

USO DE SIMULADOR VIRTUAL PARA REVISÃO DE CONTEÚDOS DA CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Use of a virtual simulator for reviewing kinematics content in high school

Álvaro Taiuã de Oliveira [alvaro.oliveira11318@alunos.ufersa.edu.br]

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo [kyteria.figueredo@ufersa.edu.br]

Sharon Dantas da Cunha [sharondantas@ufersa.edu.br]

Campus Pau dos Ferros - Universidade Federal Rural do Semi-Árido

BR 226, KM 405, Bairro São Geraldo, CEP: 59900-000. Pau dos Ferros/RN

Recebido em: 30/12/2025

Aceito em: 27/03/2026

Resumo

Os desafios impostos pelo Novo Ensino Médio ao ambiente escolar são inúmeros, destacando-se a redução da carga horária em componentes curriculares essenciais como a Física. Para minimizar os impactos dessa mudança, este trabalho apresenta uma sequência didática (SD) aplicada em um espaço não formal de ensino, voltada à revisão do lançamento oblíquo com alunos do 3º ano de uma escola pública. Utilizou-se o aplicativo WhatsApp como ferramenta de mediação e organização, e o simulador PhET Colorado como recurso central. A investigação focou no uso de uma demonstração virtual guiada, através de um vídeo disponibilizado no YouTube para garantir acessibilidade digital, analisando sua contribuição para a promoção da aprendizagem significativa. A estratégia consistiu em três etapas: (1) pré-teste para levantamento de conhecimentos prévios; (2) mediação via vídeo explicativo detalhando as variáveis do simulador; e (3) pós-teste avaliativo. Os resultados indicaram uma evolução expressiva na compreensão dos conceitos, com a média de acertos saltando de 32,6% para 79,5%. A interação com o simulador permitiu que os alunos visualizassem fenômenos abstratos, como a influência da resistência do ar e a independência dos movimentos. Conclui-se que essa estratégia é uma alternativa promissora para o ensino de Física, tornando-o mais dinâmico, inclusivo e compatível com a realidade tecnológica dos estudantes.

Palavras-chave: Espaço não formal; Simulador virtual; Lançamento oblíquo; Aprendizagem significativa.

Abstract

The numerous challenges imposed by the New High School reform in Brazil include a significant reduction in instructional hours for core subjects such as Physics. To mitigate these impacts, this study presents a teaching sequence applied in a non-formal learning environment aimed at reviewing projectile motion with 3rd-year high school students from a public school in the Potiguar semi-arid region. WhatsApp was utilized as the primary mediation and organization tool, while the PhET Colorado simulator served as the central resource. The research focused on a guided virtual demonstration, delivered via a YouTube video to ensure digital accessibility, analyzing its contribution to promoting meaningful learning. The strategy consisted of three stages: (1) a pre-test to assess prior knowledge; (2) mediation through an explanatory video detailing the simulator's variables; and (3) an evaluative post-test. Results indicated a significant improvement in conceptual understanding, with the average success rate rising from 32.6% to 79.5%. Interaction with the simulator enabled students to visualize abstract phenomena, such as air resistance and the independence of motions. In conclusion, this strategy proves to be a promising alternative for Physics education, rendering it more dynamic, inclusive, and aligned with the students' technological reality.

Keywords: Non-formal learning; Virtual simulator; Projectile motion; Meaningful learning

Introdução

A Física, enquanto disciplina fundamental para a compreensão dos fenômenos naturais, enfrenta desafios significativos no cenário educacional brasileiro contemporâneo, especialmente diante das mudanças curriculares promovidas pelo Novo Ensino Médio (NEM). Tais transformações resultaram na redução da carga horária de componentes básicas, dificultando a abordagem aprofundada de conceitos complexos no tempo regulamentar (Gonçalves *et al.*, 2024). Soma-se a isso a pressão gerada pela proximidade com o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no período de aplicação deste trabalho, o que torna urgente o desenvolvimento de estratégias que potencializem a Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003), permitindo que o aluno ancore novos conhecimentos em suas estruturas cognitivas prévias.

