

INTEGRAÇÃO DE TEORIA E PRÁTICA POR MEIO DE FOGUETES EDUCACIONAIS

Romario Santana Midon¹

Marcelo Aureliano Correa de Araujo Filho²

Antônio Carlos da Silva Miranda³

Renato Verissimo de Souza⁴

Francisco Nairon Monteiro de Souza⁵

RESUMO

O presente trabalho integrou teoria e prática visando ensinar conceitos de física para alunos do 1º ano do ensino médio por meio da utilização de mini foguetes educativos. A proposta foi fundamentada na “Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP” e se alinha à BNCC, na competência (EM13CNT204), qual seja, “Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros)”. Envolveu 40 estudantes, abordando os seguintes conceitos: Leis de Newton, Cinemática, Dinâmica e Termodinâmica. Nossa metodologia incluiu aulas teóricas sobre empuxo, ação e reação e conservação de energia. Após as aulas, seguimos para a montagem do foguete construído com papel madeira, isopor e aletas de isopor para o corpo. Para o combustível, foi utilizada uma mistura simples à base de Nitrato de Potássio e Açúcar (KNSu) na proporção de 65:35. Os resultados mostraram que cerca de 90% dos alunos conseguiram ter uma melhor compreensão dos conceitos que foram trabalhados. Foi observado também um maior envolvimento dos alunos em relação às aulas teóricas. Os dados quantitativos (realizados pelos alunos por meio dos conceitos aprendidos durante as aulas teóricas), mostraram que o foguete teve uma altura média de 142 metros ($\pm 15\text{m}$), uma velocidade de 42 m/s e um tempo de subida de aproximadamente 5,4 segundos. Concluímos que a experimentação prática com foguetes educativos é uma estratégia eficaz para a contextualização ao ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de física, Foguetes educacionais, BNCC, Cinemática, Dinâmica.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, romariomidon@gmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, marcelo.acaf@gmail.com;

³ Doutor, Professor do Departamento de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, antonio.smiranda@ufrpe;

⁴ Mestre, Professor da EREM Pompéia Campos, renatoquim06_1@yahoo.com.br;

⁵ Professor orientador: Doutor, Departamento de educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, naironjr67@gmail.com.



INTRODUÇÃO

Muitos alunos do Ensino Médio tem uma experiência extremamente negativa no ensino de Física. Logo que, pra eles, a Física nada mais é que um bicho de sete cabeças, algo cheio de fórmulas e quase sempre sem conexão com o mundo real. Historicamente, a disciplina tem sido ensinada de uma forma muito abstrata, quase como um catálogo de regras matemáticas que precisam ser decoradas. Esse modelo antigo, focado na repetição e no famoso "ensino de lousa", acaba criando uma imagem errada: a de que a Física é inacessível e chata. O resultado? Total desinteresse do aluno.

Para mudarmos esse cenário repetitivo e cheio de “decoreba”, temos que esquecer um pouco a lousa e integrarmos a teoria à prática. Trazer exemplos do dia a dia, mostrar onde ela é aplicada e usada. A própria BNCC diz que precisamos desenvolver a capacidade dos alunos em entender, analisar e investigar os fenômenos que os cercam (BRASIL, 2018). E é agora que entram as metodologias ativas, unindo a teoria à prática, de maneira que a ciência acontece na frente dos alunos, pegando algo complexo e transformando em algo concreto.

A ideia deste trabalho surgiu dentro do PIBID Física -UFRPE, coordenado pelo Prof. Dr Nairon Francisco, junto ao Desvendando o Céu Austral, projeto vinculado a UFRPE coordenado pelo Prof. Dr Antônio Carlos da Silva Miranda, projeto esse que tem como principal foco a popularização científica em Pernambuco. As atividades do projeto ao longo dos anos mostraram que astronomia e astronáutica como ferramenta de ensino tem um potencial enorme para engajar a “garotada” (Miranda – UFRPE).

Este artigo conta em detalhes como aplicamos uma sequência didática baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) com 40 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública em Pernambuco. A missão era clara: projetar, construir e lançar foguetes de propelente sólido (KNSu). O objetivo principal foi conectar Cinemática e as Leis de Newton à experiência prática.

Abordando o tema dessa maneira, encaixamos com o que a BNCC fala na área de Ciências da Natureza, quando ela fala que "Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo..." (BRASIL, 2018”).

Nosso principal objetivo foi analisar o quanto a ABP, usando a construção de foguetes, é eficaz para o ensino de Física. E, de forma mais específica, buscamos:



- A. Fazer com que os alunos aplicassem as Leis de Newton na criação de um protótipo que funcionasse.
- B. Ensinar os alunos a coletar dados reais e calcular variáveis como velocidade, tempo e altitude do lançamento.
- C. Avaliar o impacto dessa atividade prática no interesse e na compreensão dos estudantes.

