







Revista  
**Educar Mais**

## Inovação no Ensino de Mecânica Clássica: Metodologias Ativas e Experimentos com Catapultas

*Innovation in Teaching Classical Mechanics: Active Methodologies and Experiments with Catapults*

*Innovación en la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Metodologías Activas y Experimentos con Catapultas*

Sharon Dantas da Cunha<sup>1</sup>  • Kytéria Sabina Lopes de Figueredo<sup>2</sup>   
Aline Mara Maia Bessa<sup>3</sup>  • Francisco Felipe Chaves Lima<sup>4</sup> 

### RESUMO

As dificuldades no ensino de Física frequentemente decorrem da abstração teórica e do rigor matemático. Para mitigar esses obstáculos, este trabalho descreve uma atividade de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) aplicada ao estudo da cinemática de projéteis em uma universidade do semiárido. A metodologia envolveu uma turma de semestres iniciais organizados em equipes que construíram catapultas de baixo custo (palitos de picolé, cola e ligas de borrachas). A avaliação combinou produtos e atividades bem definidas: vídeo explicativo, diário de bordo e uma competição que avaliou o design, o alcance máximo e a precisão dos lançamentos em relação aos cálculos prévios. Essa abordagem promoveu um ambiente dinâmico, incentivando a investigação e o trabalho em equipe. Observou-se maior engajamento e motivação dos estudantes, além de melhor integração entre teoria e prática, o que contribuiu para reduzir a abstração do conteúdo. Conclui-se que experimentos acessíveis realizados via ABPj constituem uma estratégia eficaz para consolidar conceitos de mecânica e desenvolver habilidades práticas e colaborativas em contextos de recursos limitados.

**Palavras-chave:** Aprendizagem baseada em projetos; Movimento de projéteis; Experimento de baixo custo.

### ABSTRACT

*Difficulties in teaching Physics often arise from theoretical abstraction and mathematical rigor. To mitigate these obstacles, this paper describes a Project-Based Learning (PBL) activity applied to the study of projectile kinematics at a university in the Brazilian semi-arid region. The methodology involved a first-year class organized into groups that built low-cost catapults (popsicle sticks, glue, and rubber bands). Assessment combined well-defined products and activities: an explanatory video, a project logbook, and a competition that evaluated design, maximum range, and launch accuracy relative to prior calculations. This approach promoted a dynamic environment, encouraging inquiry and teamwork. Observed outcomes included greater student engagement and motivation, as well as improved integration between theory and practice, which helped reduce conceptual abstraction. It is concluded that accessible experiments implemented through PBL are an effective strategy to consolidate mechanics concepts and to develop practical and collaborative skills in resource-limited contexts.*

**Keywords:** Project-based learning; Projectile motion; Low-cost experiments.

<sup>1</sup> Graduado, Mestre e Doutor em Física e Docente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: [sharondantas@ufersa.edu.br](mailto:sharondantas@ufersa.edu.br)

<sup>2</sup> Graduação em Química, Mestra e Doutora e Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: [kyteria.fiegueredo@ufersa.edu.br](mailto:kyteria.fiegueredo@ufersa.edu.br)

<sup>3</sup> Graduada, Mestra e Doutora em Engenharia Química e Docente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: [aline.bessa@ufersa.edu.br](mailto:aline.bessa@ufersa.edu.br)

<sup>4</sup> Graduando no curso de Bacharelado Interdisciplinar em Tecnologia da Informação (BTI) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN – Brasil. E-mail: [francisco.lima60057@alunos.ufersa.edu.br](mailto:francisco.lima60057@alunos.ufersa.edu.br)

## RESUMEN

*Las dificultades en la enseñanza de la física suelen derivarse de la abstracción teórica y del rigor matemático. Para mitigar estos obstáculos, este trabajo describe una actividad de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) aplicada al estudio de la cinemática de proyectiles en una universidad de la región semiárida brasileña. La metodología involucró a una clase de estudiantes de primer año organizados en grupos que construyeron catapultas de bajo costo (palitos de helado, pegamento y ligas de caucho). La evaluación combinó productos y actividades bien definidas: un video explicativo, un diario de proyecto y una competencia que valoró el diseño, el alcance máximo y la precisión de los lanzamientos frente a los cálculos previos. Este enfoque promovió un ambiente dinámico, incentivando la investigación y el trabajo en equipo. Se observaron mayor motivación y compromiso estudiantil, así como una mejor integración entre teoría y práctica, lo que contribuyó a reducir la abstracción conceptual. Se concluye que los experimentos accesibles realizados mediante ABP constituyen una estrategia eficaz para consolidar conceptos de mecánica y desarrollar habilidades prácticas y colaborativas en contextos con recursos limitados.*

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos; Movimiento de proyectiles; Experimento de bajo costo.

## 1. MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

A cinemática consiste em estudar, interpretar e prever o comportamento e os movimentos de objetos, fenômenos presentes cotidianamente na vida dos estudantes. Apesar de ser abordada já no ensino médio, observa-se que, mesmo no ensino superior, muitos alunos continuam apresentando dificuldades de aprendizagem. Isso ocorre porque o ensino de Física permanece predominantemente pautado em métodos tradicionais, caracterizados por aulas expositivas em que a aprendizagem é centrada no professor, considerado o principal responsável pelo processo (Stuart, 2019). Nessa perspectiva, a cinemática é frequentemente apresentada de forma abstrata, com forte ênfase em fórmulas e exercícios, o que compromete tanto a compreensão significativa quanto o engajamento dos estudantes.

