem distâncias menores e alcançam alturas menores. Ainda que uma pequena parcela dos alunos (8,7%) mantenha concepções equivocadas, os resultados indicam que o simulador virtual foi eficaz em corrigir a maioria dos equívocos iniciais, proporcionando uma melhor compreensão sobre a relação entre massa, resistência do ar e movimento parabólico.

A segunda pergunta pós-teste investigou se os alunos perceberam mudanças em suas respostas em relação ao pré-teste, indicando um possível impacto da intervenção com o simulador. A figura 13 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta e os resultados demonstraram que 52,2% dos alunos afirmaram que suas respostas mudaram após o uso do simulador, enquanto 47,8% relataram que mantiveram as mesmas respostas.

FIGURA 13: Estatísticas da segunda pergunta do pós-teste



Fonte: Google Forms

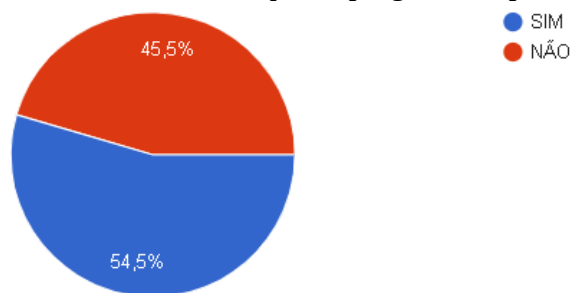
Essa divisão quase equitativa sugere que o simulador virtual teve um impacto significativo para mais da metade dos participantes. Para esses alunos, o contato com o simulador parece ter promovido um maior entendimento sobre os conceitos de lançamento oblíquo, possivelmente desmistificando noções errôneas ou reforçando informações corretas. Por outro lado, os 47,8% que não mudaram suas respostas podem indicar dois cenários: ou eles já possuíam um entendimento sólido dos conceitos antes da intervenção, ou o simulador não foi suficiente para alterar suas percepções iniciais, ou o aluno marcou a alternativa de forma aleatória.

A terceira pergunta foi uma questão discursiva e questionou se o ângulo de lançamento afeta o alcance do projétil e se existe um valor crítico e buscou avaliar a compreensão dos alunos sobre a relação entre o ângulo de lançamento e o alcance do projétil, além de identificar se eles compreendem o conceito do ângulo que maximiza o alcance. As respostas revelaram que os alunos adquiriram uma compreensão consistente sobre a influência do ângulo no alcance do projétil. Entre as respostas destacadas, os participantes mencionaram que: "Quanto maior o ângulo, maior a altura máxima."; "Sim, o ângulo influencia no alcance.";

"Sim, afeta. O ângulo de 45° permite um alcance maior."; "Dependendo do ângulo pode haver alteração no alcance, o de 45° vai mais longe."; "Sim, o ângulo de 45°." Esses comentários indicam que os alunos reconheceram o papel crítico do ângulo de lançamento no comportamento do projétil. A menção ao ângulo de 45°, identificado corretamente como aquele que maximiza o alcance em condições ideais, demonstra que a maioria dos alunos internalizou esse conceito durante a intervenção. Além disso, as observações sobre a altura máxima sugerem que os alunos começaram a diferenciar entre os parâmetros relacionados ao movimento parabólico.

A quarta pergunta do pós-teste, "Sua percepção mudou em relação ao pré-teste?", visava compreender se os alunos sentiram que sua compreensão sobre o tema foi alterada após o uso do simulador. A figura 14 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta e os resultados mostraram que 54,5% dos participantes afirmaram que sua percepção mudou, enquanto 45,5% indicaram que sua percepção permaneceu a mesma.