METODOLOGIA

Nossa pesquisa foi no formato de pesquisa-ação. Isso significa que nós, professores/pesquisadores, não ficamos apenas observando; nós intervimos diretamente na sala de aula com uma proposta pedagógica e, ao mesmo tempo, coletamos dados para ver o que funcionava (THIOLLENT, 2011).

O projeto foi dividido em quatro fases super práticas e sequenciais:

1. Fundamentação Teórica: Onde a base do conhecimento foi construída.
2. Oficina de Construção: Onde eles colocaram a mão na massa.
3. Lançamento e Coleta de Dados.
4. Análise dos Resultados: Entender o que aprendemos.

O projeto envolveu 40 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Pernambuco. A intervenção aconteceu depois que o professor já tinha dado o conteúdo de Cinemática e Leis de Newton. Ou seja, o projeto dos foguetes não foi um "extra", mas sim a principal atividade prática no final do bimestre

Antes de qualquer coisa ou isopor, voltamos para a sala de aula. O objetivo dessa etapa era crucial: criar os "subsunçores" (aqueles conhecimentos prévios que Ausubel diz serem essenciais) que seriam usados na prática (MOREIRA; MASINI, 2001). Os temas revisados foram:



- Cinemática: O básico de velocidade, aceleração (incluindo a da gravidade) e as fórmulas do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Isso era a chave para, mais tarde, calcularmos a altura que o foguete atingiu.

- Leis de Newton: Foco total na Segunda Lei ($F = m \cdot a$) e, principalmente, na Terceira Lei (Ação e Reação). Afinal, é a Terceira Lei que explica por que o foguete sobe: a força que ele empurra o gás para baixo é igual à força que o gás a empurra para cima.

- Dinâmica: Entendemos quais forças estariam agindo no foguete: o peso, o empuxo (a força do motor) e a resistência do ar.

Agora, a sala de aula se transformou num laboratório de criação, seguindo a ideia de "ambiente preparado" de Maria Montessori (MONTESSORI, 1965). Dividimos os 40 alunos em grupos e demos a eles materiais simples e seguros para que construíssem seus protótipos do zero. O que eles usaram:

- Corpo do Foguete: Papel madeira (papelão fino) para o tubo principal.
- Nariz (Coifa): Isopor, que os alunos moldaram para deixar o foguete o mais aerodinâmico possível e "furar" o ar.

- Asas (Aletas): Também de isopor, recortadas e fixadas na base para dar estabilidade ao voo.

- Paraquedas (Sistema de Recuperação): Pedacos de plástico e elástico, para garantir um pouso suave e salvar o protótipo. O mais legal é que os alunos tiveram total autonomia no design, contanto que respeitassem o princípio básico da estabilidade. Nós, professores, ficamos circulando, atuando como mediadores, ajudando a resolver problemas de engenharia e garantindo que tudo estivesse alinhado.

3.4 Fase 3: O Grande Lançamento Esta é a fase mais emocionante, mas também a que exige mais cuidado. Por isso, foi dividida em duas subfases com protocolos de segurança rígidos.

Usamos o propelente KNSu, uma mistura simples e eficaz de Nitrato de Potássio e Açúcar (Sacarose). A proporção foi de 65% de oxidante para 35% de combustível. Ponto de Atenção (Segurança Máxima): Por segurança, todo o manuseio, mistura e montagem do motor (o cartucho com o propelente) foram feitos pelos professores, em um ambiente controlado. Os alunos só tinham que encaixar o motor pronto na estrutura do foguete.

Os lançamentos foram feitos em uma área aberta e segura. Usamos uma plataforma com uma haste-guia para dar a direção inicial. A ignição foi elétrica, permitindo que os alunos ficassem a uma distância segura. O sistema era simples:

- Uma fonte de energia (4 pilhas AA).



- Dois fios longos de internet (baixa resistência).
- Um ignitor (fósforo elétrico) conectado na ponta dos fios e inserido no motor.

Ao fechar o circuito (ligar os fios nas pilhas), o ignitor aquecia, iniciava a queima do propelente, e o foguete subia.

O projeto só é completo se pudermos medir o sucesso. A coleta de dados foi feita de duas formas:

Dados Quantitativos: Gravamos o voo de cada foguete com um celular posicionado em um ponto fixo. Analisando o vídeo em câmera lenta, conseguimos cronometrar o tempo de subida (t) o tempo exato entre a ignição e o momento em que o foguete para de subir (o apogeu). Com esse tempo em mãos, os alunos voltaram para as fórmulas do MRUV (a primeira fórmula que colocamos no artigo) para estimar a altura máxima (ΔS) e a velocidade média (V_m) do lançamento, desconsiderando a resistência do ar para simplificar os cálculos.