O estudo da cinemática geralmente se inicia pelo movimento retilíneo uniforme, em que se analisam objetos com velocidade constante, seguido pelo movimento retilíneo uniformemente variado, caracterizado por aceleração constante (Halliday, Resnick; Walker, 2023). Entre os tópicos centrais, destaca-se o movimento de projéteis, definido pela independência dos movimentos nas direções horizontal e vertical (Princípio de Galileu), desconsiderando a resistência do ar. Na direção horizontal ( $x$ ), o movimento é uniforme com velocidade constante ( $v_{0x} = v_0 \cos(\theta_0)$ ), enquanto na direção vertical ( $y$ ) o movimento é uniformemente variado, sujeito à aceleração constante da gravidade. As equações horárias do projétil, para o tempo inicial  $t = 0$  são descritas pelas equações 01, movimento uniforme, e 02, movimento uniformemente variado.

$$x = x_0 + v_{0x}t \quad (01)$$

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (02)$$

em que as variáveis com índice zero correspondem aos valores das grandezas físicas no instante inicial, e as variáveis sem índice, correspondem às grandezas num instante de tempo  $t$ .

## 2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E CONSTRUÇÃO DE CATAPULTAS

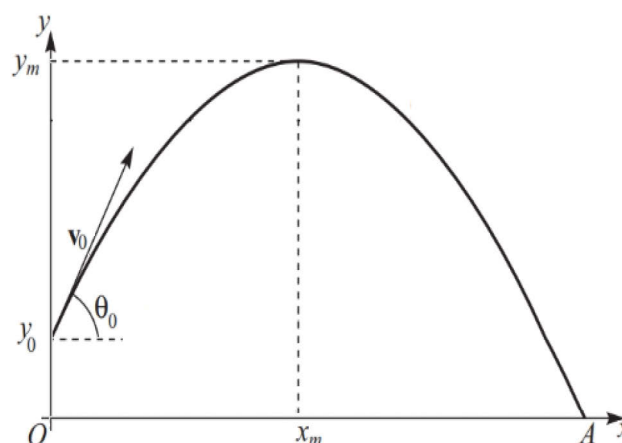
A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), no contexto do ensino de Física, tem se mostrado uma metodologia eficaz para promover o engajamento dos estudantes, favorecer a contextualização dos conteúdos e estimular o desenvolvimento de habilidades práticas e cognitivas. Além disso, conforme destacam Pasqualetto, Veit e Araújo (2017), a ABPj favorece a interdisciplinaridade e a construção ativa do conhecimento ao integrar conteúdos científicos a situações do cotidiano. Essa abordagem coloca os estudantes como protagonistas do próprio aprendizado e permite que cada etapa do projeto funcione como instrumento avaliativo, abrangendo desde a concepção até a apresentação final.

Nesse contexto, a construção de catapultas surge como um exemplo prático e envolvente de aplicação da ABPj, especialmente quando articulada com metodologias ativas. Ao transformar conceitos abstratos da física em um produto físico, essa atividade possibilita que os estudantes investiguem, construam e testem soluções, desenvolvendo competências essenciais como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas.

Dessa forma, a catapulta transcende sua função como artefato histórico e assume o papel de recurso pedagógico que materializa a essência da aprendizagem ativa. A catapulta é um artefato histórico que representa a evolução das armas de cerco, combinando ciência, engenharia e estratégia militar. Ao longo dos séculos, foi utilizada como instrumento de guerra capaz de lançar projéteis a grandes distâncias, tornando-se símbolo da engenhosidade humana na busca por soluções técnicas para desafios militares (Almeida *et al.*, 2014).

Além de sua relevância histórica, a catapulta também se apresenta como um recurso pedagógico. Quando analisamos a trajetória de um projétil lançado por esse mecanismo sob o enfoque da cinemática, observamos um movimento bidimensional que resulta da combinação de dois movimentos independentes: o movimento horizontal com velocidade constante e o movimento vertical acelerado pela ação da gravidade (Halliday; Resnick; Walker, 2023). A trajetória esquemática do projétil ao sair da catapulta e se chocar pela primeira vez no solo pode ser visto na Figura 1:

Figura 1: Trajetória percorrida pelo projétil ao sair da catapulta.



Fonte: Autor, 2025.

Ao sair da catapulta, o projétil está na posição inicial  $x = 0$  e  $y = y_0$ , apresentando uma velocidade inicial com módulo  $v_0$  e inclinação  $\theta_0$  em relação à horizontal. No instante final do movimento, o

projétil atinge a posição  $x = A$  (alcance) e  $y = 0$  e possui uma velocidade final  $v$ . Considerando  $v_{ox} = v_o \cos(\theta_0)$ ,  $v_{oy} = v_o \sin(\theta_0)$ , e as condições iniciais e finais nas equações 01 e 02, obtém-se:

$$A = v_o \cos(\theta_0)t \quad (03)$$

$$0 = y_0 + v_o \sin(\theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (04)$$

Resolvendo a equação 04, que é do segundo grau, são obtidas duas raízes, uma positiva e outra negativa. Desprezando a raiz negativa pois não possui significado físico, o tempo total de voo do projétil é dado pela equação 05:

$$t = \frac{v_o \sin(\theta_0) + \sqrt{v_o^2 \sin^2(\theta_0) + 2gy_0}}{g} \quad (05)$$

Substituindo a equação 05 em 03, obtém-se a expressão geral para o alcance (equação 07):

$$A = v_o \cos(\theta_0) \left( \frac{v_o \sin(\theta_0) + \sqrt{v_o^2 \sin^2(\theta_0) + 2gy_0}}{g} \right) \quad (06)$$