Neste contexto, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) oferecem caminhos para otimizar o ensino. Segundo Wieman e Perkins (2005), as simulações virtuais favorecem a construção do conhecimento ao permitir a visualização de variáveis em tempo real, desenvolvendo o raciocínio crítico. O PhET Interactive Simulations destaca-se como ferramenta de destaque para este fim. Estudos como os de Lavor e Oliveira (2022) e Miranda, Carvalho e Zanatta (2023) comprovam que sequências didáticas baseadas nessa plataforma facilitam a compreensão do lançamento oblíquo e horizontal.

Apesar da eficácia dos simuladores, o ensino de cinemática ainda impõe barreiras na compreensão da independência dos movimentos de Galileu. A abstração necessária para entender que a gravidade atua apenas na componente vertical da velocidade é um obstáculo clássico (Hewitt, 2012). Embora estratégias como a vídeo análise sejam recomendadas para enfrentar tais dificuldades sob a ótica da Aprendizagem Significativa (Santos; Balthazar; Huguenin, 2017), elas podem esbarrar em limitações de hardware dos estudantes. O diferencial deste trabalho reside na adoção de uma demonstração virtual guiada: uma mediação audiovisual via YouTube que garante a acessibilidade tecnológica, contornando limitações de armazenamento e processamento nos dispositivos móveis dos alunos.

Este estudo investigou o impacto dessa estratégia utilizando o WhatsApp como espaço não formal de ensino em uma escola pública do semiárido potiguar. Ao unir a praticidade do aplicativo de mensagem com o rigor visual do simulador PhET, buscou-se converter as limitações de tempo do NEM em uma oportunidade de aprendizado onipresente. Os resultados revelaram um ganho de aprendizagem de 46,9% entre o pré e o pós-teste, demonstrando que a mediação tecnológica estratégica é capaz de democratizar o saber científico e motivar os estudantes frente às exigências da educação contemporânea.

Metodologia

Este estudo adotou uma abordagem quali-quantitativa, com o objetivo de analisar a efetividade do uso de simulações virtuais na compreensão dos conceitos de lançamento oblíquo. A pesquisa foi estruturada como uma Sequência Didática (SD) aplicada a 23 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública situada no semiárido potiguar (RN), em um contexto de preparação intensiva para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Previamente à implementação, realizou-se o contato com o professor regente da turma para a apresentação dos objetivos da pesquisa e obtenção da autorização para a intervenção. Aos estudantes, foi detalhada a natureza da atividade e o caráter voluntário da participação. Em conformidade com os preceitos éticos, assegurou-se o total anonimato dos participantes, uma vez que não foram coletados nomes ou dados de identificação individual, sendo as respostas tratadas de forma agregada e estritamente acadêmica.

A SD foi desenvolvida integralmente em um espaço não formal de ensino: um grupo da turma no aplicativo WhatsApp. Essa escolha estratégica buscou contornar a carga horária reduzida imposta pelo Novo Ensino Médio (NEM), transformando o aplicativo em um ambiente de mediação pedagógica assíncrona. Essa abordagem permitiu que o aprendizado ocorresse fora do tempo regulamentar, respeitando o ritmo e a disponibilidade tecnológica dos discentes. Ainda assim, o link do simulador foi disponibilizado para quem desejasse utilizar o simulador.

A sequência foi dividida em três etapas fundamentais e interdependentes:

1. Diagnóstico (Pré-teste): Inicialmente, aplicou-se um formulário via Google Forms com questões diagnósticas. O objetivo foi identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) sobre os pilares do lançamento oblíquo: a influência da aceleração da gravidade, o comportamento da velocidade na altura máxima, o alcance do projétil e os efeitos da variação do ângulo de lançamento.

2. Mediação Tecnológica e Demonstração Virtual Guiada: Para viabilizar a atividade diante das limitações de tempo e das barreiras técnicas, utilizou-se o simulador PhET Interactive Simulations (Figura 1), módulo “Movimento de Projétil”.