Dados Qualitativos: A avaliação da compreensão foi contínua e descontrainda. Enquanto os grupos trabalhavam, nós circulávamos e fazíamos perguntas abertas e informais, como:

- "Por que estamos lixando tanto o bico de isopor?"
- "Qual lei da física explica o foguete subindo?"
- "O que aconteceria se as aletas (asas) estivessem tortas?" As respostas e o nível

de discussão nos grupos foram anotados. Isso nos deu uma visão clara do engajamento e de como a atividade prática estava ajudando na compreensão dos conceitos teóricos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho se apoia em três pilares pedagógicos que se complementam: a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como a estratégia principal, a Aprendizagem Significativa de Ausubel como a base de como o cérebro aprende, e os princípios de Maria Montessori para a organização do ambiente.

A ABP é uma metodologia ativa que tira o aluno da cadeira e o coloca em tarefas e desafios que imitam o mundo real (BENDER, 2014). Pense bem: uma aula prática comum só serve para "provar" o que o professor já disse. Na ABP, é diferente: o projeto é o que move a aprendizagem. A pergunta central — "Como fazer um foguete voar e entender seu movimento?" — é o que guia toda a busca por conhecimento.



Nessa dinâmica, o papel do professor muda radicalmente. Ele não é mais o único "dono" do conteúdo, mas sim um facilitador ou mediador. Ele orienta a busca por soluções, garante a segurança e, o mais importante, provoca a reflexão. A experimentação, nesse contexto, não é o ponto final, mas o caminho para que os alunos investiguem, testem suas ideias e construam seu próprio entendimento.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, explica por que a ABP funciona. Para Ausubel, a aprendizagem de verdade acontece quando uma informação nova se conecta a um conhecimento que o aluno já tem — o que ele chama de "subsunçor" (MOREIRA; MASINI, 2001). Sem essa conexão, o que sobra é a famosa "decoreba" (aprendizagem mecânica), que é esquecida rapidamente. Pense na Física: o ensino tradicional, focado em decorar fórmulas de Cinemática (como exemplo, $S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$), geralmente só gera decoreba, pois os alunos não veem sentido naqueles símbolos. Nosso projeto atacou isso em duas etapas: primeiro, as aulas teóricas preparatórias criaram os "subsunçores" (o que é gravidade? o que diz a 3ª Lei de Newton?). Depois, a construção e o lançamento do foguete vieram como a informação nova, que se ancorou naqueles conceitos. O aluno não precisou decorar a Terceira Lei de Newton; ele a viu acontecer quando os gases impulsionaram o foguete subir.

Embora a gente associe Maria Montessori à educação infantil, seus conceitos são super valiosos para o ensino de ciências em qualquer idade. O mais importante é o "ambiente preparado" (MONTESSORI, 1965). Não se trata só de um espaço físico, mas de um ambiente pedagógico que dá ao aluno a liberdade e a segurança para explorar. Ao tirar a aula da rigidez da lousa e levá-la para a "oficina" de construção, mudamos o ambiente. Os alunos ganharam autonomia para mexer nos materiais (papel, isopor, cola) e tomar decisões sobre o design do foguete. Como Montessori defendia, a autonomia é um motor poderoso de aprendizagem (FIGUEIREDO; SOUSA, 2021). O professor aqui fez o papel de garantir a segurança (preparando o propelente) e fornecedor de recursos, mas quem tocou o projeto foram os alunos. Esse sentimento de "o projeto é meu" é essencial para o engajamento e é o oposto da passividade do ensino tradicional.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da sequência didática resultou em dois conjuntos de dados complementares: os dados qualitativos, baseados na observação do engajamento e na avaliação formativa da compreensão dos alunos; e os dados quantitativos, resultantes dos cálculos de voo realizados pelos próprios estudantes.

O primeiro resultado notável foi uma mudança comportamental significativa na turma. O desinteresse relatado durante as aulas puramente expositivas foi substituído por um envolvimento ativo e colaborativo. Durante as etapas de construção e lançamento, os alunos demonstraram proatividade, curiosidade e maior interação com os professores e colegas.

A avaliação formativa, realizada através de perguntas orais informais durante o processo, indicou um alto nível de apropriação dos conceitos. Estimamos que cerca de 90% dos estudantes (aproximadamente 36 dos 40 alunos) foram capazes de explicar a física por trás de suas ações, respondendo corretamente a questões como "Por que a Terceira Lei de Newton se aplica aqui?" ou "Por que a forma da ogiva (bico) é importante?".

