

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE LANÇAMENTO OBLÍQUO NO ENSINO MÉDIO

A Proposal for Teaching Oblique Projectile Motion in High School

Greyson Adriano Cordeiro da Silva
gacss@discente.ifpe.edu.br

Thiago Vinicius Sousa Souto
thiago.souto@pesqueira.ifpe.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) voltada ao ensino dos conceitos de lançamento oblíquo no Ensino Médio, desenvolvida a partir das dificuldades frequentemente observadas entre os estudantes na compreensão de conteúdos abstratos em Física. A proposta articula múltiplas estratégias pedagógicas, integrando aulas teóricas, simulações computacionais, experimentação em laboratório e atividades práticas com a construção e o lançamento de foguetes confeccionados com material reciclado. Contudo, nosso objetivo foi criar uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), para relacionar o conteúdo abstrato com a prática, ajudando a favorecer o ensino do conceito de lançamento oblíquo. A fundamentação teórica apoia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), que valoriza a relação entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conteúdos a serem aprendidos. A intervenção foi concebida segundo elementos da Pesquisa Baseada em Design (PBD), conforme discutidos por Kneubil e Pietrocola (2017), e aplicada junto a licenciandos em Física vinculados ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de uma instituição pública localizada no agreste pernambucano. Os resultados evidenciaram maior engajamento dos estudantes, avanços na compreensão dos conceitos abordados e uma aproximação mais concreta entre teoria e prática. A experiência reforça o potencial das abordagens pedagógicas diversificadas na apresentação de conteúdos e na avaliação da aprendizagem, contribuindo para tornar o ensino de Física mais contextualizado, atrativo e significativo para os alunos do Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Física; Lançamento Oblíquo; Sequência de Ensino e Aprendizagem; Lançamento de foguetes.

ABSTRACT

This article presents a proposal for a Teaching and Learning Sequence (TLS) aimed at teaching the concepts of projectile motion in high school, developed in response to the recurring difficulties students face in understanding abstract content in Physics. The proposal combines multiple pedagogical strategies, integrating theoretical lessons, computer simulations, laboratory experiments, and hands-on activities involving the construction and launch of rockets made from recycled materials. The theoretical foundation is based on David Ausubel's (2003) Theory of Meaningful Learning, which emphasizes the relationship between students' prior knowledge and

the new content to be learned. The intervention was designed according to elements of Design-Based Research (DBR), as discussed by Kneubil and Pietrocola (2017), and was implemented with undergraduate Physics students participating in the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation (PIBID) at a public institution located in the countryside of Pernambuco, Brazil. Divided into two groups, participants engaged in a didactic sequence that incorporated elements of gamification through the Quizizz platform, the use of computer-based simulators, experiments with a projectile launcher in a structured laboratory, and the construction and launch of rockets using alternative materials. The results revealed increased student engagement, improved understanding of the concepts addressed, and a more concrete connection between theory and practice. The experience reinforces the potential of diverse pedagogical approaches in presenting content and assessing learning, contributing to a more contextualized, engaging, and meaningful Physics education for high school students.

Keywords: Physics Education; Projectile Motion; Teaching and Learning Sequence; Rocket Launching.

1 INTRODUÇÃO

A Física é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos gerais, analisa relações e propriedades, busca a compreensão científica dos comportamentos naturais e gerais do mundo em nosso entorno, sendo que sua abrangência vai do Cosmos, até as estruturas mais elementares da matéria (Ricardo; Freire, 2007). Diante disso, uma questão bastante debatida em trabalhos científicos relacionados ao ensino de Física refere-se a como ensinar de forma a fazer com que o estudante consiga perceber que a Física está presente no mundo ao seu redor, considerando o ritmo de aprendizagem de cada um. Os conteúdos de Física sendo eles abstratos, às vezes se torna muito complexo o ensino para os estudantes, isso é um fator a dificultar a aprendizagem desses conteúdos (Ricardo, 2010).

Nesse contexto, surgiu a seguinte questão de pesquisa: Como os professores de Física podem ensinar os conceitos de lançamento oblíquo de forma a favorecer uma aprendizagem para estudantes do Ensino Médio? trabalhar com o EICTA

A partir dessa problemática, observamos, com base em diversos estudos na área do ensino de Física, especialmente no que se refere ao conceito de lançamento oblíquo (Bastos, 2020; Dos Santos, 2024; Miranda, Carvalho & Zanatta, 2023; Oliveira, 2019), que o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) que articule a abordagem teórica com a realização de experimentações práticas pode favorecer uma compreensão mais aprofundada desta temática. Nesse contexto, uma proposta viável de experimentação consiste na construção de foguetes utilizando materiais de baixo custo, como os que empregam sistemas de propulsão à base de água e ar comprimido. Esse tipo de lançamento possibilita a exploração de diversos conceitos fundamentais da Física, tais como unidades de medida, força gravitacional, sistema Terra-Lua, velocidade de escape, entre outros. A construção do foguete com propulsão hidráulica e pneumática requer uma estrutura bastante simples, composta por uma garrafa PET¹, uma bomba de ar, água, um suporte e um dispositivo de disparo — todos materiais acessíveis e de fácil obtenção.

¹ Garrafa PET é a sigla para garrafa de politereftalato de etileno, um tipo de plástico muito utilizado para embalar bebidas como refrigerantes, água mineral e sucos (ABIPET, 2023).

Assim, o objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) que possa favorecer a aprendizagem de conceitos de lançamento oblíquo para o Ensino Médio.

Levantamos a hipótese que uma variedade de formas que engaja os estudantes associada a múltiplos meios apresentar o conteúdo e a oferta de uma gama de formas que permitam aos estudantes apresentar os resultados de suas aprendizagens pode proporcionar um ensino mais eficaz dos conceitos em questão.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Um breve olhar sobre a formação de professores de Física

Historicamente, a formação de professores de Física enfrenta importantes obstáculos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, segundo os estudos de Gobara e Garcia (2007). O Brasil tem um importante problema devido à escassez de profissionais, que é agravada por questões pedagógicas essenciais que prejudicam a formação adequada dos docentes. A pesquisa realizada pelos autores revela que, apesar do aumento no número de cursos de licenciatura em Física, essa expansão ainda é insuficiente para atender à demanda existente nas escolas de Ensino Médio do país.

Gobara e Garcia (2007) exemplificam que entre 1990 e 2001 apenas 7.216 formados em Física obtiveram o diploma de licenciatura, um número muito menor quando comparado a outras áreas, como Matemática com 55.334 e Língua Portuguesa com 52.829 licenciados. Esse quadro afeta diretamente o ensino, especialmente nas escolas públicas que não conseguem manter professores capacitados e qualificados. Os autores também enfatizam que, além da busca pela licenciatura, existe uma evasão escolar significativa, o que impede que muitos alunos completem sua formação básica na licenciatura em Física.

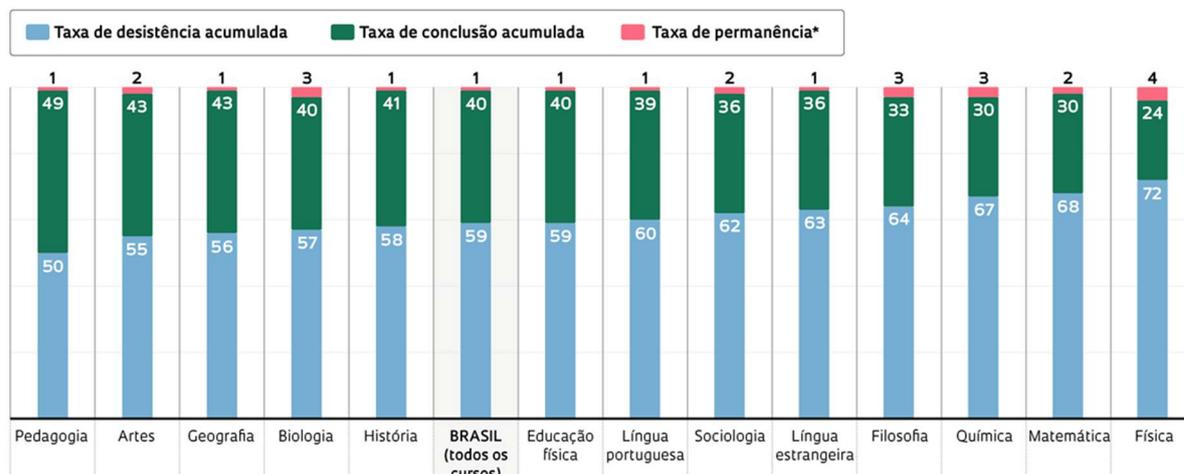
Atualmente, mesmo com o aumento no número de cursos de licenciatura em Física, os desafios persistem. Em 2019, haviam 24.000 inscrições com apenas 1.831 formados nos cursos presenciais. O Censo Escolar de 2018 indicou que, entre os 44.706 professores de Física nas escolas públicas estaduais, apenas cerca de 9.000 — que representam 20% — têm formação específica na área. As disparidades regionais são evidentes: no Centro-Oeste, só 15% dos professores possuem licenciatura em Física, enquanto no Sul essa porcentagem é de 28%.

Além do mais, existe um desequilíbrio de gênero: apenas cerca de um terço dos licenciados são mulheres, com uma desigualdade ainda maior registrada no Nordeste. Em Pernambuco, a análise dos currículos dos cursos públicos demonstra uma integração insatisfatória entre o ensino de física e a formação pedagógica, contribuindo para a falta de conexão entre conteúdo e métodos de ensino.

O declínio nas licenciaturas preocupa especialistas, como Marcia Serra Ferreira, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e diretora de Formação de Professores da Educação Básica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Ela alerta para um “apagão” na formação de professores no Brasil. De acordo com o Censo da Educação Superior, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MEC), desde 2014 observa-se uma queda no número de ingressantes em cursos presenciais de licenciatura — tendência que passou a atingir também os cursos na modalidade a distância a partir de 2021. As áreas mais críticas são ciências sociais, música, filosofia e artes, que apresentaram

os menores números de matrículas em 2021, e as áreas de Física, Matemática e Química, que registraram as maiores taxas de desistência acumulada na última década. Entre os anos de 2012 a 2021 a taxa de desistência dos estudantes matriculados em Física foi de cerca de 72%, sendo esta a maior evasão dentro entre os cursos de licenciatura analisados, veja a figura 1 a seguir (Queiroz, 2023).

Figura 1 - Taxas de Desistência, Conclusão e Permanência de alguns cursos de Licenciatura no Brasil



Fonte: Queiroz, 2023.

Por outro lado, Borges (2006) acrescenta à discussão ao enfatizar que a situação da formação de professores de Física no Brasil não diz respeito apenas à quantidade, mas que envolve de forma crítica a qualidade do ensino oferecido. O autor aponta que, para aprimorar o ensino de Física, é fundamental aumentar anualmente o número de professores, mas isso por si só não é suficiente; é imprescindível melhorar a formação inicial desses docentes. Essa reflexão ressalta que a simples ampliação de vagas e cursos não resolverá os problemas estruturais se não houver o desenvolvimento de competências ou uma reestruturação pedagógica que proporcione uma aprendizagem significativa e um pensamento crítico nos alunos.

Nesse contexto, as informações mais atuais apresentadas no gráfico, referentes ao ano de 2023, mostram que a condição ainda é alarmante: mesmo que a escassez de professores em Física seja a mais intensa, todos os cursos de licenciatura demonstram taxas de abandono que ultrapassam 50%. Isso indica que o obstáculo não se restringe ao ensino superior, mas tem suas raízes na educação básica, que muitas vezes não prepara os alunos de maneira eficaz para os desafios que surgirão nas fases seguintes, contribuindo para a evasão e para a manutenção da problemática na formação de professores.

Mas quais são as falhas na formação dos professores?