FIGURA 14: Estatísticas da quarta pergunta do pós-teste

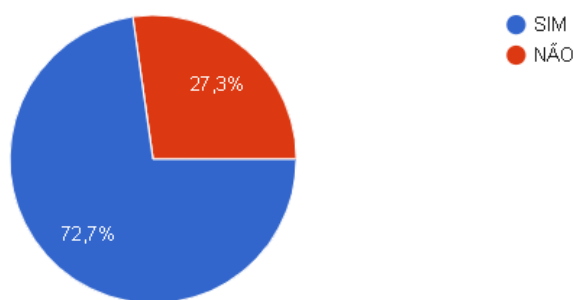


Fonte: Google forms

Essa distribuição reflete uma leve maioria dos alunos que sentiram uma transformação em sua compreensão após a intervenção. A mudança percebida por 54,5% dos alunos pode estar relacionada ao impacto do simulador em facilitar a visualização prática de conceitos complexos, como a relação entre o ângulo de lançamento, o alcance e a altura máxima do projétil. Por outro lado, os 45,5% que não perceberam mudanças podem ter interpretações distintas: eles podem já ter possuído um entendimento claro no pré-teste ou podem não ter absorvido completamente os conceitos apresentados pelo simulador.

A quinta pergunta do pós-teste, "Aumentar a velocidade inicial sempre resulta em um alcance maior? (Considere a resistência do ar)", visava avaliar a capacidade dos alunos de integrar o conceito de resistência do ar ao movimento do projétil. A figura 15 apresenta a porcentagem das respostas dessa pergunta e os resultados revelaram que 72,7% dos alunos acreditam que aumentar a velocidade inicial sempre resulta em um alcance maior, enquanto 23,7% indicaram que isso nem sempre ocorre.

FIGURA 15: Estatísticas da quinta pergunta do pós-teste



Fonte: Google Forms

Esses dados mostram que a maioria dos alunos não considerou adequadamente o efeito da resistência do ar na trajetória do projétil. Em condições ideais, ou seja, sem resistência do ar, o aumento da velocidade inicial resulta em um maior alcance. No entanto, na presença da resistência do ar, o efeito não é linear, e há um ponto em que a resistência limita o alcance máximo possível, independentemente do aumento da velocidade inicial. A discrepância entre as respostas pode indicar que, embora o simulador tenha sido eficiente para reforçar conceitos básicos de lançamento oblíquo, houve dificuldades em aplicar esse conhecimento a cenários mais complexos, como o impacto de forças dissipativas. Isso destaca a necessidade de uma abordagem pedagógica mais detalhada para explorar os efeitos da resistência do ar, possivelmente através de simuladores mais avançados ou complementos teóricos durante as aulas.

A sexta pergunta do pós-teste foi: "Com base nos experimentos realizados, quais são as variáveis que mais influenciam a trajetória do projétil? Digite no mínimo duas variáveis". Essa pergunta foi discursiva e teve como objetivo avaliar a identificação, pelos alunos, das variáveis críticas que determinam a trajetória do projétil. Entre as respostas destacadas, os alunos mencionaram: "45° e 60°"; "Massa e ângulo"; "Ângulo e velocidade"; "Ângulo e velocidade inicial"; "Ângulo, velocidade". As respostas mostram que a maioria dos alunos identificou corretamente o ângulo de lançamento e a velocidade inicial como variáveis importantes para a trajetória do projétil.

A sétima pergunta do pós-teste foi: "Como o conhecimento do movimento oblíquo pode ser aplicado em situações reais, como esportes ou engenharia? Dê exemplos específicos". Ela buscou avaliar a capacidade dos alunos de contextualizar o aprendizado em cenários do cotidiano e em aplicações práticas. As respostas apresentadas incluíram exemplos como: "No golfe."; "No basquete, quando o jogador lança a bola para fazer uma cesta."; "No futebol, quando um jogador chuta uma bola."; "No tiro de canhão, para saber onde a bala vai cair.";

"Nas competições de foguetes para ver qual vai mais longe."; "Na cobrança de escanteio no futebol."; "Em engenharia militar, o cálculo preciso do movimento oblíquo é essencial para definir a trajetória de mísseis e outros projéteis.". Essas respostas demonstram que os alunos foram capazes de conectar os conceitos de movimento oblíquo a situações práticas diversas, como esportes e aplicações em engenharia. A menção a esportes populares, como futebol e basquete, evidencia a relevância do conteúdo para o cotidiano dos estudantes, tornando o aprendizado mais significativo e próximo de sua realidade. Por outro lado, os exemplos mais técnicos, como "engenharia militar" e "tiro de canhão," mostram que alguns alunos extrapolaram o conteúdo para aplicações mais avançadas. Essa diversidade de exemplos indica que o simulador contribuiu para que os alunos visualizassem o movimento oblíquo de forma concreta e versátil. Contudo, pode ser interessante, em intervenções futuras, explorar mais profundamente as aplicações científicas e tecnológicas do movimento oblíquo, ampliando ainda mais o horizonte de possibilidades para os estudantes.