Na atividade, os alunos irão utilizar trena para fazer medidas de comprimento, e transferidor, para medir o ângulo inicial. Como a velocidade inicial  $v_o$  não é possível de medida com estes instrumentos de medida, utilizou-se a equação de Torricelli,  $v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g(y_m - y_0)$  e o fato de que na altura máxima,  $y_m$ , a velocidade vertical da velocidade é nula ( $v_y = 0$ ). Assumindo que o módulo da velocidade  $v_o$  é sempre positivo, obtém-se a equação 07:

$$v_o = \frac{\sqrt{2g(y_m - y_0)}}{\sin(\theta_0)} \quad ((07)$$

Substituindo equação 07, na equação 06, obtém-se a equação 08:

$$A = \frac{2(y_m - y_0 + \sqrt{y_m(y_m - y_0)})}{\tan(\theta_0)} \quad (08)$$

Para obter a equação da trajetória do projétil serão consideradas as mesmas condições iniciais, e o fato de que no instante  $t$ , ele está na posição  $x = v_o \cos(\theta_0)t$ , e  $y$ , dado pela equação 02. Isolando  $t$  na equação  $x$  e substituindo a equação 07 na equação de  $y$ , obtém-se a equação 09:

$$y = y_0 + \tan(\theta_0)x - \frac{\tan^2(\theta_0) x^2}{4(y_m - y_0)} \quad (09)$$

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho aborda o uso de metodologias ativas no desenvolvimento de um projeto de construção de uma catapulta de baixo custo, fundamentado nos princípios da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj). A atividade foi conduzida pelo professor da disciplina de Mecânica Clássica, participaram da atividade 36 estudantes, matriculados no segundo semestre de 2025 nos cursos de Bacharelado Interdisciplinar em Tecnologia da Informação, Arquitetura e Urbanismo e Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Os participantes da atividade foram organizados em equipes compostas por, no mínimo, três e, no máximo, seis integrantes, responsáveis por planejar e executar as tarefas propostas.

A intervenção foi realizada em um contexto institucional voltado ao desenvolvimento de metodologias ativas em disciplinas de graduação, tendo como objetivo principal contribuir para a redução da retenção e da evasão no ensino de Física. A atividade teve duração aproximada de 30 dias, e o critério de participação consistiu em estar regularmente matriculado na disciplina. Do ponto de vista ético, trata-se de um relato de experiência sobre a aplicação de metodologias inovadoras para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. A participação dos estudantes ocorreu em caráter voluntário, garantindo liberdade de adesão e respeito às diretrizes acadêmicas.

Com base nos princípios da ABPj, a atividade foi estruturada por fases entre teoria e prática. Inicialmente, as equipes receberam as orientações gerais da proposta, incluindo normas para o desenvolvimento do projeto da catapulta e regras da competição.

Na fase de **planejamento** as equipes definiram estratégias, selecionaram materiais e dividiram responsabilidades. Em seguida, ocorreu a fase de **construção das catapultas**, acompanhada de registros em diário de bordo, fotos e elaboração de um vídeo explicativo.

Na sequência, as equipes avançaram para a fase de **experimentação**, realizando testes prévios, coletando medidas relacionadas ao movimento dos projéteis e comparando os resultados obtidos com as previsões teóricas. A fase de **competição** corresponde ao momento em que as equipes colocaram seus protótipos em prática. Cada equipe forneceu uma medida estimada do alcance antes do lançamento, que foi posteriormente comparada com a medida obtida. A partir dessa comparação, foi atribuída uma pontuação a equipe, considerando dois critérios principais: o menor desvio entre a previsão e o resultado experimental e a maior distância percorrida pelo projétil.

As fases da atividade foram estruturadas de modo a contemplar os domínios de conteúdo e os processos cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) (Lorenzetti; Delizoicov; Oliveira, 2010), garantindo que os estudantes percorrem níveis que vão do desenvolvimento do projeto à sua aplicação. No que diz respeito a TBR, os processos cognitivos são ações mentais observáveis ou descritas por verbos que indicam o nível de complexidade do pensamento exigido pela tarefa: criar, aplicar, refletir, recordar, analisar e avaliar. Já o domínio de conteúdo indica o tipo de conhecimento mobilizado (factual, conceitual, procedimental, atitudinal). Essas duas dimensões foram articuladas para definir objetivos da atividade proposta e instrumentos avaliativos. O detalhamento dos domínios de conteúdo e processos cognitivos estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1: Domínio de conteúdo e processos cognitivos das etapas da atividade.

<b>Etapa</b>	<b>Domínio de Conteúdo</b>	<b>Processo Cognitivo (TBR)</b>
<b>Construção da Catapulta</b>	Factual, Conceitual, Procedimental	Aplicação, Avaliação
<b>Diário de Bordo</b>	Atitudinal	Reflexão, Metacognição
<b>Vídeo</b>	Procedimental, Conceitual, Atitudinal	Comunicação, Criação, Aplicação
<b>Desempenho na Competição</b>	Factual, Conceitual, Procedimental, Atitudinal	Aplicação, Análise, Avaliação

Fonte: Autores, 2025.

Para orientar os estudantes, o professor estabeleceu critérios específicos para atribuição da pontuação, considerando tanto a precisão das previsões quanto o desempenho prático dos protótipos. Esses critérios foram apresentados previamente aos estudantes, garantindo clareza e transparência no processo. O Quadro 2 apresenta os critérios de avaliação estabelecidos pelo professor para atribuir a pontuação às equipes.

Quadro 2: Etapas e critérios de avaliação para pontuação.