Para esclarecer essa questão, é interessante observar as palavras de Carl Wieman, premiado com o Nobel de Física em 2001. No entanto, não pretendo cair na falácia da falsa autoridade. Na verdade, Wieman também foi reconhecido como Professor Nacional do Ano de 2004 pelo Conselho de Avanço e Apoio da Educação (CASE, em inglês) e pela Fundação Carnegie. Durante um encontro promovido pelo Departamento de Educação Americano em março de 2004, afirmou que embora a ciência tenha avançado rapidamente nos últimos 500 anos por meio da experimentação, o ensino de ciências ainda se mantém preso a tradições e práticas ultrapassadas. Diante das demandas da sociedade contemporânea, é essencial

oferecer aos estudantes uma educação científica que promova compreensão significativa dos métodos científicos e o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas (Borges, Oto. 2006).

2.1.2 Como melhorar a formação de professores de Física?

Diante das análises realizadas por Borges (2006) e por Gobara e Garcia (2007), é claro que, para aprimorar a formação de docentes de Física no Brasil, é fundamental implementar mudanças significativas nas estruturas e na abordagem pedagógica. Um dos caminhos sugeridos pelos autores é abandonar as práticas tradicionais de ensino, que ainda se concentram na memorização, formulações e resoluções mecânicas de exercícios, para permitir que os estudantes desenvolvam seu pensamento crítico e científico, além de habilidades argumentativas.

Assim, nota-se que, apesar dessas sugestões de alteração terem sido debatidas e até implementadas ao longo de muitos anos, os resultados ainda não se mostram adequados para mudar de forma significativa a situação da formação de professores em Física. A continuidade das discussões sobre os mesmos desafios mostra que os progressos feitos foram restritos e que a superação dessa situação demanda intervenções mais abrangentes, coordenadas e duradouras.

Para tornar os cursos de licenciatura em Física mais interessantes, é essencial incluir de maneira organizada o desenvolvimento de sequências de ensino inovadoras, que estejam em sintonia com as pesquisas contemporâneas nas áreas de ciências cognitivas, ensino de ciências e educação. Essas sequências vão possibilitar que os futuros educadores aprendam a converter conceitos físicos abstratos em situações práticas do dia a dia dos estudantes, assim o ensino se tornará mais relevante e acessível, o que irá facilitar a compreensão dos conceitos físicos e a valorização da matéria (Zuza et al, 2014).

Borges (2006) ressalta que o ensino de Física deve ser realizado com o mesmo nível de rigor que se aplica a uma pesquisa científica, o que implica em criar estratégias baseadas em evidências. Isso envolve o uso de metodologias ativas², como o ensino por investigação, a aprendizagem centrada em problemas, e a utilização de recursos como simulações, experimentos virtuais e experimentos físicos, que favorecem uma aprendizagem dinâmica e participativa que contribuam para a construção do conhecimento.

Diante disso nos últimos anos, algumas políticas e programas foram colocados em prática com a finalidade de lidar com a escassez de educadores de Física e aprimorar sua formação inicial e continuada. dentre essas ações, merecem destaque

² José Moran, em seu artigo "Mudando a educação com metodologias ativas", define metodologias ativas como abordagens pedagógicas que colocam o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Essas metodologias buscam transformar a prática educativa tradicional, centrada no professor, em um modelo mais dinâmico e participativo, onde o estudante assume um papel ativo na construção de seu conhecimento. Moran destaca que, em vez de seguir um currículo rígido e disciplinar, as instituições educacionais devem adotar práticas que envolvam os alunos em atividades interativas, projetos colaborativos e uso de tecnologias digitais, promovendo uma aprendizagem mais significativa e conectada com as demandas contemporâneas (Moran, 2015). Essa perspectiva está alinhada com a ideia de que, para tornar os cursos de licenciatura em Física mais interessantes, é essencial incluir de maneira organizada o desenvolvimento de sequências de ensino inovadoras. Essas sequências devem estar em sintonia com as pesquisas contemporâneas nas áreas de ciências cognitivas, ensino de ciências e educação, permitindo que os futuros educadores aprendam a converter conceitos físicos abstratos em situações práticas do dia a dia dos alunos. Assim, o ensino se torna mais relevante e acessível, facilitando a compreensão dos conceitos físicos e a valorização da matéria.

o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), estabelecido em 2007, cujo propósito é estimular a retenção de alunos nos cursos de formação, diminuir a evasão e aproximar os futuros educadores para a realidade das escolas públicas. O programa favorece a interação entre as universidades e a educação básica, disponibilizando bolsas para estudantes, professores supervisores e coordenadores, além de promover práticas pedagógicas e cooperativas, contribuindo também para a valorização da carreira docente. A inclusão de professores da educação básica como cofomadores dos licenciandos fortalece a ligação entre teoria e prática, melhorando a qualidade na formação docente.

Entre as medidas adotadas destaca-se a ampliação das licenciaturas nos institutos federais (IFs), o Plano Nacional de Formacoes de Educação Basica PARFOR) e os programas de mestrados profissionais em ensino de Ciências, voltadas a suprir a carência de docentes de Física. Apesar dos avanços, persistem muitos desafios ligados às condições de trabalho como baixos salários e falta de valorização social da carreira, o que reforça a necessidade de políticas mais amplas que assegurem condições adequadas e formação contínua.

Assim, concluímos que, para que haja um avanço significativo na formação dos professores de Física no Brasil, é necessário um esforço que una mudanças nos currículos, nas metodologias e nas estruturas, com o objetivo de promover uma formação docente crítica, contextualizada e comprometida com uma aprendizagem significativa que tenha relevância na vida dos alunos.

2.2 O que é Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA)?

A Sequência de Ensino e Aprendizagem é entendida como um plano de ação estruturado, formado por várias atividades organizadas de maneira deliberada, com a finalidade de facilitar a assimilação de um conceito científico que será abordado. Essas atividades são elaboradas para ajudar o aluno a conectar seus conhecimentos anteriores e os desafios conceituais, evidenciando as dificuldades ligadas à compreensão dos conteúdos (Kneubil; Pietrocola, 2017). Conforme afirmam Méheut e Psillos (2004), uma (SEA) pode ser definida como um ciclo contínuo de aprimoramento, fundamentado na análise de dados coletados por meio de pesquisas, que envolve a elaboração, aplicação e revisão de sequências educativas focadas em temas específicos para estudo e avaliação.

O conceito de Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), conhecido internacionalmente como Teaching-Learning Sequence (TLS), consolidou-se como uma diretriz pedagógica que promove a aprendizagem intencional de conteúdos específicos, articulando fundamentos teóricos e práticos. Sua origem está associada ao desenvolvimento metodológico da pesquisa conhecida como Design-Based Research (DBR), que ganhou relevância nas décadas de 1990 e 2000, sobretudo em investigações voltadas ao campo da educação em ciências. (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Historicamente, surgiu a necessidade de desenvolver sequências didáticas mais específicas, ao se perceber que as teorias gerais da aprendizagem, apesar de relevantes, não são suficientes para resolver os desafios encontrados em sala de aula. De acordo com Kneubil e Pietrocola (2017) havia uma lacuna no conhecimento didático voltado para conteúdos específicos, o que limitava a eficácia das práticas pedagógicas, especialmente no ensino de temas abstratos e complexos, como os presentes na Física.

O progresso das Sequências de Ensino Aprendizagem (SEA) está intimamente ligado à pesquisa fundamentada no Design-Based Research (DBR), que visa conectar teoria e prática por meio de um processo colaborativo, interventivo e cíclico. A pesquisa baseada em design foi introduzida na área educacional por autores como (Brown, 1992 apud Kneubil; Pietrocola, 2017) e (Collins, 1992 apud Kneubil; Pietrocola, 2017) e se define como uma abordagem que facilita o planejamento, a testagem, a avaliação e a melhoria contínua de intervenções educacionais, incluindo materiais didáticos, currículos ou sequências de ensino.

Dentro desse cenário, as Sequências de Ensino Aprendizagem emergem como uma solução concreta para os problemas enfrentados na educação científica. Elas buscam criar atividades que vão além da mera transmissão de informações, promovendo aprendizado significativo ao contextualizar conceitos científicos em situações do cotidiano dos estudantes e ao desenvolver modelos conceituais. Também, essas sequências levam em conta tanto os aspectos epistemológicos dos conteúdos científicos quanto as interações pedagógicas que acontecem no ambiente escolar (Méheut; Psillos, 2004).

Dessa forma, a Sequência de Ensino Aprendizagem representa um avanço nas investigações sobre o ensino, reconhecendo a necessidade de alinhar a teoria com a realidade da sala de aula. Ela constitui uma estratégia educacional eficaz para estimular inovações no ensino, particularmente nas ciências, ao permitir que conceitos complexos sejam abordados de maneira contextualizada, gradual e significativa.

2.2.1 Como construir uma Sequência de Ensino e Aprendizagem?

A criação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) é um trabalho planejado e organizado, embasado em teorias e práticas educacionais. Essa atividade visa facilitar uma aprendizagem relevante, conectando o conhecimento científico com as experiências dos estudantes, ajudando a superar dificuldades conceituais e a desenvolver habilidades cognitivas e conceituais.

De acordo com Kneubil e Pietrocola (2017), o desenvolvimento de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) vai além da simples organização linear de atividades. Trata-se de uma abordagem que exige a construção de um design didático consistente, considerando elementos essenciais como os conhecimentos prévios dos estudantes, as especificidades do conteúdo a ser ensinado, o contexto do ambiente de aprendizagem e os fundamentos epistemológicos que sustentam o ensino do tema em questão. Os autores destacam que uma SEA eficaz é aquela que "procura conectar aspectos teóricos da pesquisa educativa com a prática escolar, favorecendo inovações no currículo e nas metodologias" (Kneubil; Pietrocola, 2017, p. 2).

O processo de elaboração de uma SEA geralmente envolve uma série de etapas conectadas entre si. O primeiro passo é definir o tema e os princípios do design, que guiarão todo o desenvolvimento. Esses princípios podem estar relacionados à epistemologia do conteúdo, às percepções dos alunos, às teorias de aprendizado ou às características do ambiente social e educativo onde a sequência será aplicada (Kneubil; Pietrocola, 2017). Como apontam Méheut e Psillos (2004), "a SEA implica a integração do design, desenvolvimento e aplicação de sequências de ensino sobre temas específicos, em um processo cíclico e evolutivo" (Méheut; Psillos, 2004, p. 512).

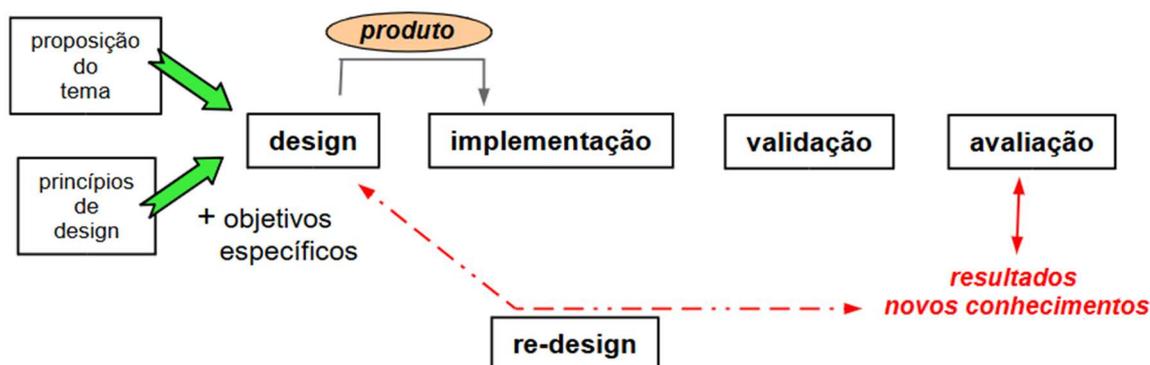
Em seguida, inicia-se a fase de design propriamente dita, onde são elaboradas as atividades que farão parte da SEA. Essas atividades devem ser organizadas de forma que possibilitem uma progressão conceitual, começando por situações problemáticas que sejam familiares aos alunos, para depois, gradualmente, estabelecer modelos científicos mais rigorosos. Kneubil e Pietrocola (2017) enfatizam que a elaboração do design deve se basear em dados sólidos e verificáveis, provenientes tanto da pesquisa científica quanto das vivências práticas no ambiente escolar.

