

# O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS BASEADO EM ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETES

## THE TEACHING AND LEARNING PROCESS IN SCIENCE EDUCATION BASED ON ROCKETS CONSTRUCTION AND LAUNCHING ACTIVITIES

<sup>1</sup>Silva, Enilson Araujo; <sup>2</sup>Auth, Milton Antonio; <sup>3</sup>Silva, Renato Pereira  
1 e 3 – Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Ituiutaba  
2 – Universidade Federal de Uberlândia – campus do Pontal  
[enilson@iftm.edu.br](mailto:enilson@iftm.edu.br) – apoio Pibid/Capes

### Resumo

O presente trabalho trata de atividades de ensino-aprendizagem balizadas na produção e lançamento de foguetes, nas interações entre os estudantes e na significação de conceitos de Ciências, numa abordagem histórico-cultural. A exploração destas com turmas de alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública vêm constituindo novos desafios para melhorar a prática pedagógica escolar. O planejamento das aulas tem aporte dos Três Momentos Pedagógicos, de Delizoicov e Angotti (1992), visando favorecer as interações e a organização/sistematização do conhecimento em estreita relação com os instrumentos utilizados. As atividades realizadas estão contribuindo para o ensino-aprendizagem de fenômenos físicos e químicos, de dimensões, de equilíbrio estático, de energia, entre outros. O acompanhamento sistemático das ações permitiu compreender, também, que as interações entre os estudantes contribuem significativamente para a aprendizagem, pois os atos de planejar, dialogar, discutir, pensar e fazer os tornam agentes do seu próprio desenvolvimento intelectual.

**Palavras chave:** foguetes, interações, momentos pedagógicos, ensino de ciências.

### Abstract

The present work deals with teaching and learning activities buoyed in the production and launch of rockets in the interactions between the students and the meaning of science concepts in a historical-cultural approach. The exploration of these activities with classes of students in the first year of a public high school come constituting new challenges to improve the school pedagogical practice. The planning of the school has contribution of Three Pedagogical Moments of Delizoicov and Angotti (1992), aiming to encourage interactions and the Organization/systematization of knowledge in close relationship with the instruments used. The activities are contributing to the teaching and learning of physical and chemical phenomena of dimensions, static balance, energy, among others. The systematic follow-up of the actions also allowed to understand that the interactions among students contribute significantly to learning because the acts of planning, talking, discussing, thinking and doing make them agents of their own intellectual development.

**Key words:** rockets, interactions, pedagogical moments, science education.

## Introdução

Os frequentes questionamentos sobre o atual ensino médio, acompanhado das insatisfações com os resultados da aprendizagem dos estudantes e das proposições das bases legais da educação brasileira, para além das produções teóricas, aos poucos vêm tendo reflexos na prática pedagógica escolar. A vontade de mudar o cenário das aulas da Área de Ciências da Natureza está movendo professores ao desenvolvimento de novas alternativas nesse âmbito de ensino. Para tanto, as atividades pedagógicas na escola foram organizadas com base num tema relevante aos alunos e nos “Três Momentos Pedagógicos” de Delizoicov e Angotti (1992; 2002), quer seja, Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação/Contextualização do Conhecimento.

O caminho para a aprendizagem dos conceitos em ciências fundamenta-se em Vygotsky (1998 e 2001), que relaciona o surgimento e estruturação de conceitos a necessidade apontada por um fim ou para a solução de um determinado problema. Tal assertiva contribui para o entendimento da limitação da ação mecanicista do processo de aprendizagem e a proposição de alternativas que contribuem para inovar as práticas didático-pedagógicas.

O tema elaborado/desenvolvido em turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, acompanhado pela pesquisa, trata da produção e lançamento de foguetes de modelos variados. Além de se explorar a riqueza das interações durante a produção das bases de lançamento e dos foguetes e a eficiência quanto aos lançamentos, a investigação também foca a aprendizagem de conhecimentos de Ciências (Física, Química e Biologia) e Matemática, abordados com referência a esse tema.

O acompanhamento pela pesquisa aconteceu por vídeo-gravações, com o aparelho celular dos próprios estudantes, por meio de documentos de avaliação, como os projetos arquitetônicos e o sistema de avaliação de relatório das atividades e provas, em que os mesmos deveriam explicitar os devidos conhecimentos sobre as bases de lançamentos. Além disso, foi aplicado um questionário a trinta alunos que participaram de todas as etapas do processo de ensino-aprendizagem.

A aplicação/contextualização dos conhecimentos se deu por meio das aulas conjuntas de física e química numa apresentação para toda a escola, quando foram identificados e premiados os melhores lançamentos de foguetes.

## Produção de Foguetes e interações entre os sujeitos

Num primeiro momento foram apresentadas aos alunos quatro bases de lançamentos de foguetes diferentes e dois foguetes de garrafas PET também diferentes, conforme problematizações e imagens a seguir:

- 1 - Observe as bases de lançamento de foguetes. Qual serve melhor para o lançamento do foguete do seu grupo?
- 2 - Aqui temos dois tipos de foguetes: um com bico ogiva e outro com bico cônico. Qual desses terá maior alcance ao ser lançado?