<b>ETAPAS</b>	<b>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO</b>
<b>Catapultas</b>	Qualidade e apresentação da(s) catapulta(s). Presença de elementos que garantam o bom funcionamento da(s) catapulta(s) e o máximo alcance.
<b>Diário de bordo</b>	Descrição dos registros da construção até os primeiros lançamentos, descrevendo as etapas e desafios da competição.
<b>Vídeo</b>	Apresentação, qualidade, criatividade e finalização do vídeo. No vídeo deve conter uma explicação da construção das catapultas, e do conteúdo de movimento de projéteis. Todos os integrantes devem participar, e o tempo mínimo é de 5 minutos e máximo 8 minutos.
<b>Menor desvio <math>\Delta =  A_0 - A_f </math></b>	No dia da competição, a equipe fornecerá o alcance $A_0$ , e após a esfera cair será medido o valor de $A_f$ . Uma função linear fornecerá a nota da equipe, a de menor desvio, terá três pontos, o maior desvio, meio ponto.
<b>Maior Alcance</b>	No dia da competição, a equipe que obtiver o maior alcance $A_f$ , terá a pontuação máxima de dois pontos, e o menor deslocamento, meio ponto.

Fonte: Autores, 2025.

Após a última fase da competição de catapultas, foi aplicado um questionário com onze questões, entre objetivas e subjetivas, com o propósito de analisar a percepção dos estudantes sobre a atividade proposta. O questionário foi elaborado e disponibilizado por meio da plataforma Google Forms e teve caráter voluntário, permitindo que os participantes respondessem livremente, sem obrigatoriedade. Os resultados obtidos nos questionários foram organizados e interpretados com o auxílio de gráfico e quadro, visando facilitar a visualização das informações e destacar os principais achados da pesquisa. Para a interpretação das respostas, aplicou-se em uma das questões a técnica de Análise de Conteúdo, inspirada nas etapas propostas por Bardin (2016).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da construção e experimentação das catapultas evidenciam o potencial das metodologias ativas, caracterizando a atividade como uma prática de ABPj. A proposta estimulou o protagonismo estudantil e a aplicação de conceitos teóricos em situações reais. Os estudantes desenvolveram competências como colaboração, criatividade e pensamento crítico ao investigar e criar suas próprias soluções.

A atividade possibilitou avançar por diferentes níveis da TBR, permitindo identificar conteúdos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como os processos cognitivos predominantes em cada fase. Essa sistematização evidenciou a diversidade de aprendizagens envolvidas e mostrou como os estudantes transitaram por múltiplos domínios do conhecimento. O Quadro 3 sintetiza os conteúdos e processos mobilizados, reforçando o caráter interdisciplinar e investigativo da proposta.

Quadro 3: Domínios de conhecimento e processos cognitivos evidenciados na atividade conforme a TBR.

Fase da Atividade	Conteúdos Mobilizados	Processos Cognitivos
<b>Construção da catapulta</b>	I. Factual: medidas, unidades, parâmetros experimentais (ângulo, altura inicial, altura máxima, alcance). II. Conceitual: cinemática de projéteis. III. Procedimental: técnicas de montagem, ajuste e calibração.	I. Aplicação: uso de fórmulas e procedimentos. II. Avaliação: julgamento da eficácia das soluções e proposição de melhorias.
<b>Diário de bordo</b>	I. Atitudinal: postura reflexiva, responsabilidade, organização do trabalho em equipe.	I. Reflexão: descrição crítica das decisões. II. Metacognição: identificação de estratégias de aprendizagem, reconhecimento de erros e planejamento de correções.
<b>Criação do vídeo</b>	I. Procedimental: uso de ferramentas de gravação e edição; II. Conceitual: explicação dos princípios físicos. III. Atitudinal: comunicação e trabalho colaborativo.	I. Comunicação: roteirização e apresentação. II. Criação: elaboração de demonstrações. III. Aplicação: uso de conceitos teóricos.
<b>Competição</b>	I. Factual: dados de alcance e desvios. II. Conceitual: interpretação dos resultados. III. Procedimental: execução dos lançamentos e medições. IV. Atitudinal: comportamento competitivo, cooperação e ética.	I. Aplicação: execução dos lançamentos conforme planejamento. II. Análise: comparação entre previsões e resultados, identificação de erros. III. Avaliação: julgamento da eficiência dos projetos segundo critérios estabelecidos.

Fonte: Autores, 2026.

Os projetos de catapultas constituíram a atividade prática, permitindo aplicar conteúdos de cinemática e desenvolver diversas competências. Cada equipe construiu um protótipo com materiais simples e acessíveis, explorando diferentes soluções para o lançamento de projéteis. Os principais materiais utilizados foram palitos de picolé, tampinhas de garrafa PET, cola e elásticos de borracha. A atividade

favoreceu a experimentação e a criatividade dos estudantes. A Figura 2 mostra imagens do diário de bordo de uma das equipes, processo de construção da catapulta. A montagem inicia pela base e apresenta a estrutura ainda em fase de construção, antes da finalização.

Figura 2: Imagem da base, e da catapulta sem a finalização.



Fonte: Banco de imagens dos autores, 2025.

Após concluírem as catapultas, as equipes entregaram os diários de bordo com registros do processo e vídeos explicativos. Em seguida, participaram da competição realizada no ginásio do campus. A Figura 3 apresenta as catapultas construídas.

Figura 3: Catapultas confeccionadas pelos estudantes que participaram da competição.



Fonte: Autores, 2025.