A oitava pergunta do pós-teste, "A utilização do simulador ajudou a visualizar melhor o impacto dessas variáveis no movimento oblíquo? SIM OU NÃO. Como isso pode ter influenciado sua compreensão do conceito?". Essa foi uma pergunta discursiva e teve como objetivo avaliar a percepção dos alunos sobre a eficácia do simulador como ferramenta pedagógica. As respostas foram predominantemente positivas, com comentários como: "Ajudou sim, ajudou a compreender os ângulos e as distâncias alcançadas em diferentes ângulos."; "Sim, com a ajuda do simulador permite entender e visualizar na prática, coisa que na teoria em sala de aula fica mais difícil." "Sim, ajudou bastante."; "Sim, o simulador possibilita compreender com mais clareza."; "Sim, a utilização do simulador mostrou com clareza o lançamento de projétil, facilitando o entendimento."; "Sim, o simulador permitiu observar e compreender com mais clareza o movimento oblíquo." Essas respostas destacam que o simulador foi amplamente reconhecido pelos alunos como uma ferramenta eficaz para visualizar e compreender conceitos relacionados ao movimento oblíquo. Muitos alunos enfatizaram que a experiência prática proporcionada pelo simulador ajudou a superar as limitações do ensino teórico, promovendo uma compreensão mais clara e acessível. Essa percepção positiva reforça a importância do uso de tecnologias interativas no ensino de física, especialmente em tópicos abstratos como o movimento oblíquo. Ao oferecer uma experiência visual e prática, o simulador parece ter tornado o aprendizado mais motivador e significativo, facilitando a internalização dos conceitos abordados.

Os resultados do pré-teste e do pós-teste revelaram uma evolução significativa na compreensão dos conceitos associados ao movimento oblíquo entre os participantes,

destacando o potencial pedagógico do uso de simuladores virtuais no ensino de Física. No pré-teste, embora 91,3% dos alunos reconhecessem corretamente que a gravidade influencia o movimento de projéteis, havia lacunas notáveis em conceitos mais específicos, como o comportamento da velocidade na altura máxima (com apenas 13% de respostas corretas) e o papel do ângulo no alcance máximo (com 17,4% de acertos). Esses dados indicam que, apesar de uma compreensão inicial intuitiva sobre alguns aspectos do lançamento oblíquo, muitos alunos apresentavam concepções alternativas ou incompletas, influenciadas por interpretações cotidianas equivocadas.

Outro ponto destacado foi a dificuldade em considerar variáveis como a resistência do ar e a massa. No pré-teste, uma parcela significativa dos participantes demonstrou confusões sobre como essas variáveis influenciam a altura e o alcance de projéteis, com apenas 8,7% reconhecendo corretamente que a bola mais pesada atinge uma maior altura devido à menor influência da resistência do ar.

Após a intervenção com o simulador virtual, os resultados do pós-teste evidenciaram melhorias expressivas. A compreensão sobre a influência da massa e da resistência do ar no alcance e na altura máxima evoluiu consideravelmente, com 91,3% dos alunos reconhecendo corretamente a relação entre essas variáveis. Além disso, a identificação do ângulo de 45° como ideal para maximizar o alcance em condições ideais tornou-se evidente nas respostas qualitativas, refletindo a eficácia da abordagem prática do simulador. É importante ressaltar que mais de 50% dos alunos perceberam mudanças em suas respostas ou na compreensão geral dos conceitos, conforme indicado por suas respostas qualitativas. Os simuladores foram amplamente elogiados pelos participantes, que destacaram sua utilidade para visualizar fenômenos que, de outra forma, seriam abstratos ou difíceis de compreender apenas por meio da teoria.