Após a elaboração das atividades, a próxima fase é a implementação, que envolve a aplicação da SEA em um contexto real de ensino, frequentemente sob a supervisão da equipe de pesquisa e dos educadores participantes. Essa fase é crucial para observar como os alunos se envolvem com as atividades, como constroem seu conhecimento e quais dificuldades surgem durante o processo (Kneubil; Pietrocola, 2017).

A etapa final é a de avaliação e análise, que visa compreender os impactos da SEA no aprendizado dos alunos. Essa avaliação abrange tanto o resultado final (ou seja, o material didático criado) quanto o processo, considerando as interações que ocorreram, as respostas dos alunos e as práticas docentes registradas (Méheut; Psillos, 2004).

Por fim, chega a etapa de redesign, na qual a SEA é revisitada, aprimorada e ajustada com base nos dados coletados na avaliação anterior. Este é um processo cíclico, onde a SEA passa por etapas contínuas de melhoria. Como mencionam Collins, Joseph e Bielaczyc (2004, apud Kneubil; Pietrocola, 2017), que o projeto passa por um processo contínuo de ajustes, guiado pelas vivências práticas, até que todas as falhas sejam identificadas e tratadas, o que revela o caráter cíclico e progressivo desta metodologia (ver figura 2).

Figura 2 - Etapas do processo de design.



Fonte: Kneubil; Pietrocola, 2017.

Durante todo o processo, é essencial que a construção da SEA seja feita de forma colaborativa, envolvendo pesquisadores, docentes e, sempre que viável, os próprios alunos. Essa colaboração assegura que a sequência didática esteja em consonância tanto com os princípios científicos quanto com as necessidades concretas do ambiente educacional. Van den Akker (1999, apud Kneubil; Pietrocola, 2017) enfatiza que sem a colaboração entre pesquisadores e profissionais da prática, torna-se difícil compreender plenamente os desafios que emergem durante a implementação e elaborar soluções eficazes para enfrentá-los.

Desse modo, elaborar uma SEA implica muito mais do que escolher atividades; requer um trabalho metódico de análise dos conteúdos, das dificuldades dos estudantes, dos princípios pedagógicos e das condições práticas de aplicação. É um

processo científico, reflexivo e colaborativo, que visa integrar teoria e prática, promovendo um ensino mais contextualizado, relevante e que atenda às demandas do século XXI.

2.3 Um pouco da ciência do lançamento Oblíquo

O lançamento oblíquo é a resultante da combinação de dois movimentos que ocorrem simultaneamente e de forma independente: um movimento com módulo da velocidade constante na direção horizontal e um movimento acelerado na direção vertical, influenciado pela aceleração da gravidade. De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2016), esse tipo de lançamento acontece quando algo é lançado a uma velocidade inicial não nula e que faz um ângulo diferente de 90° em relação ao solo, produzindo uma trajetória em formato de parábola.

No estudo do lançamento oblíquo, adota-se um modelo ideal em que a resistência do ar é desprezada, considerando-se que a única força atuante após o lançamento é o peso do objeto, ou seja, a força gravitacional. Nesse cenário, o movimento na direção horizontal ocorre com velocidade constante, uma vez que não há forças atuando nessa direção. Já na direção vertical, o objeto está sujeito à aceleração da gravidade, o que provoca uma variação linear da componente vertical da velocidade ao longo do tempo (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

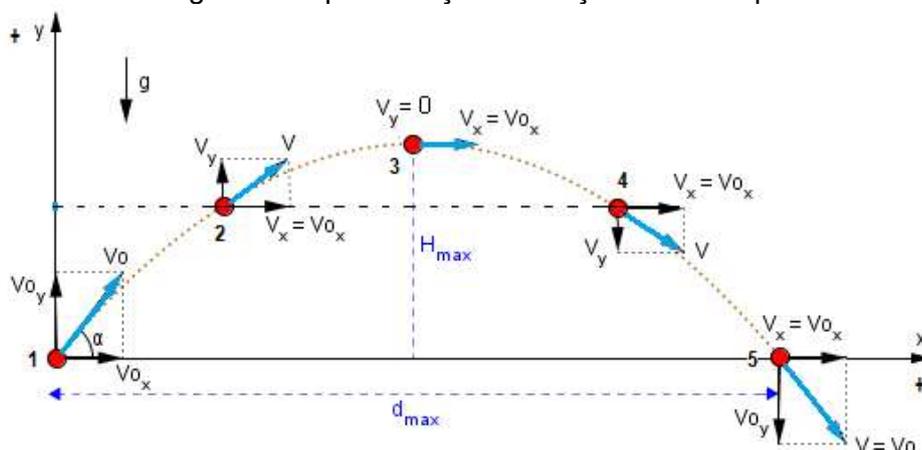
Do ponto de vista matemático, é possível dividir o lançamento oblíquo em duas equações distintas: uma referente ao eixo x e outra ao eixo y, (ver quadro 1).

Quadro 1 - Equações distintas referentes ao eixo x e y

Eixo	Equação do movimento	Componente da velocidade inicial
Horizontal (x)	$x = v_{0x} \cdot t$	$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \Theta$
Vertical (y)	$y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$	$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \Theta$

Finalizando g sendo a aceleração da gravidade (Halliday; Resnick; Walker, 2016). Algumas dessas grandezas discutidas no lançamento oblíquo estão presentes na figura 3 a seguir.

Figura 3 - representação do lançamento oblíquo



Fonte: <https://vamosestudarfisica.com/lancamento-o-que-e-lancamento-obliquo/>

Essas equações possibilitam calcular aspectos fundamentais do lançamento, como o alcance horizontal máximo, que é a distância percorrida ao longo do eixo x até que o objeto retorne ao ponto de lançamento, e a altura máxima, que representa o ponto mais elevado alcançado na trajetória, quando a componente vertical da velocidade se torna momentaneamente zero. O tempo que o objeto leva para subir é igual ao tempo que leva para descer, o que demonstra a simetria da trajetória parabólica em lançamentos e quedas realizadas a partir do mesmo nível.

O lançamento oblíquo é um exemplo tradicional da utilização das leis do movimento criadas por Isaac Newton (1643-1727), pois envolve o exame da trajetória resultante da união dos movimentos horizontal e vertical. Embora na época de Newton não houvesse a formalização do cálculo vetorial — que só foi desenvolvido no século XIX por pensadores como Hamilton, Grassmann e Gibbs —, a sua mecânica já estabelecia a base para entender a queda livre, que continua sendo o conceito fundamental na descrição dessa forma de movimento. Dessa forma, a investigação do lançamento oblíquo permite não apenas a compreensão de fenômenos naturais e suas aplicações tecnológicas, mas também apresenta aos alunos a noção de modelagem integrada de diversos elementos do movimento.

2.3.1 Por que ensinar lançamento oblíquo?

A inclusão de atividades práticas, como o estudo do lançamento oblíquo e a criação de foguetes educacionais no ambiente escolar, é apoiada pela legislação educacional do Brasil. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9.394/1996, determina em seu Art. 35 que o Ensino Médio visa, entre outras metas, a consolidação do conhecimento e a preparação dos alunos para exercer sua cidadania, além de garantir uma formação que os capacite a se adaptarem às incessantes transformações do mercado de trabalho e da ciência (BRASIL, 1996).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que é um documento normativo, indica que o ensino de Física deve facilitar a compreensão de conceitos que ajudem os alunos a analisar fenômenos do mundo físico e tecnológico. A BNCC aponta, na seção específica de Ciências da Natureza, a relevância de "analisar movimentos em duas dimensões, como no lançamento oblíquo, relacionando as grandezas físicas envolvidas" (BRASIL, 2018, p. 565). Portanto, conteúdos como cinemática e dinâmica, essenciais para entender o lançamento de foguetes, estão diretamente incorporados no currículo oficial.

Apoiando essa visão, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Resolução CNE/CEB nº 2/2012) reiteram a necessidade de práticas educativas que ofereçam aos alunos a possibilidade de desenvolver habilidades cognitivas, técnicas e socioemocionais, além de uma compreensão dos processos científicos e tecnológicos relacionados à sua realidade (BRASIL, 2012).

Além disso, iniciativas e projetos como a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA, 2025) e a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG, 2025), com o respaldo de instituições oficiais como o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério da Educação (MEC), validam e estimulam o desenvolvimento de abordagens pedagógicas focadas no ensino de conceitos de física e astronomia, utilizando atividades como o lançamento de foguetes como estratégias motivadoras e integradas.

Dessa forma, a abordagem de conceitos como o lançamento oblíquo e o movimento de projéteis, exemplificados pela construção e lançamento de foguetes,

não só cumpre as exigências legais e as diretrizes curriculares, mas também promove o desenvolvimento do raciocínio científico, a experimentação e a habilidade de resolver problemas, alinhando-se às exigências formativas contemporâneas.

Contudo o estudo do movimento oblíquo ultrapassa o simples uso de equações e contas: permite ao aluno perceber como a Física se revela na vida cotidiana, desde atividades esportivas até inovações tecnológicas. Essa temática incentiva a curiosidade, o raciocínio crítico e a habilidade de conectar teoria e exercício prático, promovendo a independência intelectual e o prazer pela investigação científica. Portanto, estudar o movimento de projéteis não se resume a cumprir uma disciplina escolar, mas é uma maneira de fazer com que se perceba que a ciência faz parte do dia a dia e pode ser explorada de forma criativa e significativa.

2.3.2 Como ensinar lançamento oblíquo por meio de Sequência de Ensino e Aprendizagem?

O ensino de conceitos físicos, como o lançamento oblíquo, enfrenta múltiplos obstáculos na educação básica, especialmente ao se adotarem métodos tradicionais que priorizam a exposição verbal e a resolução de exercícios desvinculados da realidade. Vários pesquisadores indicam que a criação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, pode ser uma abordagem eficaz para contornar essas barreiras e facilitar uma aprendizagem mais profunda e relevante (Moreira, 2011).

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa acontece quando o estudante consegue vincular novas informações a conceitos que já fazem parte de seu conhecimento prévio, chamados de subsunçores (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980 Apud Bastos, 2020). Dessa forma, é vital que o docente explore previamente o que o aluno já entende sobre um fenômeno específico, para então organizar uma sequência didática que ajude na construção de novos saberes.

O desenvolvimento de atividades experimentais vem crescendo ao longo dos tempos, segundo Souza (2007) revela que a utilização de experimentos de Física no Ensino Médio não é nenhuma novidade. Ele acrescenta que existem diversas instituições de ensino e pesquisa, inclusive a NASA³, que desenvolvem competições entre estudantes como o lançamento de pequenos foguetes, similares aos de grandes proporções, tripulados ou não, incentivando a disputa apenas comparando o alcance e a altura alcançada.

Nesse contexto, a adoção de experimentos e simuladores interativos tem mostrado ser uma tática eficaz. Por exemplo, o uso do software Modellus possibilitou que estudantes do Ensino Médio ajustassem variáveis como ângulo e velocidade inicial em simulações de lançamentos oblíquos, tanto com resistência do ar quanto sem, promovendo um aprendizado mais dinâmico e contextualizado (Santos et al. , 2024). Os resultados dessa metodologia evidenciaram um maior envolvimento dos alunos e uma compreensão mais precisa dos fenômenos físicos envolvidos.

Além do uso de simulações digitais, atividades práticas com foguetes feitos de garrafas PET também se destacam como ferramentas pedagógicas significativas. Bastos (2020) criou uma SEA que envolvia a construção e o lançamento de foguetes utilizando propulsão a água, abordando conceitos como as Leis de Newton,

³ “NASA” é a abreviação de *National Aeronautics and Space Administration*, ou ‘Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica’ em português. Em outras palavras, essa é a agência civil do governo dos Estados Unidos especializada em exploração espacial e pesquisa sobre voos e aeronaves.

quantidade de movimento e balística. Essa metodologia prática contextualiza os conteúdos e aumentou o interesse dos alunos pela ciência, permitindo a exploração ativa dos conceitos físicos de maneira interdisciplinar.