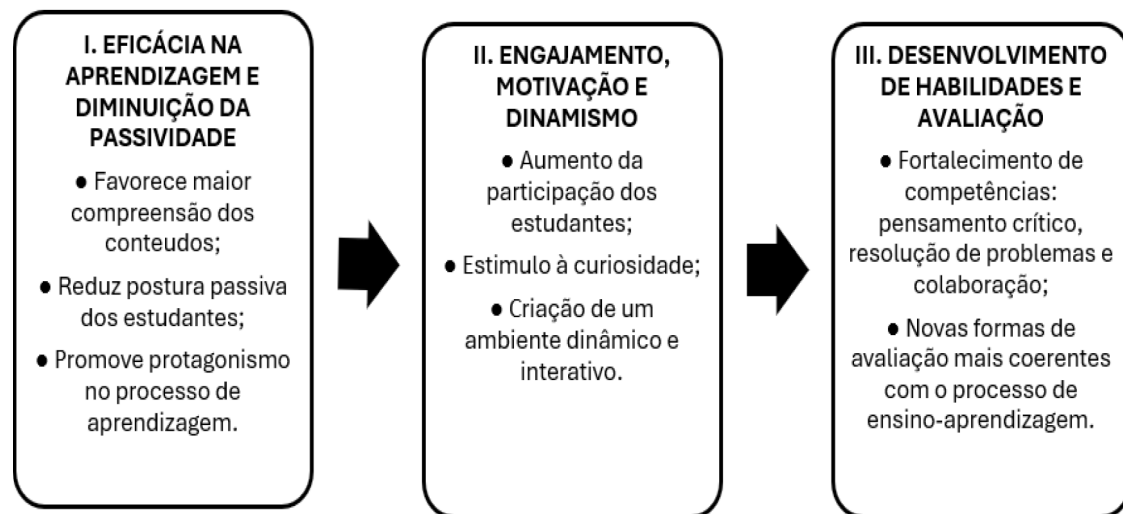
A diversidade dos modelos refletiu a criatividade e a autonomia das equipes, que realizaram ajustes para otimizar o desempenho em termos de alcance e precisão. Além do aspecto técnico, os protótipos de catapultas revelaram o caráter interdisciplinar da proposta, ao integrar conhecimentos factuais, conceituais e procedimentais com atitudes de colaboração, organização e responsabilidade (Lorenzetti; Delizoicov; Oliveira, 2010). Essa apresentação dos projetos permitiu não apenas comparar os resultados obtidos em termos experimentais, mas também destacar o processo de aprendizagem ativa, no qual teoria e prática se articularam de forma significativa.

A aplicação do questionário ao final da atividade permitiu identificar a percepção dos estudantes sobre o aprendizado, as dificuldades na construção das catapultas e a importância da competição para o engajamento. As respostas dos 28 participantes evidenciaram contribuições significativas da atividade para a compreensão do movimento de projéteis.

Utilizando uma Análise de Conteúdo adaptada de Bardin (2016), realizou-se inicialmente a leitura das respostas do questionário, buscando familiarização com o material e identificação de elementos recorrentes. Em seguida, foram definidos os objetivos da análise, buscando avaliar a eficácia das metodologias ativas no ensino de Mecânica Clássica e alinhar os achados aos propósitos da ABPj.

Nessa etapa, também foi estabelecido o corpus da pesquisa, delimitando as respostas válidas e organizando-as em três categorias que emergiram do conjunto de dados analisados, conforme apresentadas na Figura 4.

Figura 4: Categorias da Análise de Conteúdo (Bardin) relacionadas aos Objetivos da ABPj.



Fonte: Autores, 2026.

Quando questionados sobre "O que achou da inclusão de um projeto prático na componente de mecânica clássica? Os trechos apresentados a seguir correspondem a recortes das respostas dos estudantes, utilizados para ilustrar as categorias emergentes da análise de conteúdo. Na primeira categoria "Eficácia na Aprendizagem e Diminuição da Passividade". os estudantes relataram que o experimento facilitou a compreensão, ajudou a fixar o conteúdo teórico e os tornou mais ativos no processo. Respostas como "Muito bom, dá para entender melhor a teoria na prática, bem intuitivo", "Achei bastante proveitoso para o conhecimento da disciplina, pois, colocar em prática o que vimos em sala torna-se um aprendizado enriquecedor", e "bom experimento para fixar os conhecimentos" corroboram essa categorização.

A segunda categoria é o "Engajamento, Motivação e Dinamismo" que a ABPj trouxe para o ambiente de aula, comprovando a atratividade da metodologia ativa em contraste com a baixa atratividade das aulas tradicionais. Respostas como "Muito bom. Foi divertido de produzir e de testar também", "Achei ótimo por melhorar na compreensão do conteúdo e ser mais dinâmico e divertido", "Achei uma dinâmica diferente e muito enriquecedora, estimula a curiosidade e o trabalho em grupo", "mudança de rotina" e "achei dinâmico" confirmam essa percepção.

A terceira categoria, denominada "Desenvolvimento de Habilidades e Avaliação", reforça o valor da ABPj como ferramenta para desenvolver e avaliar competências. Habilidades como o trabalho em equipe foram apresentadas em diversas respostas, destacando-se: "Uma forma de entender melhor o assunto, além de unir trabalho prático, criatividade e o trabalho em grupo". Em relação à Criatividade e Pensamento Crítico, ressalta-se a resposta: "No meu ponto de vista incluir um projeto prático em mecânica clássica foi uma ótima ideia. Isso ajudou a aplicar a teoria na prática, aprofundando o entendimento dos conceitos e tornando o aprendizado mais fácil. Além do mais, podemos ter a criatividade e o pensamento crítico, e nossas habilidades essenciais como trabalho em equipe. E fazendo com que a gente tenha mais interesse na disciplina e mais experiência". A resposta direta "Ótima alternativa de avaliação" valida, ainda, o uso do projeto como instrumento avaliativo do processo de aprendizagem.