Apesar desses avanços, ainda há margem para melhorias. Questões envolvendo o impacto da resistência do ar e a relação entre velocidade inicial e alcance em cenários reais apresentaram uma dispersão de respostas no pós-teste. Cerca de 27,3% dos alunos mantiveram a ideia de que aumentar a velocidade inicial sempre resulta em um alcance maior, ignorando os efeitos limitadores da resistência do ar.

O Quadro 1 apresenta a porcentagem global de acerto em relação ao planejamento da SD e os resultados demonstram uma evolução significativa no aprendizado dos alunos após a utilização do simulador virtual como ferramenta pedagógica. No pré-teste, o percentual médio de acertos foi de 32,6%, indicando uma compreensão inicial limitada dos conceitos relacionados ao lançamento oblíquo. Após a intervenção com o simulador, o desempenho

subiu para 79,5% de acertos no pós-teste, evidenciando uma melhora expressiva no entendimento dos alunos.

QUADRO 1: Porcentagem global de acertos

PRÉ TESTE	Nº DE ACERTOS	PÓS TESTE	Nº DE ACERTOS
QUESTÃO 1	21	QUESTÃO 1	21
QUESTÃO 2	3	QUESTÃO 2	10
QUESTÃO 3	8	QUESTÃO 3	16
QUESTÃO 4	4	QUESTÃO 4	13
QUESTÃO 5	2	QUESTÃO 5	18
QUESTÃO 6	7		
TOTAL DE ACERTOS	45	TOTAL DE ACERTOS	78
TOTAL DE RESPOSTAS	138	TOTAL DE RESPOSTAS	98
% GLOBAL	32,60869565	%GLOBAL	79,59183673

Fonte: Autoria própria

Essa evolução reflete o impacto positivo do simulador como recurso didático. Ao possibilitar uma abordagem interativa e visual dos conceitos, os alunos tiveram a oportunidade de observar, testar hipóteses e corrigir equívocos conceituais de maneira prática. Assim, a ferramenta contribuiu não apenas para consolidar o aprendizado, mas também para tornar o processo mais dinâmico e acessível. De forma geral, o uso de simuladores virtuais demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover o aprendizado ativo e interativo, permitindo aos alunos testar, observar e refletir sobre diferentes cenários de lançamento oblíquo. Os resultados reforçam a importância de incorporar tecnologias educacionais no ensino de Física, não apenas para corrigir equívocos conceituais, mas também para motivar os estudantes e conectá-los a aplicações práticas do conteúdo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar o impacto do uso de simuladores virtuais, com ênfase no PhET Colorado, na melhoria do aprendizado do movimento oblíquo no ensino médio. A pesquisa evidenciou que o uso dos objetos de aprendizagem no ensino de Física pode ser uma ferramenta valiosa e eficaz para suprir lacunas de ensino e potencializar a aprendizagem, especialmente em um cenário educacional desafiador, marcado por restrições como a baixa carga horária do novo ensino médio e a dificuldade de realizar experimentações presenciais devido à limitação de infraestrutura nas escolas.

A metodologia adotada neste estudo consistiu na aplicação de uma sequência didática composta de um pré-teste, seguido de uma intervenção didática utilizando um vídeo explicativo sobre o simulador virtual, que foi compartilhado por meio do WhatsApp, um espaço não formal de ensino, e um pós-teste. Essa abordagem, embora inovadora e acessível, apresentou desafios consideráveis, como a limitação na interação direta entre professor e aluno, dificuldades técnicas enfrentadas por alguns estudantes, e a necessidade de garantir a participação ativa dos discentes em um ambiente remoto. Além disso, demanda um planejamento pedagógico cuidadoso para minimizar as barreiras tecnológicas e garantir o engajamento dos alunos de forma eficaz e produtiva.

A análise das respostas mostrou que o simulador PhET é uma ferramenta eficiente na visualização e compreensão dos conceitos envolvidos no lançamento oblíquo evidenciando uma melhora significativa no entendimento do fenômeno, indicando que a simulação auxiliou na superação de dificuldades comuns enfrentadas no aprendizado desse conteúdo. Os resultados obtidos no pré e pós-teste evidenciam uma melhoria significativa na compreensão dos conceitos, com um salto de 32,6% para 79,5% de acertos, representando um aumento expressivo de 46,9%. Além disso, o feedback coletado revelou uma recepção positiva em relação ao uso das TDICS na Física, destacando o potencial dos simuladores como apoio didático no ambiente escolar.