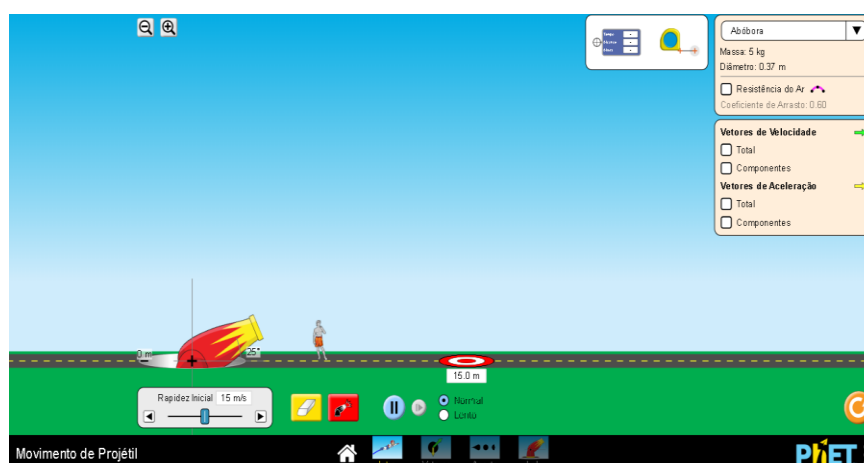


Figura 1: Interface do simulador virtual PhET Colorado para lançamento oblíquo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A intervenção principal ocorreu por meio de uma demonstração virtual guiada, produzida por um dos autores em formato de vídeo explicativo. O vídeo foi disponibilizado via YouTube (Figura 2), garantindo acessibilidade por meio de streaming, o que evitou a necessidade de download e superou limitações de memória nos dispositivos dos alunos. O vídeo guiou os estudantes pela manipulação de parâmetros (ângulo, velocidade e massa) e pelas análises físicas decorrentes.

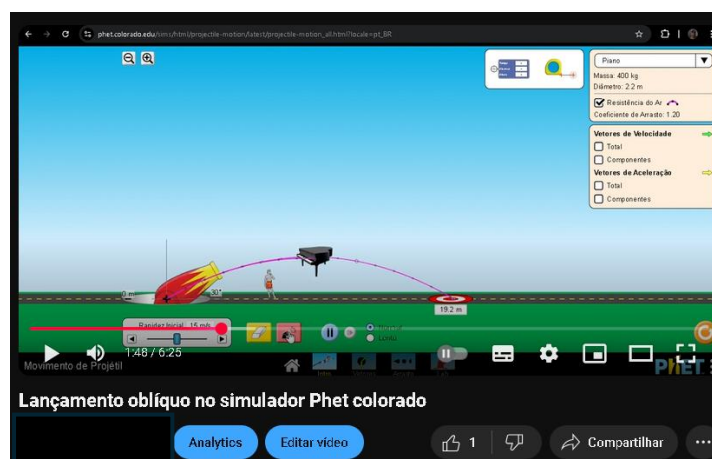


Figura 2: Captura de tela do vídeo explicativo disponibilizado via YouTube.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3. Avaliação de Ganhos (Pós-teste): Por fim, aplicou-se um pós-teste via Google Forms com questões análogas às do diagnóstico. A comparação estatística e qualitativa entre os resultados permitiu mensurar a evolução da compreensão fenomenológica e o impacto da tecnologia no processo de superação de concepções alternativas iniciais.

Resultados e Discussão

A sequência didática (SD) revelou dados valiosos sobre a transição do conhecimento intuitivo para o conhecimento científico. O ponto de partida é pré-teste, responsável pela obtenção dos Conhecimentos Prévios e as Concepções Espontâneas dos alunos. 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 3 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.

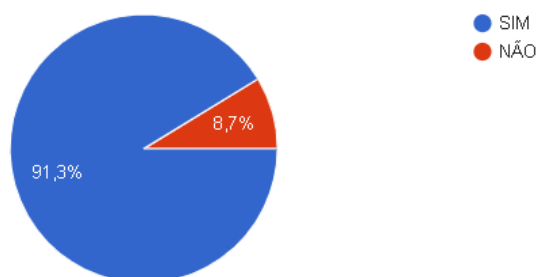


Figura 3: Estatísticas da primeira pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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. Esse resultado destaca a necessidade de uma intervenção pedagógica mais aprofundada, como a utilizada nesse trabalho, 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 4 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.