Quando questionados se o experimento ajudou na compreensão do conteúdo de movimento de projéteis em 2D, 71,4% dos estudantes responderam que sim, afirmando que a atividade contribuiu diretamente para a compreensão do conteúdo, enquanto 28,6% indicaram que o experimento ajudou parcialmente. Não houve respostas negativas, o que reforça que a atividade prática desempenhou um papel relevante na aprendizagem do conteúdo. Quando questionados sobre os pontos positivos da experiência, a análise das respostas referentes ao projeto da catapulta revelou um consenso quanto aos ganhos pedagógicos proporcionados pelas metodologias ativas. Em relação aos benefícios da ABPj, cerca de 60% dos estudantes destacaram a melhoria da cognição, validando o uso da prática como estratégia eficaz para superar o ensino passivo. O dinamismo da atividade foi apontado como um forte contraponto ao modelo tradicional expositivo, favorecendo maior envolvimento e motivação.

A análise qualitativa confirma, portanto, a eficácia da ABPj em promover aprendizagem significativa e engajamento, consolidando-se como uma metodologia capaz de superar a passividade e estimular a participação ativa dos estudantes

Quando questionados sobre os pontos positivos da atividade, os estudantes relataram que a experiência contribuiu principalmente para a melhor compreensão dos conteúdos de Física, permitindo visualizar conceitos como movimento em duas dimensões e aplicação de fórmulas de forma mais clara e concreta. Muitos destacaram que a prática ajudou a “comprovar a teoria”, facilitando a fixação dos conteúdos trabalhados em sala. Esses resultados estão alinhados com Freitas e Teixeira (2022), que afirmam que práticas experimentais fortalecem a relação entre teoria e fenômenos observáveis, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa.

Os estudantes destacaram a importância da aplicação prática da teoria, afirmando que observar fenômenos reais como a influência da massa no alcance e na altura do lançamento tornou o aprendizado mais significativo. Além disso, o trabalho em equipe foi apontado como um aspecto relevante, favorecendo a colaboração, o debate e a construção coletiva do conhecimento. De acordo com Bonfatti *et al.* (2021), atividades coletivas contribuem significativamente para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, especialmente aquelas relacionadas à autorregulação e à resolução conjunta de problemas.

Outro ponto recorrente foi o estímulo à criatividade e ao engajamento, já que a atividade exigiu tomada de decisões, resolução de problemas e elaboração de estratégias durante a construção da catapulta. Os estudantes também mencionaram elementos afetivos e motivacionais, como diversão, interesse e satisfação, indicando que a atividade tornou o processo de aprendizagem mais dinâmico e atrativo. Mostram que atividades práticas aumentam a motivação intrínseca e tornam o processo de aprendizagem mais prazeroso e significativo (Freeman *et al.*, 2014).

Quando indagados sobre os pontos negativos, a maioria dos estudantes afirmou não identificar aspectos desfavoráveis na atividade. Entre aqueles que mencionaram algum ponto negativo, destacou-se a dificuldade na compreensão dos cálculos matemáticos, especialmente na aplicação prática das fórmulas. Essa percepção é recorrente no ensino de Física e tem sido discutida por autores como Santos, Pereira e Moreira (2024), que apontam a matemática como uma das principais barreiras para a compreensão de fenômenos físicos. Também foram citados outros desafios, como o tempo limitado para a construção e realização dos testes da catapulta e a baixa precisão das medições, atribuída à falta de materiais mais adequados aos aspectos frequentemente observados em atividades experimentais.

Ao serem perguntados sobre as dificuldades encontradas na execução do projeto, as dificuldades relatadas pelos estudantes concentraram-se principalmente em quatro aspectos: cálculos matemáticos, construção da estrutura, obtenção de materiais e logística de organização da equipe. A dificuldade com os cálculos foi a mais mencionada, especialmente no que diz respeito à aplicação prática das fórmulas e à interpretação matemática necessária para projetar a catapulta. Também foram citados desafios na construção, como garantir resistência, ajustar ângulos e lidar com a fragilidade da estrutura. Alguns estudantes relataram dificuldades para encontrar materiais adequados e precisos, além de limitações de tempo e distância entre os membros da equipe, que dificultaram encontros presenciais.

Quando questionados sobre sugestões de melhorias na atividade durante a fase de competição, os estudantes apontaram principalmente ampliar o tempo disponível para construção e testes da catapulta, além de disponibilizar parte das aulas em sala de aula para o trabalho em equipe. Também recomendaram padronizar os materiais, especialmente as esferas, e melhorar a precisão das medições. Parte dos estudantes mencionou não ver necessidade de melhorias.

Ao serem questionados sobre as dificuldades enfrentadas para compreender os conteúdos estudados na disciplina de Mecânica Clássica. O Quadro 4 apresenta essas dificuldades sintetizadas nos aspectos mais recorrentes mencionados pelos estudantes e permitem identificar os fatores que mais influenciam sua aprendizagem.

Quadro 4: Dificuldades Identificadas na Compreensão dos Conteúdos de Mecânica Clássica

<b>Dificuldades Identificadas</b>	<b>Respostas</b>
Desafios Cognitivos: Cálculos, Matemática e Interpretação	13
Desafio de Gestão do Processo de Estudo	8
Desafio de Formação Inicial e Bases Deficitárias	4
Respostas Vazias ou Neutras	3

Fonte: Autores, 2026.