Esta observação corrobora diretamente a Teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA; MASINI, 2001). Os conceitos de Ação e Reação e as forças (empuxo, peso) deixaram de ser entidades matemáticas abstratas e ganharam significado prático. Os alunos não "decoraram" a Terceira Lei; eles a utilizaram para impulsionar um objeto que eles mesmos construíram. A teoria foi ancorada na prática (o foguete), gerando o que Ausubel define como aprendizagem significativa.

Da mesma forma, o sucesso do engajamento pode ser atribuído ao "ambiente preparado" (MONTESORI, 1965). Ao dar autonomia aos alunos na construção, utilizando materiais seguros em um formato de oficina, o professor assumiu o papel de facilitador. Os estudantes tornaram-se protagonistas do seu aprendizado, e o prazer gerado pelo desafio prático serviu como principal motivador.

O segundo conjunto de resultados refere-se à aplicação prática da Cinemática. Conforme descrito na metodologia, os alunos filmaram os lançamentos e analisaram os vídeos para extrair o tempo de subida (do lançamento ao apogeu). Utilizando este dado, eles aplicaram as equações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)



$(-v = v_0 + at \text{ e } \Delta s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2)$ considerando a velocidade final no apogeu como $v_f = 0$ e $a = -g$ para calcular o apogeu (altura máxima) e as velocidades.

Os dados quantitativos médios, compilados a partir dos cálculos de todos os grupos, estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média dos Resultados Quantitativos (Cálculos dos Alunos)

Métrica	Valor Médio
Tempo de Subida (Apogeu)	5,4 s
Altura Máxima (Apogeu) estimada	142 m (± 15 m)
Velocidade Média de Subida	42 m/s

O mais importante nesta etapa não foi a precisão absoluta dos números, mas o processo pelo qual eles foram obtidos. O ato de calcular a altura e a velocidade de um objeto real, que eles próprios construíram, cumpre diretamente a competência (EM13CNT204) da BNCC, que exige a elaboração de "explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos".

A variação encontrada nos resultados (± 15 m na altitude) foi fonte de discussão. Os alunos foram instigados a debater por que alguns foguetes voaram mais alto que outros, levantando hipóteses sobre a qualidade da montagem (aletas perfeitamente alinhadas), a aerodinâmica da ogiva e pequenas variações no propelente.

Além disso, a discussão em sala sobre as limitações do modelo (o cálculo desprezou a resistência do ar) foi importante para o desenvolvimento da literacia científica, aproximando os alunos do "fazer científico", que envolve a criação de modelos simplificados para entender fenômenos complexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central do nosso trabalho era simples: descobrir se a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), usando a construção de foguetes educativos, é uma forma eficaz de tirar a Física da teoria e trazer para a prática no 1º ano do Ensino Médio. E a resposta é um sonoro sim! Os resultados não deixam dúvidas: essa abordagem foi ótima. A metodologia que criamos, misturando a base teórica em sala de aula com a oficina de construção, provou ser uma ferramenta poderosa para acabar com a barreira do "ensino



de lousa". A mudança mais visível foi no engajamento. A apatia deu lugar à curiosidade, e o trabalho em grupo funcionou. Isso confirma o que já suspeitávamos: dar autonomia aos alunos e colocá-los como protagonistas, seguindo a ideia de "ambiente preparado" de Montessori, é o melhor catalisador para a motivação.

Do ponto de vista do aprendizado, o projeto conseguiu o que Ausubel chama de Aprendizagem Significativa. Os conceitos mais abstratos, como cinemática e as Leis de Newton, deixaram de ser símbolos no papel e se tornaram algo concreto. Os alunos não só decoraram as fórmulas, mas as usaram para calcular a trajetória de um objeto que eles mesmos criaram e lançaram. A meta de cumprir a competência (EM13CNT204) da BNCC foi atingida.

Agora, sendo transparente sobre as limitações do nosso estudo:

- Amostra Pequena: A pesquisa foi feita com uma única turma de 40 alunos.
- Avaliação Informal: A checagem do aprendizado foi feita de forma oral e descontraída, sem testes formais de "antes e depois".
- Simplificação: Nossos cálculos de voo ignoraram a resistência do ar. Isso é ótimo para a didática, mas sabemos que na vida real a Física é mais complexa (e foi explicado para eles de forma superficial)

Por fim, espero que esse artigo ajude outras pessoas a levar esse mesmo pensamento para outras escolas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa e formação docente no país. Agradeço ao Prof. Dr. Nairon coordenador do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), pelo apoio metodológico; ao Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda, coordenador do projeto "Desvendando o Céu Austral" (UFRPE), pela inspiração pedagógica e espelho para o futuro; e ao Prof. Renato Veríssimo, pelo espaço e colaboração na escola onde o projeto foi aplicado.

REFERÊNCIAS

BENDER, W. N. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.



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