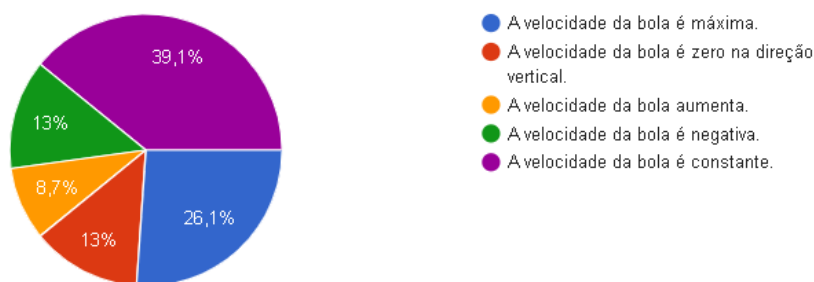


Figura 4: Estatísticas da segunda pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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) sugere uma dificuldade em separar os movimentos na vertical e horizontal (princípio de Galileu). 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 5 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”.

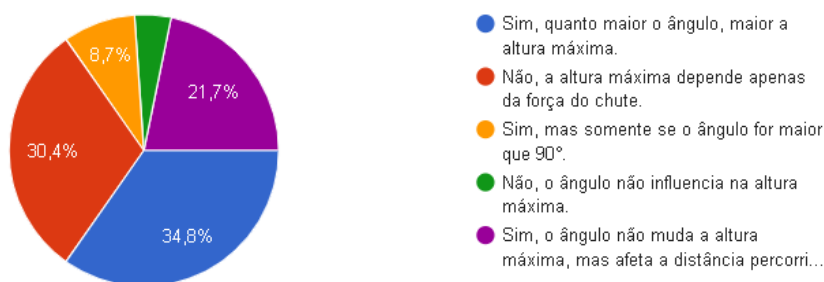


Figura 5: Estatísticas da terceira pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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 6 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°".

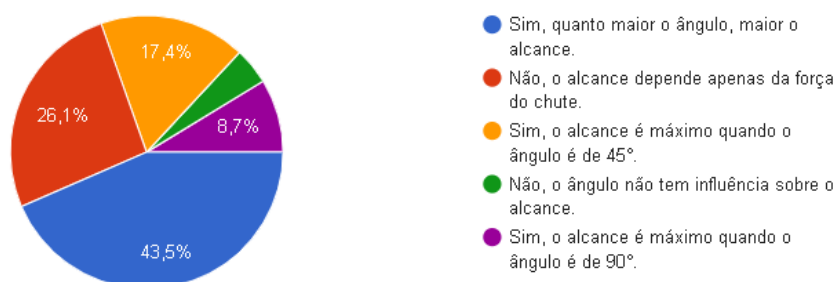


Figura 6: Estatísticas da quarta pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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 7 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".

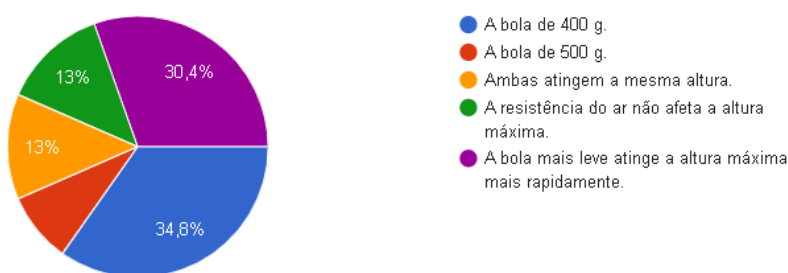


Figura 7: Estatísticas da quinta pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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 resposta 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 8 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”.