As dificuldades relatadas pelos estudantes em Mecânica Clássica estão alinhadas ao que autores recentes têm identificado no ensino de Física. Estudos como os de Santos, Pereira e Moreira (2024) mostram que muitos alunos chegam ao ensino superior com lacunas formativas significativas, especialmente em Física e Matemática, o que compromete a compreensão de conteúdos mais complexos, como movimento em projéteis.

Dos Reis, Santana e Lemos (2022) reforçam que essas dificuldades não se limitam ao domínio conceitual: há também desafios cognitivos, envolvendo cálculos, interpretação de problemas e aplicação de fórmulas exatamente como observado nas respostas dos estudantes. Esses autores destacam que metodologias ativas podem ajudar, mas também tornam mais claras as fragilidades conceituais dos estudantes.

Os resultados apresentados a seguir referem-se às perguntas avaliativas do questionário, que utilizou uma escala de 0 a 10, na qual 0 indica desempenho mínimo e 10 corresponde à nota máxima atribuída pelos participantes. Essa escala permite mensurar de forma objetiva a percepção dos estudantes sobre diferentes aspectos da atividade, possibilitando identificar níveis de satisfação, compreensão e engajamento

Quando questionados como você avalia o seu aprendizado dos conteúdos utilizados na Competição? A análise das respostas revela que os participantes atribuíram, em sua maioria, notas entre 7 e 8 ao próprio aprendizado, indicando uma percepção predominantemente positiva sobre os conteúdos trabalhados na Competição.

Ao serem perguntados sobre como avaliam a fase de competição proposta na atividade? As respostas numéricas atribuídas pelos estudantes variaram entre 6 e 10, indicando uma avaliação predominantemente positiva da atividade. Observou-se uma forte concentração em valores altos, especialmente 9 e 10, que representam a maior parte dos respondentes. Notas intermediárias, como 8, também apareceram com frequência, enquanto valores mais baixos, como 6, foram pouco mencionados. A predominância de notas máximas e próximas da máxima indica que a experiência foi bem recebida pela maioria dos estudantes, refletindo percepção positiva quanto ao aprendizado, à execução e ao engajamento proporcionados pela metodologia aplicada.

Os estudantes foram questionados sobre como avaliavam o próprio aprendizado na componente de Mecânica Clássica. As respostas indicaram uma percepção amplamente positiva, evidenciada pela distribuição das notas, que mostra que a grande maioria dos participantes atribuiu valores entre 9 e 10, reforçando a percepção de um aprendizado considerado excelente. Notas 8 também apareceram com frequência, indicando avaliações muito positivas e consistentes. Apenas dois participantes atribuíram nota 6, o que sugere percepções mais moderadas, porém ainda dentro de um nível satisfatório de aprendizado.

Os resultados obtidos dialogam amplamente com a literatura sobre aprendizagem e metodologias ativas. Conforme demonstrado por Freeman *et al.* (2014), ambientes que exigem participação ativa favorecem maior fixação conceitual e melhor percepção de aprendizagem. Os achados desta pesquisa confirmam essa tendência, uma vez que os estudantes atribuíram avaliações predominantemente positivas à experiência. A combinação entre experimentação, colaboração e tomada de decisão mostrou-se eficaz no desenvolvimento das atividades. Assim, os resultados reforçam o potencial da ABPj como estratégia promotora de envolvimento e aprendizagem ativa.

Sobre como avaliavam o próprio comprometimento na componente de Mecânica Clássica. As respostas dos estudantes revelaram que a maioria percebe seu comprometimento como satisfatório, com predominância de notas entre 7, 8 e 9. As notas mais baixas, como 3 e 5, aparecem em minoria, indicando que poucos participantes consideram sua dedicação insuficiente. Esse resultado é coerente com os estudos recentes sobre engajamento e autorregulação da aprendizagem. Soares *et al.* (2023), apontam que estudantes frequentemente relatam níveis elevados de ansiedade diante de avaliações e interações acadêmicas, o que impacta diretamente sua percepção de desempenho e sua capacidade de autorregulação emocional.

De modo geral, os resultados evidenciam a importância atual do uso de metodologias ativas, especialmente quando articuladas à aprendizagem por projetos, como ocorreu na construção de catapultas e no estudo aplicado do lançamento de projéteis. O estudo contribui para o ensino de Física ao demonstrar, com evidências claras, que essas abordagens potencializam significativamente a compreensão conceitual e o engajamento dos estudantes em conteúdos tradicionalmente desafiadores da Mecânica Clássica. A aprendizagem torna-se mais significativa quando os estudantes vivenciam os conceitos de forma prática, investigativa e colaborativa. Essa estratégia não apenas favorece a fixação dos conteúdos de cinemática, mas também desenvolve habilidades essenciais, como autonomia, tomada de decisão e resolução de problemas. Assim, o estudo fortalece o uso de

práticas pedagógicas inovadoras no ensino de Física, oferecendo um modelo replicável e evidências que podem orientar melhorias no planejamento didático e na formação de estudantes mais ativos e protagonistas do próprio aprendizado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição do ensino tradicional para metodologias ativas, embora necessária, ainda enfrenta barreiras importantes, como resistência cultural, currículos extensos, lacunas de formação básica em Física e Matemática e dificuldades cognitivas relacionadas à abstração e ao raciocínio matemático. Esses fatores comprometem a compreensão de conceitos fundamentais da Mecânica Clássica.