Outro exemplo notável é o relato de Silva e Meira Filho (2023), que descrevem uma sequência didática com atividades iniciais para investigar os conhecimentos prévios dos alunos, seguida pela construção e lançamento de foguetes, além da análise dos dados obtidos. Essa estratégia tinha como objetivo unir teoria e prática, ressaltando o movimento balístico e seus componentes, como alcance, tempo de voo e o impacto da resistência do ar. O processo foi cuidadosamente estruturado para que os alunos se tornassem protagonistas na construção do saber, relacionando suas experiências anteriores com as teorias científicas.

Também se ressalta a relevância da utilização de tecnologias inclusivas, como o software Tracker para a análise de vídeos, conforme sugerido por Santos e colaboradores (2017). A análise em vídeo ofereceu aos alunos uma visualização detalhada das trajetórias de movimentos oblíquos, combinando a experimentação com uma abordagem educacional baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). De acordo com os autores, "a sequência foi criada visando intensificar a aprendizagem significativa, fundamentada em subsunções relevantes e na utilização de organizadores prévios" (Santos et al. , 2017, p. 56).

Além disso, Miranda e sua equipe (2023) enfatizam que simuladores virtuais (como o PhET⁴). são ferramentas valiosas para o ensino de cinemática, especialmente se usados com objetivos pedagógicos definidos e conectados a uma abordagem de Sequência em Aprendizagem (SEA). Eles afirmam que "apenas reproduzir atividades experimentais não é suficiente para facilitar a compreensão dos conceitos", sendo necessário associar tais atividades a estratégias que sejam cognitivamente significativas.

Portanto, conclui-se que ensinar sobre lançamento oblíquo através de uma sequência didática requer a elaboração de atividades que valorizem o conhecimento prévio dos estudantes, incentivem a interação entre teoria e prática, e incluam tecnologias acessíveis para tornar o aprendizado mais atrativo. A união de experimentos com foguetes, simuladores e análises de vídeo, fundamentada na teoria de Ausubel, constitui uma abordagem sólida para o desenvolvimento de habilidades científicas e a construção de um ensino de Física mais relevante.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa enquadra-se no paradigma qualitativo e tem características da pesquisa participante (Garcia, 1995). A pesquisa participante, segundo Michel Thiollent (2011), é uma abordagem metodológica que envolve diretamente os sujeitos da pesquisa em todas as suas etapas, buscando tanto compreender quanto transformar a realidade social. Diferente das metodologias tradicionais, ela promove uma relação horizontal entre pesquisador e participantes, valorizando os saberes locais e a participação ativa da comunidade.

Essa forma de investigação está próxima da pesquisa-ação, sendo orientada pela solução de problemas concretos e pela emancipação dos sujeitos. O

⁴ O PhET (sigla para Physics Education Technology) é uma plataforma online criada pela Universidade do Colorado Boulder que oferece simulações interativas gratuitas para o ensino de ciências, especialmente Física, Química, Biologia e Matemática. Essas simulações permitem que estudantes e professores explorem conceitos científicos de forma visual e prática, facilitando a compreensão por meio de experimentação virtual (PhET, 2025).

pesquisador atua como facilitador, promovendo um processo coletivo e reflexivo, com o uso de técnicas como entrevistas, oficinas e rodas de conversa. Trata-se, portanto, de uma metodologia crítica e engajada, voltada à transformação social e à construção compartilhada do conhecimento (Thiollent, 2011).

Neste capítulo, apresentamos o caminho metodológico adotado nas atividades realizadas com os futuros professores do curso de Física, participantes do programa PIBID⁵, no contexto da pesquisa sobre lançamento oblíquo. Descrevemos o processo de elaboração da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), incluindo a seleção dos participantes e do local, a estruturação da SEA, os instrumentos de coleta e tratamento dos dados, bem como a análise das falas dos estudantes, utilizadas como uma das bases para aprimorar a proposta didática.

3.1 Os Participantes, o Local, o Período de realização da Pesquisa e os instrumentos de Coleta Dados

Os participantes da pesquisa foram estudantes da licenciatura em Física de uma Instituição Pública do agreste de Pernambuco, todos estão participando do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A pesquisa foi realizada entre os meses de abril e junho. Essa SEA foi proposta e vivenciada e dividida em duas equipes para a realização das intervenções, a saber:

A **Equipe A** foi composta por cinco estudantes de um grupo vinculados ao PIBID; contudo, apenas três deles participaram ativamente. Dos estudantes, dois eram mulheres e um homem com idade entre 20 e 25 anos, estudantes de uma instituição pública federal de Pernambuco, o período de realização da SEA com a Equipe A foi do dia 14/04/2025 a 05/05/2025. Por fim, da SEA eles responderam a três questionários relacionados aos conteúdos apresentados nas aulas anteriores. Antes de participarem da intervenção, todos os integrantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando sua colaboração na pesquisa.

A **Equipe B** foi composta por seis estudantes de outro grupo também vinculado ao PIBID, que participaram da intervenção. Dos estudantes, cinco eram mulheres e um homem também com uma idade entre 20 e 25 anos, também estudantes de uma instituição pública federal de Pernambuco. O período de realização da SEA para a Equipe B foi do dia 12/05/2025 a 21/05/2025. Ao final, todos se envolveram ativamente, respondendo a três questionários referentes aos conteúdos abordados nas aulas em que estiveram presentes. Antes de sua participação na intervenção, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando formalmente sua colaboração na pesquisa.

Para a coleta de dados foram utilizadas três ferramentas principais para a obtenção dos dados: o diário de bordo, que documentou as ações, reflexões e recomendações dos participantes durante a SEA; o Quizizz, que foi utilizado de maneira gamificada para medir conhecimentos prévios e monitorar o aprendizado; e as atividades práticas utilizando o simulador PhET e o lançador de projéteis CIDEPE, que facilitaram a exploração de conceitos de cinemática de um modo interativo e experimental. Esses meios permitiram conectar teoria e prática, além de enriquecer a coleta de dados para análise.

⁵ O PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) é uma iniciativa do Ministério da Educação (MEC) que oferece bolsas para estudantes de licenciatura participarem de atividades em escolas públicas, com o objetivo de aproximar a formação teórica da prática docente e valorizar a carreira de professor desde a graduação (BRASIL, 2024).

A utilização combinada dessas ferramentas possibilitou uma triangulação metodológica, diversificando a coleta de dados e aprofundando a compreensão sobre o efeito da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA).

3.2 Criação da Sequência de Ensino e Aprendizagem

A sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) foi construída pelo pesquisador junto ao seu orientador, devido a monitorias realizadas no Espaço Interativo e Ciências Tecnologias e Artes (EICTA)⁶. Onde neste Espaço trabalhamos com uma variedade de experimentos voltados ao ensino de Física. Contudo os estudantes do PIBID nos ajudaram a melhorar a SEA, todavia elaboramos uma organização estruturada com atividades progressivas, articulando teoria, experimentação e prática, sempre com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nos princípios da pesquisa Baseada em Design (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Etapa teórica e gamificada - realizamos uma aula interativa e com elementos de jogos empregando vídeos, animações e situações do dia a dia do estudante para introduzir o tema de lançamento obrigatório. Também foi aplicado um Quiz interativo na plataforma Quizizz que ajudou a aumentar o envolvimento dos alunos.

Etapa experimental - utilizamos o simulador PHET para o movimento de projéteis e o lançador de projéteis do CIDEPE. Isso permitiu que os alunos manipulassem variáveis, observassem a trajetória em parábola e analisassem medidas como alcance e altura máxima.

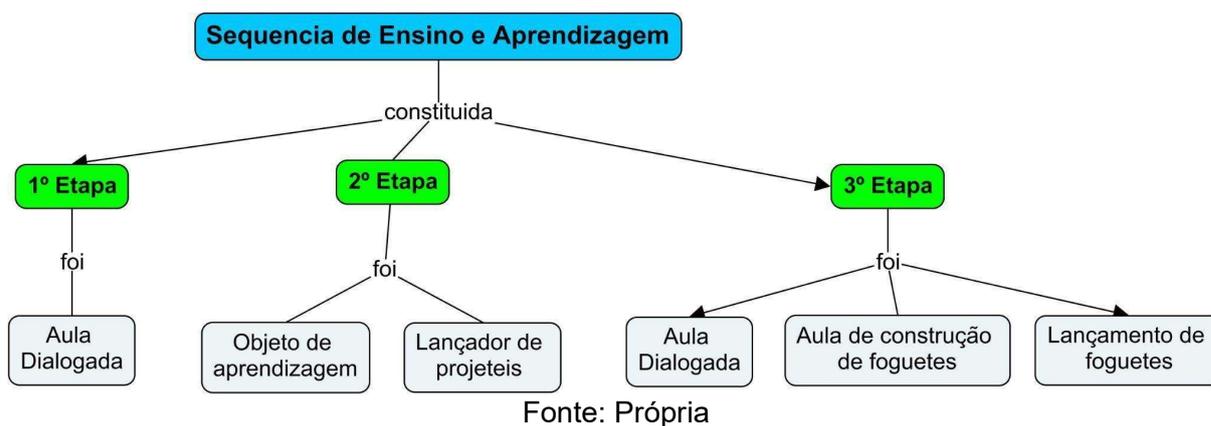
Etapa prática(Construção e Lançamentos de Foguetes) - nesta etapa final houve a construção e o lançamentos de foguetes de garrafa PET, o que integrou tanto a teoria e a prática e possibilitou a aplicação dos conceitos físicos envolvidos de uma forma significativa e contextualizada.

3.3 Sequência de Ensino e Aprendizagem

A Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) foi ministrada em duas ocasiões distintas, a primeira aconteceu para os participantes da Equipe A em que três pessoas tiveram participação ativa. A SEA foi organizada em três etapas que são detalhadas a seguir na figura 4:

Figura 4 - Etapas da Sequência de Ensino e Aprendizagem para a Equipe (A)

⁶ EICTA - Espaço Interativo de Ciência, Tecnologia e Artes, Espaço de divulgação científica e tecnológica. para ter acesso a página clique [AQUI](#).



A **primeira etapa** foi constituída por uma aula dialogada utilizando-se de apresentação online de slides⁷, contendo neste:

- a) Vídeos explicativos sobre experimentos de lançamento horizontal e lançamento vertical;
- b) Dados e imagens sobre um experimento realizado anteriormente pelo pesquisador sobre o princípio da independência dos movimentos⁸ de Galileu Galilei (1564 - 1642);
- c) Gifs animados demonstrando o lançamento oblíquo nos esportes como futebol, lançamentos de dardo, peso e salto em distância;
- d) Imagens de alguns exemplos que relaciona os dois tipos de movimento, o movimento horizontal e o movimento vertical;
- e) Questões envolvendo os movimentos horizontal, vertical, altura máxima e alcance máximo no lançamento oblíquo questões teóricas.
- f) Questões no formato de Quizizz^{9,10}.

Este Quizizz foi apresentado com treze questões de múltipla escolha sendo cinco objetivas com quatro alternativas em que apenas uma era correta que envolvia perguntas relacionadas ao slide; como questões sobre conceitos fundamentais e interpretação de situações-problemas. Uma estratégia no formato de jogo para proporcionar mais uma forma de engajamento para os estudantes diante dos conteúdos de lançamento oblíquo.

Figura 5 - Layout da gamificação Quizizz.

⁷ Para ter acesso a apresentação de slide online utilizado na 1ª etapa da SEA clique [AQUI](#).

⁸ O Princípio da independência dos Movimentos de Galileu Galilei (1564 - 1642) pode ser percebido quando um corpo está sujeito a múltiplos movimentos simultâneos, como por exemplo horizontal e vertical, em que cada componente ocorre de forma independente. O movimento resultante é a composição vetorial desses movimentos, explicando assim a trajetórias parabólicas em projéteis, que pode ser observada na figura XXX - representação do lançamento oblíquo (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

⁹ Quizizz é uma plataforma online de gamificação que permite criar e jogar quizzes (questionários) interativos de forma divertida e engajadora. É amplamente utilizada em contextos educacionais, mas também pode ser usada para treinamentos corporativos ou apenas para diversão. (USP, 2025). Para acessar o questionário (Quizizz) utilizado na 1ª etapa da SEA clique [AQUI](#).