Portanto, mesmo diante de restrições de tempo e infraestrutura, é possível inovar no ensino de Física, e a experiência desenvolvida pode servir como referência para professores que desejam integrar simulações virtuais em suas práticas pedagógicas, especialmente em contextos onde há dificuldades para a realização de experimentos práticos em laboratório. Além disso, levanta reflexões sobre a necessidade de repensar as metodologias de ensino da Física, considerando o impacto positivo que as tecnologias educacionais podem proporcionar na motivação e no desempenho dos alunos.

7 REFERÊNCIAS

- ADAMS, W. K. et al. A new instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, College Park, v. 2, n. 1, p. 010101, 2006.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BATISTA, I. Simulações computacionais no ensino de física: uma abordagem sobre o uso de softwares interativos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 41, n. 2, p. e20190144, 2019.
- BECKER, N.; KEHOE, A. Enhancing students' understanding of projectile motion using interactive simulations. *Journal of Science Education and Technology*, New York, v. 26, n. 5, p. 564-579, 2017.
- DE JONG, T.; VAN JOOZEN, J. Exploring physics simulations in inquiry-based learning. *Journal of Computer-Assisted Learning*, Oxford, v. 29, n. 1, p. 1-13, 2013.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. (orgs.). *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas: Mercado de Letras, 2004. p. 95-112.
- FILATRO, A.; PICONEZ, S. *Objetos de Aprendizagem: Tecnologias na Educação*. São Paulo: Saraiva, 2004.
- FINKELSTEIN, N. D. et al. Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, College Park, v. 1, n. 1, p. 010103, 2005.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2012.
- HENSEL, R.; RIEBER, L.; SCHMIDT, J. Exploring the effectiveness of physics simulations for active learning. *Journal of Physics Education*, London, v. 55, n. 4, p. 124-138, 2020.
- KELLER, J. M.; FREDERIKSEN, J. R. Developing multimedia environments for physics education. *Educational Technology Research and Development*, New York, v. 32, n. 2, p. 93-108, 1984.
- MACHADO, N. J. *Ensino e aprendizagem: o que é ensinar? O que é aprender?*. São Paulo: Editora Cortez, 2012.
- MORAN, J. M. *Ensino híbrido: conceitos e aplicações*. São Paulo: Editora SENAC, 2013.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa e ensino de ciências*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

NIELSEN, J.; MILLER, J. Student engagement in physics learning: comparing traditional and interactive simulation approaches. *Educational Studies in Physics*, Cambridge, v. 58, p. 89-112, 2021.

PERKINS, K. K. et al. PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, New York, v. 44, n. 1, p. 18-23, 2006.

REDISH, E. F. *Teaching physics with the physics suite*. Hoboken: Wiley, 2003.

SANTOS, J. B.; GASPAR, A. Uso de Objetos de Aprendizagem no ensino de física: uma análise das práticas docentes. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 89-103, 2019.

SILVA, C.; OLIVEIRA, F. Sequências didáticas no ensino de Física. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 32-45, 2015.

SU, Y.; LIU, X.; ZHANG, W. Simulation-based physics instruction and its effect on student learning outcomes. *Science Education*, Hoboken, v. 103, n. 2, p. 412-428, 2019.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para Cientistas e Engenheiros*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

VALENTE, J. A. *Ensino e aprendizagem com novas tecnologias*. São Paulo: Papirus, 2005.

WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K. Transforming physics education. *Physics Today*, College Park, v. 58, p. 36-41, 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física Universitária*. 13. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANETIC, J. Ensino de Física e Tecnologias Digitais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 56-72, 2012.

APÊNDICE 1

Formulário PRÉ-TESTE

B I U ↺ ↻

Objetivo: Investigar, analisar e comparar os dados coletados do antes e depois do simulador.

Você chuta uma bola que atinge uma altura máxima de 4 metros e chega no pé do seu colega. A aceleração da gravidade influencia no movimento da bola?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

O que acontece com a velocidade da bola quando ela atinge a altura máxima ?