O estudo evidenciou que, apesar da ABPj promover o protagonismo estudantil, persistem desafios na gestão do próprio processo de aprendizagem. Mesmo com orientações fornecidas na segunda semana, algumas equipes iniciaram a construção da catapulta apenas próximo à competição, reproduzindo a passividade típica do ensino tradicional, no qual o estudante age apenas diante de prazos imediatos. Isso prejudica o ciclo de testes e melhorias essencial à ABPj e revela a necessidade de desenvolver, de forma explícita, habilidades de planejamento e autonomia

A atividade de construção e experimentação demonstrou o potencial das metodologias ativas, configurando-se como uma prática de ABPj aplicável ao ensino de Física, tanto para o estudo de projéteis quanto para outros conteúdos da área. Além disso, apresenta-se como uma proposta metodológica replicável por outros professores, ao integrar prática experimental, investigação orientada e produção de registros reflexivos, favorecendo aprendizagens mais significativas e contextualizadas.

Diferentemente de propostas centradas apenas em aspectos tecnológicos ou sociais, esta experiência articulou a construção da catapulta à escrita do diário de bordo e ao uso do vídeo como ferramenta de comunicação. Essa integração permitiu aos estudantes vivenciar conceitos de Física, desenvolver habilidades comunicativas e reflexivas e ampliar o caráter interdisciplinar da proposta. Ao aplicar conteúdos de cinemática e lançamento de projéteis em situações concretas, os estudantes coletaram e analisaram dados experimentais, comparando-os com previsões teóricas. Esse processo favoreceu o engajamento, a colaboração e a progressão por diferentes níveis da Taxonomia de Bloom Revisada, culminando na criação de protótipos funcionais que uniram teoria, prática e criatividade.

Assim, este estudo reafirma que metodologias ativas, quando bem estruturadas, constituem um caminho eficaz para promover aprendizagens significativas e formar sujeitos mais críticos, participativos e capazes de aplicar o conhecimento em situações reais.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A, P.; TEZA, D, da R.; NICOLAU, V; PETRY, V, J; BIAZI, K, A. S. **Construindo, aprendendo e brincando com a catapulta.** *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 2, n. 1, 2014. Disponível em: <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/254> Acesso em: 30 abr. 2026.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BONFATTI, J. S. *et al.* **Habilidades de autorregulação emocional e resolução de problemas**

**interpessoais em pré-escolares: relato de experiência.** *Psicologia Revista*, v. 30, n. 2, p. 459-473, 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/psicorevista/article/view/51706/38260> Acesso em: 30 abr. 2026.

DOS REIS, J. C.; SANTANA, I. L.; LEMOS, L. S. **A relação entre física e matemática:** uma abordagem teórico-metodológica. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências*, v. 11, n. 02, p. 112–135, 2022. DOI: 10.22481/rbba.v11i02.10903. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/rbba/article/view/10903>. Acesso em: 31 maio. 2026.

FREITAS, K. E. C.; TEIXEIRA, R. R. P. **Experimentos científicos como ferramentas de aprendizagem para o ensino de Física.** *Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada*, v. 9, n. 2, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbfta/article/view/15613> Acesso em: 31 maio 2026

FREEMAN, S. *et al.* **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., v. 111 n. 23, p. 8410-8415. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.131903011>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física - Mecânica - Volume 1*. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. E-book. p.74. ISBN 9788521638551. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521638551/>. Acesso em: 10 mar 2026.

LACERDA, F. C. B.; SANTOS, L. M. **Integralidade na formação do ensino superior: metodologias ativas de aprendizagem.** *Avaliação, Campinas, Sorocaba, SP*, v. 23, n. 3, p. 611–627, nov. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772018000300003> Acesso em: 10 nov. 2025.

LORENZETTI, C. M.; DELIZOICOV, D.; OLIVEIRA, M. C. **Taxonomia de Bloom:** revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção, São Carlos*, v. 17, n. 2, p. 233–246, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015> Acesso em: 24 out. 2025.

MOURA FILHO, R. C. **A AVALIAÇÃO TRADICIONAL. UMA ESCOLA TRADICIONAL?.** *Revista Acadêmica Online*, v. 9, n. 47, p. e1110, 2023. Disponível em: <https://revistaacademicaonline.com/index.php/rao/article/view/1110>. Acesso em: 31 maio. 2026.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física:** uma Revisão da Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 2, p. 551–577, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4546>. Acesso em: 31 maio. 2026..

RIBEIRO, B. S.; PIGOSSO, L. T.; PASTORIO, D. P. **Implementação de metodologias ativas de ensino em uma turma de física básica:** um estudo de caso. *Revista de Enseñanza de la Física, La Plata*, v. 31, n. 2, p. 31–45, dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26954>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SANTOS, K. B.; PEREIRA, M. V. S.; MOREIRA, M. C. A. **As concepções de alunos e professores sobre a relação entre o ensino de Física e a Matemática.** *Revista Prociencias*, v. 7, n. 1, p. 2-20, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.15210/prociencias.v7i1.27519>. Acesso em: 31 maio 2026.

SOARES, A. B. *et al.* **Ansiedade no ambiente acadêmico:** concepções de estudantes universitários. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, v. 24, n. 2 2023. Disponível em:

<https://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbop/v24n2/1679-3390-rbop-24-02-0203.pdf> acessado:8 maio. 2026.

STUDART, N. **Inovando a ensinagem de Física com metodologias ativas.** *Revista do Professor de Física*, Brasília, v. 3, n. 3, p. 1–24, 2019. Disponível em:  
<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/28857>. Acesso em: 10 nov. 2025.

**Submissão: 06/05/2026**

**Aceito: 06/05/2026**