¹⁰ Você pode acessar o quadro que apresenta as questões de múltipla escolha do Quizizz utilizado na 1ª Etapa da SEA sobre lançamento oblíquo. O quadro contém as 13 questões com suas respectivas alternativas em que apenas uma está correta, sendo indicada entre parênteses e o respectivo objetivo de aprendizagem para cada uma dessas questões. Esses objetivos de aprendizagem servirão como base para análise das respostas dos estudantes a fim de basear as inferências sobre suas aprendizagens. Para ter acesso ao quadro clique [AQUI](#).

É de fundamental importância ressaltar que foi utilizada uma abordagem problematizadora para o ensino desde um questão inicial, que depois da exibição de um vídeo mostrando o lançamento do “homem bala” de um canhão em uma rede de proteção (ver figura 5), o pesquisador questionou: “Como ele o (homem bala), sabe o local correto de colocar sua rede de proteção, evitando que ele morra?”

Figura 6 - slide contendo a problematização inicial sobre o “homem bala”



Fonte: próprio.

Outras questões se seguiram ao longo da aula com o intuito de manter os estudantes engajados no aprendizado e ao mesmo tempo verificar como suas concepções prévias sobre o assunto, quando as perguntas eram feitas antes da explicação, quanto para verificar como os conceitos foram percebidos pelos participantes da pesquisa após o debate dos conceitos. Isso explicita como a dialogicidade foi uma ferramenta didática fundamental para construção da SEA sobre lançamento oblíquo.

A **segunda etapa** foi marcada pela utilização de dois recursos didáticos: (1) o objeto de aprendizagem¹¹, caracterizado por uma simulação computacional,

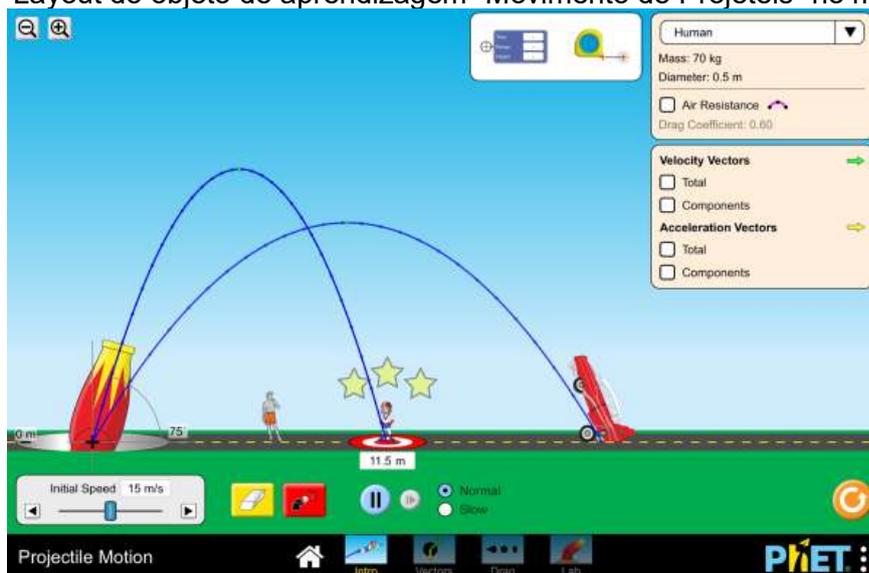
¹¹ Os objetos de aprendizagem (OAs) são definidos como recursos instrucionais que podem ser reutilizados em diferentes contextos de ensino, com o objetivo de apoiar a construção do conhecimento de maneira modular e acessível. Para Wiley (2000, p. 16), um objeto de aprendizagem é “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar o aprendizado”, o que inclui animações, vídeos, infográficos, simulações, entre outros recursos mediados por tecnologias digitais. No contexto educacional brasileiro, Melo e Borges (2007, p. 26) ampliam essa definição, afirmando que objetos de aprendizagem são “qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou

“Movimento de projéteis” encontrado no site PHET¹² Interactive Simulations e (2) o Experimento de Lançador de projéteis com aparador. Faremos a descrição de cada um dos recursos didáticos e as atividades associadas à sua utilização em sala de aula mais adiante.

Como mencionado anteriormente utilizamos o objeto de aprendizagem “Movimento de projéteis”, desenvolvida pelo projeto PhET Interactive Simulations da University of Colorado Boulder, é um objeto de aprendizagem digital que permite a exploração visual e experimental do lançamento de projéteis em duas dimensões. Por meio de uma interface intuitiva (ver figura 6), o usuário pode alterar variáveis como o ângulo de lançamento, a velocidade inicial, a massa do objeto, a resistência do ar e o valor da gravidade, observando em tempo real as alterações na trajetória do projétil, no alcance horizontal, no tempo de voo e na altura máxima atingida (UBC, 2024).

A simulação apresenta gráficos em tempo real e medições automáticas, que facilitam a compreensão dos princípios físicos envolvidos no movimento oblíquo. Seu uso favorece a aprendizagem ativa, possibilitando que os estudantes formulem hipóteses, testem diferentes cenários e reflitam sobre os resultados obtidos. É um recurso especialmente útil no ensino de Física do Ensino Médio, em conteúdos relacionados à cinemática vetorial, pois evidencia a independência dos movimentos horizontal e vertical e o comportamento parabólico da trajetória.

Figura 7 - Layout do objeto de aprendizagem “Movimento de Projéteis” no modo “Lab”.



Fonte: UBC, 2024

O pesquisador apresentou o objeto de aprendizagem com suas funcionalidades em uma sala com computadores conectados à internet em que o estudante pode realizar essa manipulação individualmente.

referenciada durante o aprendizado com o uso de tecnologias”, destacando seu caráter versátil e adaptável às diferentes demandas pedagógicas, especialmente na educação a distância e em ambientes digitais de aprendizagem. Para acessar a simulação “Movimento de projéteis” clique [AQUI](#).

¹² O PhET é um projeto de simulações interativas gratuitas e baseadas em pesquisa, desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder, nos Estados Unidos. O nome PhET originalmente era um acrônimo para "Physics Education Technology" (Tecnologia para o Ensino de Física), mas, com o tempo, o projeto se expandiu para outras áreas, então hoje o nome PhET é usado sozinho, sem ser um acrônimo.

Em momento posterior os estudantes receberam um material impresso intitulado “Atividade Lançamento de Projéteis”¹³ com questões relacionadas ao objeto de aprendizagem discutido para que fosse respondida na sala de forma individual para verificar como o referido recurso auxiliaria os estudantes.

Dentro dessa atividade sobre lançamento de projéteis foram elaborados 5 desafios no qual os desafios de 1 a 3 estava relacionado ao estudante aplicar a equação do alcance máximo e obter a resposta, só assim era possível realizar o lançamento do projétil e verificar se o cálculo feito estava correto, o desafio 4 os estudantes iriam procurar a altura máxima utilizando a equação do alcance, calcular e analisar os 3 desafios anteriores para obter as respostas e por fim o desafio 5 que era determinar qual o ângulo necessário para uma certa distância.

Ainda dentro da segunda etapa foi realizado um experimento em laboratório estruturado com a utilização de dois kits do Lançador de Projéteis com Energia Cinética Ajustável, desenvolvido pela empresa Cidepe, que é um equipamento didático destinado ao ensino experimental da cinemática, com ênfase no estudo do lançamento oblíquo. Com estrutura robusta e sistema de disparo controlado por mola, o aparelho permite o ajuste preciso da energia cinética aplicada ao projétil, favorecendo a repetibilidade e a medição confiável de variáveis físicas (ver figura 7).

Figura 8 - Dispositivo de projéteis com aparador CIDEPE (modelo FIS018).



Fonte: CIDEPE (s.d.).

Sua principal função no ensino de lançamentos oblíquos é possibilitar a visualização prática da trajetória parabólica de projéteis lançados sob diferentes ângulos e intensidades de disparo, permitindo aos estudantes investigar relações entre alcance, altura máxima, tempo de voo e velocidade inicial. Além disso, o equipamento facilita a decomposição do movimento nas componentes horizontal e vertical, promovendo a compreensão da independência dos movimentos e a aplicação das leis da cinemática vetorial (CIDEPE, 2024).

Apesar dos kits estarem já estruturados, realizamos algumas adaptações: o aparador para que a esfera quando lançada pudesse cair em algum local, pois a mesma seria o aparador, visando adequá-los às necessidades do experimento proposto e as condições do laboratório, para isso fizemos uma construção do aparador, utilizando madeiras e outros materiais para a realização dos lançamentos a serem realizados pelos estudantes.

Figura 9 - Dispositivo de projéteis com aparador adaptado CIDEPE (modelo FIS018).

¹³ Para ter acesso ao material da “Atividade Lançamento de Projéteis” clique [AQUI](#).



Fonte: Próprio

Assim como para o objeto de aprendizagem virtual, foi construído um guia de atividade para o experimento real, que tanto explicava como manusear o equipamento como propunha questões para manipulação e predição de grandezas físicas do lançamento oblíquo como...como o alcance horizontal, a altura máxima, o tempo de voo, foram propostos desafios com uma frase instigadora, acerte o alvo, esses desafios foram propostos para ângulos variados (45° , 30° , 38° , 60° e 80°), os estudantes colocaria primeiramente o ângulo, analisaria através de previsão onde posicionar o aparador para que após o lançamento pudesse acertar o alvo com bases nos conceitos teóricos apresentados, além disso esse experimento teve como resultado estimular o raciocínio científico e crítico dos estudantes.

A **terceira etapa** foi dividida em três passos nos quais foram utilizadas uma abordagem experimental com caráter qualitativo, que foi centrada em aula dialogada com uso de slide online sendo o primeiro passo, no segundo e terceiro passo foram realizadas a análise da construção da base e a construção e o lançamento dos foguetes didáticos confeccionados com garrafa PET. As atividades foram desenvolvidas a partir de uma SEA, visando a aproximação dos estudantes com os conceitos físicos relacionados ao movimento oblíquo.

A Figura 8 apresenta uma nova versão da Figura 7, elaborada a partir das ideias e recomendações dos alunos. As alterações foram marcantes e resultaram em avanços em todas as fases da SEA. Na Fase 1, os estudantes sugeriram modificações nos slides, como a ampliação da trajetória histórica que envolve Isaac Newton e uma melhor disposição das equações e soluções. Na Fase 2, que diz respeito ao experimento organizado com o CIDEPE, houve um aprofundamento nas questões propostas no guia, além da introdução de novos ângulos de lançamento. Por último, na Fase 3, voltada para o lançamento de foguetes, foram indicadas melhorias nos slides, incluindo uma breve narrativa sobre o progresso dos foguetes, a demonstração da montagem da base de lançamento e debates sobre a quantidade de aletas, culminando com a montagem e os testes práticos dos foguetes. Dessa forma, a Figura 8 resume a versão otimizada da sequência, resultado direto da contribuição ativa dos alunos.

a) Os avanços dos foguetes; foram analisados tudo de avanço que os foguetes nos trazem: Aumento da capacidade, veículos tripulados e a principal que é a reutilização desses foguetes reduzindo o custo e riscos.

- b) Os impactos e inovações na engenharia; tratamos os desenvolvimentos dos foguetes e seus impactos. Uma breve história dos foguetes, com a origem que remonta ao século XIII na China;
- c) Fatores econômicos, sociais e tecnológicos e ambientais, analisando mais especificamente nos dias de hoje com toda a tecnologia necessária que obtivemos em todos esses anos de evolução.
- d) O enquadramento: Foram analisados alguns locais onde o lançamento de projéteis eram e têm sido utilizados ao longo de toda a História até os dias atuais, em teatros de guerra, onde tinham armas não convencionais, na caça e por fim no esporte.
- e) Apresentação e análise dos materiais para montagem da base dos foguetes;
- f) Cuidados durante o lançamento de foguetes: No quadro 2 a seguir temos alguns dos cuidados que tivemos durante os lançamentos.