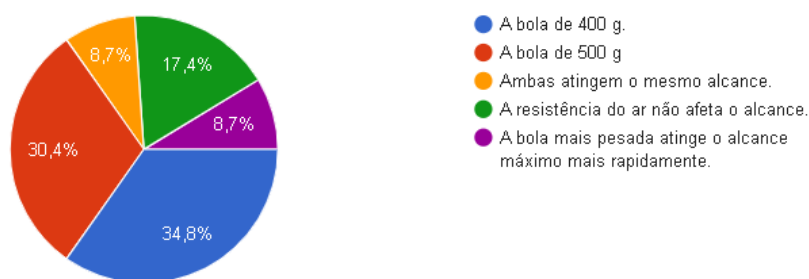


Figura 8: Estatísticas da sexta pergunta do pré-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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. As 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 intervenção da SD ocorreu por meio de um vídeo produzido por um dos autores, no qual as variáveis do simulador eram manipuladas e explicadas detalhadamente. Embora a literatura em Ensino de Física valorize a interação direta do estudante com o objeto de aprendizagem, a mediação por vídeo foi a alternativa estratégica adotada para garantir o engajamento e a visualização do fenômeno dentro das limitações de tempo. Vale destacar que a SD foi aplicada em outubro de 2024, período de reta final para o ENEM, no qual a carga horária reduzida e a pressão do calendário escolar limitavam as possibilidades de experimentação individual prolongada. Assim, o vídeo funcionou como uma demonstração virtual guiada, assegurando que os conceitos fundamentais fossem apresentados de forma clara e atrativa. Complementarmente, o link do simulador foi disponibilizado no grupo de WhatsApp, permitindo que os alunos interessados realizassem a manipulação autônoma em seu próprio ritmo.

Após a intervenção, foi aplicado um pós-teste para saber a eficácia da intervenção. 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 9 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.

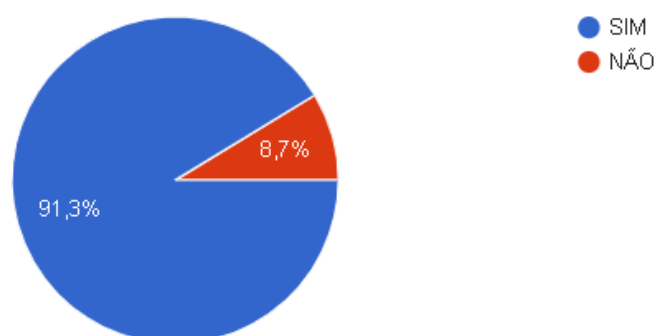


Figura 9: Estatísticas da primeira pergunta do pós-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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 do 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 10 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 respostas.

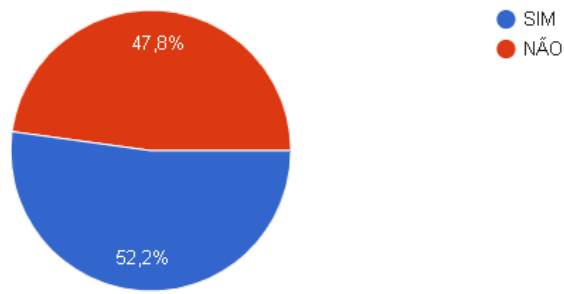


Figura 10: Estatísticas da segunda pergunta do pós-teste.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2025.

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 11 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.

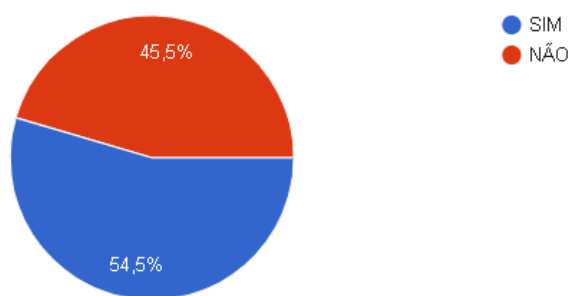


Figura 11: Estatísticas da quarta pergunta do pós-teste.

Fonte: Autoria própria, 2025.

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 12 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 27,3% indicaram que isso nem sempre ocorre.