- ☐ A velocidade da bola é máxima.
- ☐ A velocidade da bola é zero na direção vertical.
- ☐ A velocidade da bola aumenta.
- ☐ A velocidade da bola é negativa.
- ☐ A velocidade da bola é constante.

O ângulo é a medida que a bola faz no início da trajetória em relação ao chão. Suponha que você consiga aplicar o mesmo chute na bola. O ângulo que a bola faz ao sair influencia na altura máxima que ela atinge?

- ☐ Sim, quanto maior o ângulo, maior a altura máxima.
- ☐ Não, a altura máxima depende apenas da força do chute.
- ☐ Sim, mas somente se o ângulo for maior que 90° .
- ☐ Não, o ângulo não influencia na altura máxima.
- ☐ Sim, o ângulo não muda a altura máxima, mas afeta a distância percorrida.

O ângulo que a bola faz ao sair, influencia no alcance da bola?

- ☐ Sim, quanto maior o ângulo, maior o alcance.
- ☐ Não, o alcance depende apenas da força do chute.
- ☐ Sim, o alcance é máximo quando o ângulo é de 45° .
- ☐ Não, o ângulo não tem influência sobre o alcance.
- ☐ Sim, o alcance é máximo quando o ângulo é de 90° .

Pense que você consegue aplicar o mesmo chute em duas bolas de massas diferentes (uma com 400 g e outra com 500 g). Qual bola atinge a maior altura, considerando a resistência do ar?

- ☐ A bola de 400 g.
- ☐ A bola de 500 g.
- ☐ Ambas atingem a mesma altura.
- ☐ A resistência do ar não afeta a altura máxima.
- ☐ A bola mais leve atinge a altura máxima mais rapidamente.

Pense que você consegue aplicar o mesmo chute em duas bolas de massas diferentes (uma com 400 g e outra com 500 g). Qual bola atinge o maior alcance, considerando a resistência do ar.

- ☐ A bola de 400 g.
- ☐ A bola de 500 g.
- ☐ Ambas atingem o mesmo alcance.
- ☐ A resistência do ar não afeta o alcance.
- ☐ A bola mais pesada atinge o alcance máximo mais rapidamente.

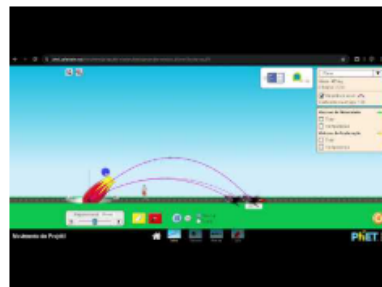
APÊNDICE 2

Formulário PÓS SIMULADOR

B *I* U  

ANALISAR E COMPARAR OS DADOS DO PRÉ-TESTE, POR GENTILEZA ASSISTA O VÍDEO ANTES DE RESPONDER.

ASSISTA O VÍDEO PARA RESPONDER AS PERGUNTAS



A massa do projétil altera o alcance e a altura máxima no lançamento oblíquo? Resposta com base em suas observações no simulador. (CONSIDERE A RESISTÊNCIA DO AR)

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

Sua resposta mudou em relação ao pré-teste?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

Como o ângulo de lançamento afeta o alcance do projétil? Existe um ângulo que maximiza o alcance? Explique sua resposta.

Texto de resposta longa

Sua percepção mudou em relação ao pré teste?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

Aumentar a velocidade inicial sempre resulta em um alcance maior? (CONSIDERE A RESISTÊNCIA DO AR)

☐ SIM

☐ NÃO

Com base nos experimentos realizados, quais são as variáveis que mais influenciam a trajetória do projétil? DIGITE NO MÍNIMO DUAS VARIÁVEIS

Texto de resposta longa

Como o conhecimento do movimento oblíquo pode ser aplicado em situações reais, como esportes ou engenharia? Dê exemplos específicos.

Texto de resposta longa

A utilização do simulador ajudou a visualizar melhor o impacto dessas variáveis no movimento oblíquo? SIM OU NÃO. Como isso pode ter influenciado sua compreensão do conceito?

Texto de resposta longa