Quadro 2 - Cuidados que se deve ter durante o lançamento

Cuidados
1. Evitar distrações tais como conversas, mexer no celular ou algum aparelho quando estiver manuseando o foguete para colocá-lo na base.
2. Para escolher o local dos lançamentos, é preciso se certificar que não há carros, motos, pessoas ou animais nesta área.
3. Caso o foguete não seja lançado com êxito, evite olhar diretamente na garrafa e acione a trava de segurança (abrir o registro para a base escorrer a água) para abortar o lançamento para não acontecer algum acidente, após este procedimento ser feito é possível repetir o lançamento.
4. O estudante que fará o lançamento do foguete deverá estar a, no mínimo, 1 metro de distância da base de lançamento.

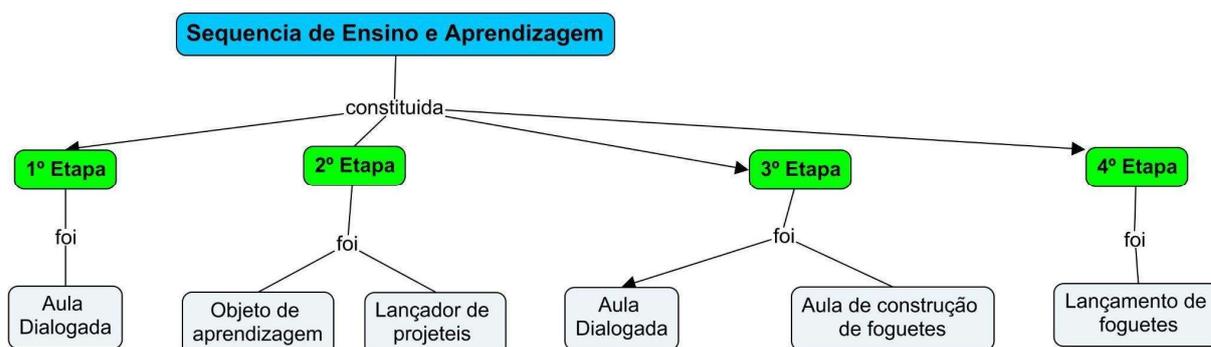
Fonte: próprio autor.

g) Montagens dos foguetes em sala de aula com os passos apresentados pelo pesquisador.

h) Finalizando com os lançamentos dos foguetes em campo aberto, respeitando as normas propostas para a segurança de todos e principalmente dos estudantes.

A Sequência de Ensino e Aprendizagem aplicada à **Equipe B** apresentou uma diferença em todas as etapas. Devido ao aprofundamento da aula, da colaboração da equipe anterior para melhoria da SEA e à construção individual dos foguetes por cada participante, aliado às condições climáticas da cidade onde a pesquisa foi realizada — marcada por chuvas constantes —, não foi possível realizar o lançamento no mesmo dia. A quarta etapa foi constituída de uma sequência de lançamentos no campo da escola Federal com os foguetes construídos pelos estudantes (ver figura 8).

Figura 10 - Etapas da Sequência de Ensino e Aprendizagem para a Equipe (B)



Fonte: Própria

3.3 Construção e lançamento de foguetes com garrafa PET

O processo de criação dos foguetes tornou-se o ponto alto da Sequência de Ensino e Aprendizagem, reunindo os conhecimentos adquiridos nas fases anteriores. Com o uso de garrafas PET, aletas feitas de papelão ou plástico e um sistema de pressurização usando água e ar comprimido, os alunos foram incentivados a pensar sobre fatores que afetam o desempenho do foguete, como peso, ângulo de lançamento, centro de massa e aerodinâmica.

As abordagens utilizadas apreciaram tanto a prática experimental quanto a pesquisa científica. A construção dos protótipos demandou um planejamento em grupo, testes de hipóteses e modificações na estrutura, fazendo com que a atividade se assemelhasse a um processo de engenharia educacional. Além de reforçar conceitos físicos — como a Terceira Lei de Newton, a decomposição vetorial do movimento e a trajetória em parábola —, a atividade estimulou habilidades socioemocionais, como trabalho em equipe, criatividade e capacidade de tomar decisões.

Assim, a construção e o lançamento dos foguetes transcenderam um simples passatempo, representando a aplicação prática da Física em um desafio real. Essa culminação fortaleceu o aspecto integrador da Sequência de Ensino e Aprendizagem, permitindo que os alunos vissem a relevância dos conceitos aprendidos e desenvolvessem uma atitude investigativa em relação aos fenômenos da natureza, (ver quadro 3).

Quadro 3 - Construção e foguetes concluídos de garrafa PET





Fonte: Própria

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As atividades desenvolvidas no processo das aulas teóricas e práticas sobre o tema de lançamento oblíquo, proporcionaram resultados do ponto de vista pedagógico e científico. O presente trabalho fez a análise de três momentos distintos envolvendo uma SEA, sendo assim elas se complementam na construção do conhecimento dos estudantes sendo: a abordagem teórica com o apoio histórico e digital, a experimentação com um simulador e dispositivos experimentais e a aplicação prática na construção e lançamentos dos foguetes construídos de garrafa PET.

Enfatizamos também, quando estávamos discutindo sobre os conceitos nas aulas, pedimos interação e análise a Equipe A que eles observassem e anotassem sugestões para melhoria da SEA, todavia as melhorias foram aprimoradas para a Equipe B. Contudo, fizemos o mesmo procedimento com a Equipe B, como se fossemos aplicar em aulas futuras para alunos do ensino médio. Fizemos todas as alterações sugeridas por todos os estudantes.

4.1 Aula Teórica e Gamificada: Lançamento Oblíquo

No primeiro encontro, analisamos os princípios do lançamento oblíquo por meio de uma metodologia contextualizada. Através de uma linha do tempo que nela incluiu as ideias dos pensadores e cientistas como Aristóteles, Galileu, Newton entre outros, os estudantes puderam perceber que o conhecimento científico teve uma grande evolução ao longo dos tempos. A inclusão de materiais visuais, como vídeos de experimentos, experimentos em sala, GIFS de atividades esportivas. eles buscavam unir com a questão inicial “Como ele o (Homem bala), sabe o local correto de colocar sua rede de proteção, evitando que ele morra?”, essa pergunta gerou uma enorme curiosidade e envolvimento com as equipes.

De acordo com Zabala (1998), é de grande importância que o ensino esteja conectado tanto na teoria como na prática a realidade dos estudantes. A proposta desta aula está alinhada com a metodologia ativa e com o uso de situações-problema para favorecer uma aprendizagem concreta (Ausubel, 2003). A plataforma Quizizz,

utilizada como ferramenta para avaliação formativa, revelou-se útil, pois possibilitou uma rápida verificação do entendimento dos estudantes com o tema sugerido. Algumas dificuldades observadas estavam relacionadas a decomposição vetorial do movimento, que coincide com que o Halliday et al. (2016), identifica como um dos maiores desafios no estudo do movimento em duas dimensões.

O uso de ferramentas digitais, especialmente a internet, tem se mostrado um importante aliado para os educadores no processo de ensino-aprendizagem. Esses recursos facilitam a realização de pesquisas, atividades escolares e a comunicação entre professores e alunos, promovendo a interação em grupo dentro e fora da sala de aula. Além disso, permitem a criação de conteúdos como blogs, vídeos, páginas na web e o uso de redes sociais, oferecendo uma forma ágil e acessível de desenvolver práticas pedagógicas e fortalecer a comunicação no ambiente escolar.

4.2 Simulações e Experimentos: Lançamento de Projéteis

A segunda etapa incluiu atividades práticas que aprofundaram a compreensão ao fenômeno do lançamento oblíquo. Inicialmente os estudantes exploraram o simulador PHET, que lhes permitiu experimentar diferentes velocidades, ângulos, altura, alcance e o ângulo de 45° que resulta no maior alcance, confirmando assim a teoria discutida durante as aulas. Ademais, ao levar em conta a resistência do ar, pode-se observar a influência significativa do diâmetro e da massa do projétil sobre sua trajetória.

Conforme Valente (1999), a inserção de tecnologias digitais na educação pode criar um ambiente propício à investigação e a experimentação. Isso foi evidenciado pelo comportamento.

Em seguida a prática com o lançador de projéteis do CIDEPE destacou a relevância de variáveis como o ângulo, distintos (30° , 40° , 60° e 80°), permitindo que os estudantes percebessem que mesmo que ângulos mais elevados resultem em uma maior altura máxima, o alcance horizontal diminui e também que ângulos complementares fazendo um total de 90° eles caem no mesmo local, perceberam que aplicando diretamente as expressões matemáticas do movimento oblíquo, as questões postas ficariam corretas, conforme descrito por Halliday et al.(2016).

É de fundamental importância esclarecer que só as tecnologias não devem ser o recurso principal no processo de ensino aprendizagem, contudo ela atua como uma ferramenta importante que possibilita a interação entre o estudante, o docente e os conhecimentos escolares. Para isso é de suma importância que todos os envolvidos superem a didática da pedagogia tradicional, integrando o novo (uma educação moderna com a transformação digital). Assim, compreendemos que a introdução das tecnologias de informação e comunicação no ambiente escolar dependerá da formação do professor, promovendo uma forma de se pensar e fortalecendo o conhecimento crítico do estudante sobre os conceitos, de modo a transformar o ensino em aulas dinâmicas e desafiadoras com o suporte das tecnologias.

Dentre esses argumentos, percebemos que o professor desempenha o papel de mediador no processo de aprendizagem do aluno, contribuindo para seu desenvolvimento cognitivo e buscando alternativas que ofereçam soluções mais adequadas aos desafios e ao estilo individual de raciocínio (Imbernón, 2010).

Portanto, a partir disso, podemos refletir que as Tecnologias da Informação e Comunicação, quando utilizadas de maneira eficaz em sala de aula, favorecem uma troca de conhecimentos e a construção de saberes pelos estudantes.

4.3 Construção e Lançamento de Foguetes de Garrafa PET

A terceira e última etapa da sequência consiste na aplicação dos conhecimentos adquiridos em um projeto de engenharia educacional: a análise da construção da base e da construção do foguete e no lançamento dos foguetes elaborados com garrafas PET. Os estudantes experimentaram várias configurações de foguetes, observando os impactos sobre a estabilidade do voo. Modelos equipados com quatro mostraram-se bem estáveis, mesmo que menos ágeis, ilustrado na prática os conceitos de aerodinâmica e equilíbrio. A adoção de bicos cônicos e um pedaço de madeira, ajudou os estudantes a entender a importância do centro de massa e da simetria estrutural.

Conforme destacado por Moreira (2011), o aprendizado é mais eficaz quando os alunos se envolvem ativamente na sua educação. A atividade de construir e lançar foguetes não só estimulou a autonomia, a cooperação, a motivação e a solução de problemas, mas também criou um ambiente propício para a compreensão de conceitos básicos da física.

Embora normalmente se relacione o movimento do foguete com a terceira lei de Newton, a explicação mais correta baseia-se no princípio da conservação do momento linear. Isso se dá porque, ao expelir gases pela tubeira, o sistema passa por uma mudança constante na sua massa. O recuo observado no foguete não resulta diretamente da "ação e reação" entre diferentes corpos, mas sim da necessidade de manter o momento linear total do conjunto de foguetes/gases. Dessa forma, a redução da massa do combustível e a expulsão dos gases em alta velocidade geram a força que acelera o foguete (Halliday et al., 2016).

Além disso, observar essa dinâmica na prática durante o lançamento fortaleceu a relação entre teoria e prática, permitindo que os alunos vissem como conceitos abstratos da física se concretizam em eventos reais.

4.4 Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

Apresentaremos a seguir os instrumentos de construção de dados utilizados durante a Sequência de Ensino e Aprendizagem.