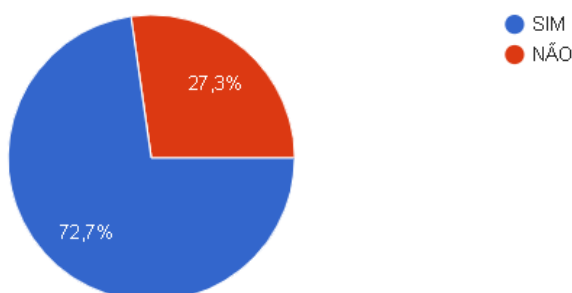


Figura 12: Estatísticas da quinta pergunta do pós-teste.

Fonte: Autoria própria, 2025.

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	32,61	%GLOBAL	79,60

Fonte: Autoria própria, 2025.

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.

Conclusão

O presente trabalho analisou 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 os objetos de aprendizagem digitais são ferramentas valiosas para suprir lacunas de ensino, especialmente diante do cenário desafiador da baixa carga horária do Novo Ensino Médio e da carência de infraestrutura laboratorial.

A metodologia, estruturada em um espaço não formal (WhatsApp), utilizou a demonstração virtual guiada como resposta estratégica à proximidade com o ENEM. A escolha da plataforma YouTube para a veiculação do vídeo foi decisiva para a acessibilidade digital: ao permitir o acesso via streaming, garantiu-se que os conceitos chegassem aos estudantes de forma adaptada à realidade tecnológica de seus dispositivos móveis, eliminando barreiras como a falta de memória para downloads ou pacotes de dados limitados.

Os resultados quantitativos validam essa abordagem, com um salto de 32,6% para 79,5% de acertos. Mais do que o ganho numérico, houve uma evolução conceitual profunda. Os estudantes superaram a ideia de que a velocidade total se anula no ápice do movimento, compreendendo que na altura máxima apenas a componente vertical da velocidade é nula, enquanto a horizontal permanece constante. Além disso, consolidaram o entendimento sobre o ângulo de 45° como ideal para o alcance máximo e a influência da massa sob a resistência do ar, corrigindo concepções espontâneas que a teoria isolada não havia sido capaz de superar.

O feedback dos alunos ratificou o sucesso da intervenção, destacando que a visualização prática facilitou a transição do pensamento abstrato para o fenomenológico. Assim, esta experiência serve como referência para docentes que buscam integrar as TDIC em suas práticas, provando que ferramentas tecnológicas, quando bem mediadas, deixam de ser meros acessórios para se tornarem aliadas essenciais na democratização do conhecimento científico e na motivação dos estudantes frente aos desafios da educação contemporânea.

Referências

- Ausubel, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- Gonçalves, L.; Batista, M. C.; Oliveira, B. F.; Santos, O. R.; Sitko, C. M. Percepções dos professores de física do NRE de Maringá sobre a implementação do novo ensino médio. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 11, p. e6197, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/6197>. Acesso em: 20 dez. 2025.
- Hewitt, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. São Paulo: Bookman, 2012.
- Lavor, O. P.; Oliveira, E. A. G. Sequência didática no ensino de lançamento oblíquo com auxílio de simulador da plataforma PhET. *Revista Educar Mais*. v. 6, p. 512 – 522, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/2806>. Acesso em: 20 dez. 2025.
- Miranda, E.; Carvalho, H. P.; Zanatta, S. C. Objetos Educacionais para o ensino de Física: o uso de simulador para o ensino de lançamento oblíquo e horizontal. *Ensino e Tecnologia em Revista*, v. 7, n. 2, p. 600-610, 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/16774>. Acesso em: 20 dez. 2025.
- Wieman, C.; Perkins, K. Transforming Physics Education. *Physics Today*, v. 58, n. 11, p. 36-41, 2005. Disponível em: <https://physicstoday.aip.org/features/transforming-physics-education> Acesso em: 20 dez. 2025

Santos, R. P.; Balthazar, W. F.; Huguenin, J. A. O. Sequência didática para o ensino de cinemática com vídeo análise na perspectiva da teoria de aprendizagem significativa. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 2, p. 54–67, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7072>. Acesso em: 20 dez. 2025.