4.4.1 As produções dos estudantes

A seleção dos recursos que formam a Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) baseou-se na importância de unir diversas abordagens pedagógicas, foram escolhidas pelas suas devidas contribuições para a SEA, abordando tanto elementos teóricos quanto práticos do lançamento oblíquo para a coleta dos dados empíricos deste estudo. portanto, decidiu-se pela adoção de três ferramentas principais: a gamificação utilizando o Quizizz, o simulador PhET - movimento de projéteis e as atividades práticas com o lançador de projéteis e os foguetes feitos de garrafa PET. Abaixo no quadro 4 detalhamos uma breve análise dos instrumentos como: objetivo, função no Ensino e suas contribuições para a SEA.

Quadro 4 – Instrumentos da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA)

Instrumentos	Objetivo	Função no Ensino	Contribuição para a SEA
--------------	----------	------------------	-------------------------

Quizizz (gamificação)	Engajar os estudantes e avaliar concepções prévias	Revisão teórica em formato de jogo interativo	Promover a motivação, participação ativa e fornecer diagnóstico imediato das dificuldades dos alunos.
Simulador PhET - Movimento de Projéteis	Explorar conceitos de cinemática em ambiente virtual	Manipulação de variáveis (ângulos, velocidades, resistência do ar) e visualização da trajetória.	Facilita a compreensão de conceitos abstratos e reforça a independência dos movimentos horizontal e vertical
Lançador de projéteis CIDEPE e foguetes de garrafa PET	Aproximar teoria e prática por meio de experimentação	Experimentos em laboratório e lançamentos reais de foguetes de garrafa PET	Desenvolver pensamento crítico, autonomia e consolidar conteúdos sobre cinemática e leis de Newton de forma concreta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O **primeiro método** como parte do processo de aprendizagem dos conteúdos de cinemática, foi realizada uma atividade avaliativa chamada “Lançamento Oblíquo” utilizando a plataforma(Quizizz). O objetivo dessa atividade foi avaliar a atenção e o entendimento teórico dos alunos sobre os princípios físicos que influenciam o movimento de projéteis, com ênfase no lançamento oblíquo. A atividade continha treze questões objetivas, que exploraram aspectos conceituais relevantes do tema em questão, como a separação dos movimentos em suas componentes horizontais e verticais, o impacto da gravidade, a relação entre velocidade inicial e os ângulos de lançamento, além da utilização de fórmulas para calcular o alcance , a altura e as velocidades iniciais nos eixos x e y.

Entre as perguntas, algumas se destacaram ao abordar a distinção entre lançamento vertical e queda livre, ressaltando que na queda livre a velocidade inicial é zero, enquanto que no lançamento vertical ela é diferente de zero. Uma questão importante diz respeito ao ponto da altura máxima, onde a velocidade vertical do projétil se torna nula por um momento, indicando uma mudança na direção do movimento.

Diante disso, a atividade destacou o uso de fórmulas específicas para o lançamento oblíquo, como:

- $v_x = v \cdot \cos \Theta$ Para o cálculo da velocidade inicial na direção horizontal.
- $v_y = v \cdot \sin \Theta$ para a componente vertical da velocidade.

A atividade tinha um determinado tempo para cada questão, porém quando mais rápido respondessem eles obtinham uma melhor pontuação e ajudou a reforçar

os conceitos discutidos nas aulas, proporcionando uma avaliação formativa compreensível. De acordo com Silva e Moreira(2017), atividades que conectam teorias e práticas, através da resolução de problemas e da aplicação de fórmulas, promovem um maior envolvimento e compreensão significativa dos conteúdos de Física. E além disso, essa abordagem diagnóstica possibilita ao professor identificar possíveis deficiências no aprendizado e adaptar o planejamento didático, favorecendo um ensino mais eficiente e ajustado às dificuldades reais dos estudantes.

O **Segundo método** envolveu um objeto virtual de aprendizagem (OVA), chamado de movimento de projéteis, disponível na plataforma Interactive Simulations da Universidade do Colorado, Essas simulações cria um ambiente interativo onde os usuários podem ajustar variáveis como velocidade inicial, ângulo de lançamento, massa e resistência do ar, podendo ser observadas em tempo real os efeitos dessas mudanças no movimento de projéteis, Conforme indicado na atividade, os estudantes foram instigados a resolver problemas utilizando diferentes condições de lançamentos (PHET, 2014). A aplicação dessas simulações digitais em práticas educativas é considerada bastante eficiente no ensino de Física, pois facilita a aprendizagem via experimentação virtual, sem os custos e riscos relacionados com as experiências reais (Fagundes et al., 2019), (ver quadros 5 e 6).

Segue os links para atividade sobre o lançamento de projéteis utilizando o (OVA):

Quadro 5 - Atividade lançamento de projéteis

Equipe A: Atividade	
Grupo	1º Atividade
A	Simulações no PHET

Quadro 6 - Atividade lançamento de projéteis

Equipe B: Atividade	
Grupo	1º Atividade
A e B	Simulações no PHET

O **terceiro método** utilizado foi um experimento chamado Lançamento de Projéteis com Aparador, realizado no laboratório de Física Experimental da escola federal de Pernambuco. Para esse experimento, foi usado um canhão que dispara esferas de aço, ajustando diferentes ângulos de inclinação, o que possibilitou o estudo do alcance e da trajetória parabólica dos projéteis, A atividade seguiu um guia experimental antecipadamente elaborado, com propostas que encorajaram os estudantes a prever, medir e comparar os resultados obtidos com os resultados previstos teoricamente. Durante a execução, foram tomados alguns cuidados com a segurança, com o posicionamento correto do equipamento e a aplicação controlada de força no disparador, de acordo com as instruções do guia experimental (CIDEPE, 2024), (ver quadros 7 e 8).

Segue os links para a atividade com o experimento lançamento de projéteis com aparador (CIDEPE):

Quadro 7 - Atividade lançamento de projéteis

Equipe A: Atividade	
Grupo	2º Atividade
A	<u>Equipe A Lançamento de projeteis</u>

Quadro 8 - Atividade lançamento de projéteis

Equipe B: Atividade	
Grupo	2º Atividade
A	<u>Equipe A Lançamento de projeteis</u>
B	<u>Equipe B Lançamento de projeteis</u>

Ambos os métodos de coleta de dados foram utilizados em momentos diferentes do processo de ensino, oferecendo aos estudantes a chance de explorar o fenômeno através de experiências práticas e simulações digitais, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa.

4.4.2 Diário de Bordo

As experiências realizadas nas aulas teóricas e práticas sobre o conceito do lançamento dos foguetes obtiveram resultados importantes tanto para a educação quanto para a ciência. Este estudo examina três fases diferentes que se inter-relacionam na formação do saber dos estudantes: a parte teórica com suporte histórico e gamificação, a prática com simuladores e experimentos de laboratório e a análise da construção da base e a construção dos foguetes com garrafas PET, abaixo no quadro 9 apresentamos uma síntese de forma resumida da construção do diário de bordo.

Quadro 9 - Síntese do Diário de Bordo

Data	Tema	Objetivos	Metodologia/ Atividades	Resultados/ Conclusões
-------------	-------------	------------------	------------------------------------	-----------------------------------

14/04/2025	Lançamento Oblíquo – História, Teoria e Aplicações	Introduzir e aprofundar o conceito de lançamento oblíquo, relacionando a teoria, história e prática.	Vídeo instigante, sequência histórica de pensadores, teoria (equações, independência dos movimentos), GIFs esportivos, Quizizz.	Alunos engajados, boa compreensão, dificuldades em decomposição vetorial das velocidades, Quizizz eficaz como avaliação formativa.
28/04/2025	Lançamento de Projéteis – Simulação e Experimento Real	Compreender conceitos físicos do movimento de projéteis via simulação (PHET) e experimento real (Cidepe).	Simulador PHET (ângulos, resistência do ar, diâmetro e massa) e experimento real com lançador de projéteis Cidepe.	Constatação experimental dos conceitos teóricos, entusiasmo elevado, maior alcance em 45° , compreensão sobre ângulos, massa e resistência do ar.
05/05/2025	Lançamento de Foguetes – História, Construção e Testes	Explorar a história e fundamentos dos foguetes, construir modelos em PET e realizar lançamentos práticos.	Apresentação histórica, construção de foguetes PET (variação de aletas, centro de massa), lançamentos no campo da escola.	A experiência prática consolidou conceitos de Newton, ângulo e aerodinâmica; os alunos refletiram sobre melhorias futuras, aula lúdica e produtiva.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Nos quadros 10 e 11 a seguir disponibilizamos os links das anotações no diário de bordo a partir de todas as aulas ministradas com a equipe A e B.

Quadro 10 - Diário de bordo da Equipe A

Equipe A Diário de bordo		
Aula Teórica com gamificação	Aula Experimental	Aula Prática

<u>1º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento Oblíquo</u>	<u>2º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento de Projéteis</u>	<u>3º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento de Foguetes</u>
---	--	---

Quadro 11 - Diário de bordo da Equipe B

Equipe B Diário de bordo		
Aula Teórica com gamificação	Aula Experimental	Aula Prática
<u>1º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento Oblíquo</u>	<u>2º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento de Projéteis</u>	<u>3º Diário de Bordo – Aula sobre Lançamento de Foguetes</u>

4.4.3 Questionários de avaliação das Etapas em que os participantes da pesquisa compartilharam suas opiniões sobre cada uma das etapas da SEA

Foram aplicados três questionários que continham questões em escala livre e abertas. Estes questionários busca coletar a opinião dos estudantes sobre as aulas que trataram do lançamento oblíquo, utilizando diferentes formas de ensino e aprendizagem, como explicações teóricas, gamificação, simulações interativas (como no PHET) e atividades práticas, incluindo a análise da construção da base e a construção e o lançamento de foguetes feitos com garrafa PET. As respostas que os estudantes realizaram ajudaram a avaliar as metodologias utilizadas, para entender como essas abordagens influenciam na aprendizagem, na motivação e na capacidade de aplicar os conceitos físicos estudados.

No momento atual, em que as metodologias ativas e o uso de tecnologias estão cada vez mais presentes na educação, é importante refletir sobre o papel do professor e os efeitos dessas práticas na formação de futuros educadores. Como aponta Silveira Santos (2023), o educador do século XXI precisa entender que ter acesso à informação não basta; é preciso saber como usá-la. Isso força a importância de criar experiências de ensino que conectem teoria e prática, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades como pensamento e reflexão de maneira contextualizada para que possamos melhorar continuamente nossas práticas de ensino, tornando-as mais eficientes, inclusivas e significativas (ver quadros 13 e 14).

Logo abaixo no quadro 12 criamos uma síntese com as análises dos questionários respondidos das equipes A e B, dos instrumentos trabalhados: os pontos fortes, as dificuldades e as sugestões apresentadas pelos estudantes.

Quadro 12 - Síntese dos Questionários

Instrumentos	Pontos fortes	Dificuldades	Sugestões
Avaliação da Aula (Equipe A)	Clareza nas explicações, recursos visuais eficazes, motivação alta,	Parte histórica extensa, resolução de imagens insuficiente, ajuste de tempo necessário.	Resumir a parte histórica, melhorar qualidade dos slides e simplificar a linguagem.

	organização dos slides.		
Avaliação da Aula (Equipe B)	Explicações claras, motivação dos alunos, recursos históricos bem aproveitados.	Excesso de texto nos slides, explicação de fórmulas pouco claras, imagens de baixa qualidade.	Reduzir textos, melhorar explicações de fórmulas, utilizar imagens mais nítidas.
Avaliação Experimental (Equipe A)	Integração teoria-prática, simulação PHET facilitou a compreensão, atividades claras.	Tempo limitado para aprofundamento, pequenas dificuldades técnicas no uso do simulador.	Ampliar o tempo de prática, diversificar exemplos, melhorar suporte técnico.
Avaliação Experimental (Equipe B)	Experiência rica, simulação e laboratório complementares, melhor compreensão dos conceitos.	Limitações no equipamento físico e no simulador (resistência do ar, precisão dos dados).	Explicitar limitações dos modelos, propor discussões sobre diferenças teórico-práticas.
Avaliação Prática (Equipe A)	Construção e lançamento do foguete motivador, princípios físicos percebidos na prática.	Tempo reduzido, necessidade de mais cuidados de segurança.	Reservar mais tempo para a prática, reforçar orientações de segurança.
Avaliação Prática (Equipe B)	Atividade envolvente, compreensão aplicada de conceitos físicos, interesse despertado.	Instruções de montagem pouco visuais, medições imprecisas.	Fornecer guias ilustrados de montagem, usar instrumentos mais precisos (ex: apps de medição).

A seguir nos quadros 13 e 14 disponibilizamos os links para os resultados dos questionários de perguntas e respostas das equipes A e B:

Quadro 13 - Questionários da equipe A

Equipe A - Questionários		
Avaliação aula Teórica com gamificação	Avaliação experimental	Avaliação prática

Avaliação da Aula	Avaliação Experimental	Avaliação Prática
-----------------------------------	--	-----------------------------------

Quadro 14 - Questionários da equipe B

Equipe B - Questionários		
Avaliação aula Teórica com gamificação	Avaliação experimental	Avaliação prática
Avaliação da Aula	Avaliação Experimental	Avaliação Prática

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta educacional implementada conseguiu atingir as metas estabelecidas de antemão, possibilitando uma compreensão significativa do lançamento oblíquo de forma integrada e contextualizada. A conexão entre a base teórica, a simulação digital por meio do software PhET e a prática experimental como o lançador CIDEPE foi fundamental para a formação do conhecimento, permitindo não apenas a sua visualização, mas também a verificação prática dos impactos das variáveis que influenciam o movimento de projéteis.

Podemos concluir que o principal propósito da pesquisa foi realizada com êxito, especialmente ao evidenciar a eficiência da metodologia proposta para o ensino médio sobre o lançamento obrigatório, através de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA). A combinação de diferentes métodos, incluindo aulas dinâmicas, recursos digitais, experimentação prática e atividades com foguetes de garrafa PET, propiciou uma aprendizagem contextual e colaborativa, alinhada às ideias de Ausubel (2003) e Kneubil e Pietrocola (2017).

A sequência didática favoreceu a compreensão de conceitos essenciais da Cinemática, como a decomposição do movimento parabólico, o impacto do ângulo de lançamento no alcance e na altura máxima, além dos efeitos da resistência do ar e das características físicas do projétil. Esses aspectos, que frequentemente são abordados de maneira abstrata nas aulas, tornaram-se tangíveis através da experimentação, permitindo a observação direta da Terceira Lei de Newton no instante da ejeção da água, da relevância do ângulo de lançamento que foi de 45° para termos um alcance máximo, e da função das aletas na estabilidade aerodinâmica do projétil.

Um dos aspectos positivos e significativos da pesquisa foi a participação ativa das equipes, que trouxeram sugestões para o aprimoramento da SEA. Essa interação destacou a importância do professor como facilitador do conhecimento, responsável por incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e da motivação dos alunos. Nesse contexto, a SEA implementada possibilitou não apenas uma compreensão mais robusta dos conceitos de Física relacionados ao lançamento oblíquo, mas também a chance de relacionar esses conhecimentos com situações reais do dia a dia.

A adoção de tecnologias educacionais reforçou o processo de ensino-

aprendizagem, promovendo maior envolvimento e interação. O recurso Quizizz, utilizado como ferramenta de avaliação formativa, foi eficaz na identificação de dificuldades conceituais persistentes, especialmente no que diz respeito a decomposição vetorial das velocidades. Ademais, as discussões finais permitiram que os alunos refletissem criticamente sobre os resultados obtidos, identificando possibilidades de melhorias para futuras iniciativas e fortalecendo sua autonomia intelectual e investigativa.

Contudo, um dos limites desta pesquisa é a falta de análise focada no uso da SEA pelos futuros professores de Física em situações reais nas salas de aula do Ensino Médio. É importante que as investigações futuras abordem esse ponto, a fim de verificar como a proposta pode ser adaptada e aplicada em diferentes contextos educacionais.

Apesar desta limitação, o projeto é uma contribuição significativa, pois amplia a compreensão do processo de ensino e aprendizagem da Física e favorece a formação de habilidades docentes relacionadas à criação e aplicação de Sequências didáticas inovadoras eficazes. Assim, a experiência foi extremamente proveitosa e formativa, demonstrando que o ensino de Física, quando baseado em abordagens experimentais, recursos tecnológicos em estratégias variadas interativas, vai além de um caráter meramente expositivo, assumindo um papel ativo, crítico e transformador no processo educativo.

REFERÊNCIAS

ABIPET – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **O que é PET**. São Paulo: ABIPET, 2023. Disponível em: <https://abipet.org.br/o-que-e-pet/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003. Disponível em: https://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em: 23 jul. 2025.

BASTOS, Alexandre Gatelli. **Lançamento oblíquo de foguete a propulsão de água em uma sequência de ensino potencialmente significativa**. 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210582>. Acesso em: 2 jun. 2025.

BORGES, Oto. Formação inicial de professores de Física: formar mais! Formar melhor!. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, p. 135-142, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/cLsQgYnRVq5cwcTkqvqGT6Mv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 21 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 3 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 30 de janeiro de 2012. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF,

31 jan. 2012. Disponível em: <https://www.normaslegais.com.br/legislacao/resolucao-cne-ceb-2-2012.htm>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Brasília, DF: CAPES, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid>. Acesso em: 3 ago. 2025.

CIDEPE – CENTRO INDUSTRIAL DE EQUIPAMENTOS DE ENSINO E PESQUISA. **Lançador de projéteis – energia cinética ajustável (EQ145B)**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.cidepe.com.br/index.php/br/produtos-interna/lançador-de-projeteis-energia-cinetica-ajustavel/EQ145B>>. Acesso em: 8 jul. 2025.

DA SILVA, Eliesio Alves; MEIRA FILHO, Damião Pedro. **O movimento balístico: da experimentação à olimpíada-uma proposta de sequência didática a partir de um relato de experiência no ensino de física**. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2020. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220207606.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025.

DA SILVA, Niely Miguel; CAVALCANTI, José Dilson Beserra. O currículo formador do professor de física: uma análise das instituições públicas de ensino superior do estado de Pernambuco. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, p. 715-744, 2024. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9904040>>Acesso em: 17 Ago. 2025.

DOS SANTOS, Antonio Marques et al. Proposta didática mediada pelo software Modellus: um estudo do lançamento oblíquo sob a influência do ar. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 21, n. 12, p. e11107-e11107, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/11107>. Acesso em: 2 jun. 2025.

FAGUNDES, J. A.; FERREIRA, R. L.; LIMA, L. D. Utilização de simulações computacionais no ensino de Física: contribuições para a aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 213-230, 2019.

GARCIA, Norma Helena. **Pesquisa participante: um enfoque para a investigação educacional**. São Paulo: Cortez, 1995.

GARCIA, Nilson Marcos Dias; HIGA, Ivanilda. Formação de professores de Física: problematizando ações governamentais. **Educação: Teoria e Prática**, v. 22, n. 40, p. 166-183, 2012. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/eduteo/v22n40/v22n40a11.pdf>> Acesso em: 16 Agosto de 2025

GOBARA, Shirley Takeco; GARCIA, João Roberto Barbosa. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, p. 519-525, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/mL4ddmrRntjp5sZPdSyZgCw/?format=html>. Acesso em: 21 maio 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Volume 1: Mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

INEP. **Caderno de Questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Brasília, DF: INEP, [2021]. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2021_PV_impresso_D2_CD7.pdf>. Acesso em: 04 de Agosto de 2025.

KNEUBIL, Fabiana Botelho; PIETROCOLA, Maurício. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 1-26, 2017. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/VIWFC>>. Acesso em: 25 maio 2025.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/faeeba/v23n42/0104-7043-faeeba-23-42-00023.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2025.

MÉHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004. Disponível em: <https://encurtador.com.br/Cae9H>. Acesso em: 3 ago. 2025.

MENEGOTTO, José Carlos; ROCHA FILHO, João Bernardes da. Atitudes de estudantes do Ensino Médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 298-312, 2008. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/n99SK>>. Acesso em: 2 maio 2025.

MENON, Márcio J. Sobre as origens das definições dos produtos escalar e vetorial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, p. 2305.1-2305.11, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/XVRqzXNzJHmwDKsQbPqHMFw/?lang=pt>>. Acesso em: 19 Agosto 2025.

MIRANDA, Eder; CARVALHO, Hercília Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari. Objetos Educacionais para o ensino de Física: o uso de simulador para o ensino de lançamento oblíquo e horizontal. **Ensino e Tecnologia em Revista**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 600-610, 2023. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/etr/article/view/16774>. Acesso em: 2 jun. 2025.

MORAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Vol. II. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. Disponível em: <https://maiscursoslivres.com.br/cursos/d0a627550506c7ef944ba7a706ac3b19.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2025.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da teoria à sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. Disponível em: <<https://feapsico2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/11/moreira-masini-aprendizagem-significativa-a-teoria-de-david-ausubel.pdf>> Acesso em: 23 jul. 2025.

MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG). Disponível em: <https://mobfog.com.br/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200187, 2020. Disponível

em:<<https://www.scielo.br/j/rbef/a/Hx9zmTcH9SNXPNWwPrHfCBp/?format=pdf&lang=pt>>.
Acesso em: 17 Ago. 2025.

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA (OBA). Disponível em: <https://www.oba.org.br/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

OLIVEIRA, Fernando Sousa de. **Lançamentos de foguetes como uma ferramenta pedagógica para o ensino de física.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMT_cc837d163990ebda1e4828430cef6e57. Acesso em: 24 maio 2025.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **PhET: Simulações em física, química, biologia, ciências da terra e matemática online e grátis.** Boulder: University of Colorado Boulder, 2025. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 7 jul. 2025.

QUEIROZ, Christina. Crise nos programas de licenciatura. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, edição 332, out. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/crise-nos-programas-de-licenciatura/>. Acesso em: 3 ago. 2025.

RICARDO, Elio Carlos. **Problematização e contextualização no ensino de física.** Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-48, 2010. Disponível em:<<https://pt.scribd.com/document/246351142/TEXT0-1-Problematizacao-e-Contextualizacao-No-Ensino-de-Fisica>>. Acesso em: 21 jul 2025.

RICARDO, Elio C.; FREIRE, Janaína CA. A concepção dos alunos sobre a física do Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 251-266, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/pQXFH3DqqbvMf6JW6rxXjJs/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SCHULZ, Peter A. **Números da Física no Brasil 2020.** São Paulo: SBF, 2021. Disponível em: <<https://www.sbfisica.org.br/arquivos/Numeros-da-Fisica-Brasil-2020.pdf>> Acesso em: 17 Ago. 2025.

SILVEIRA, Laelson Santos da; SANTOS, Raul Teruel dos. *Formação de professores e o uso das tecnologias digitais na sala de aula.* **Revista Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 13, p. 1–22, 2023. Disponível em: <<https://cip.brapci.inf.br/download/319479>> Acesso em: 8 jul. 2025.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER - UCB. **Projectile Motion. PhET Interactive Simulations, 2024.** Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion. Acesso em: 8 jul. 2025.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ATUÁRIA. **Quizizz.** [São Paulo]: FEA-USP, [20--?]. Disponível em: <https://www.fea.usp.br/sites/default/files/arquivos/anexos/quizizz.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2025.

VALENTE, J. A. **O uso de tecnologias na formação de professores: o contexto da prática pedagógica.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1415>. Acesso em: 23 jul. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

WILEY, David A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy**. In: WILEY, D. A. (ed.). *The instructional use of learning objects*. Utah: Agency for Instructional Technology, 2000. p. 1-35.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/ribeiraodasneves/noticias/vem-ai-o-iii-ifmg-debate/zabala-a-pratica-educativa.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ZUZA, Kristina; ALMUDÍ, José Manuel; LENIZ, Ane; GUIASOLA, Jenaro. Teaching Faraday's law: A learning sequence based on a research-based strategy to teach electricity. **Research in Science & Technological Education**, [S.l.], v. 32, n. 2, p. 149–162, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/369428650_Research-Based_Teaching-Learning_Sequences_in_Physics_Education_A_Rising_Line_of_Research. Acesso em: 3 ago. 2025.