Imagem 01: Base de lançamento de foguete com bico cônico.



Imagem 02: Bases de lançamento com ângulos variados e foguete modelo ogiva.

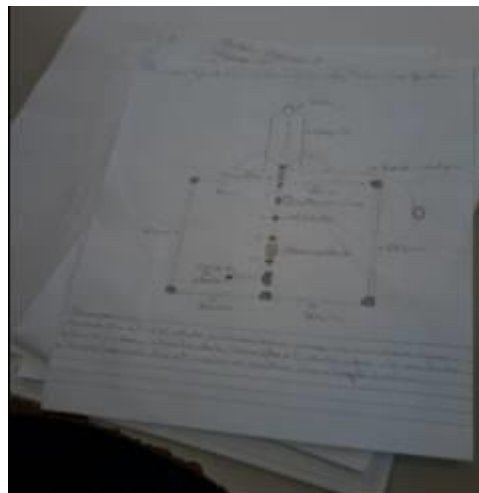
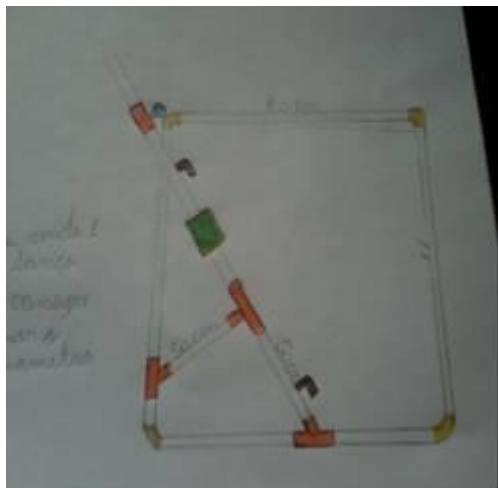
Para responderem a estas problematizações houve a mediação dos professores a respeito do que deve existir numa base de lançamentos e nos foguetes para serem qualificados em relação ao funcionamento e à aerodinâmica. Assim, os estudantes passaram a analisar as respectivas bases e foram instigados a fazer projetos arquitetônicos dos aparatos visando à construção e utilização dos foguetes idealizados.

Nesta atividade as interações permitiram questionamentos sobre os reservatórios de propelentes quanto a volumes e posições dos mesmos na plataforma/base de lançamento, se a base deveria ser mais leve ou mais pesada, se era necessário utilizar um manômetro para medir a pressão, se o foguete deveria ser de outro tipo de material. As imagens que seguem são reflexos desses momentos de interação, observação, planejamentos e elaborações.



Imagens 03 e 04: Estudantes analisando aspectos das bases de lançamento e dos foguetes

No processo de planejamento ocorrem trocas de ideias, interações entre os pares, estimulando a obtenção de um parecer único sobre como deverá ser a estrutura/aparato para a execução da tarefa de lançamento de foguetes. Essas ações desencadearam a construção das arquiteturas das bases de lançamento e dos foguetes, como os representados nas imagens 05 e 06.



Imagens 05 e 06: Esboços dos projetos arquitetônicos elaborados pelos alunos.

Com os projetos arquitetônicos prontos, os estudantes iniciaram as interações de construções das referidas bases e dos foguetes, durante as aulas de física e para além delas. Entre as atividades de análise, de planejamento e de construção dos aparatos, os estudantes se expressavam manifestando interesses, curiosidades, sugestões e questionamentos, as quais foram identificadas em aulas de matemática, física, química e biologia. Um exemplo oportuno são os questionamentos e entendimentos sobre a área do apoio/base de lançamento e o ângulo de lançamento ideal. Será de  $45^\circ$  a inclinação que dá condição de lançar o foguete o mais longe possível ou é preciso ser maior para compensar o declínio do eixo longitudinal do foguete, o qual tende a baixar pela ação da força peso/força gravitacional?

As interações nesta fase das atividades, conforme figura 07 e 08, foram de grande relevância, pois muitos dos estudantes não conheciam sequer os tipos de materiais utilizados e não tinham noções quanto ao manuseio dos mesmos. Nestas ações se intensificou o exercício da fala, da comunicação, da colaboração, da concordância, da discordância e da solidariedade. Conforme Vigotski (2001), é nas interações sociais com os outros que os sujeitos se constituem e as ações sistemáticas de aprendizagem entre diferentes potencializam o desenvolvimento dos sujeitos.



Imagens 07 e 08: Ilustram a construção, pelos alunos, das bases de lançamento dos foguetes.

A construção dos foguetes também teve certas particularidades que marcaram os alunos quanto à tomada de decisão, pois cada grupo tinha que se posicionar quanto ao tipo de bico do foguete (se no formato de cone ou de esferas/modelo ogiva), levando em conta aspectos

físicos como o atrito com o ar. A mediação do professor favoreceu entendimentos quanto à relação da força de atrito com a área de contato do ar, seja no cone, seja na ogiva.

Eles também tinham que entender que as aletas ou empenas dos foguetes, as quais contribuem com a estabilidade no voo, podem ter formatos diversificados, de triângulos ou de trapézios ou paraboloides. Estas também devem estar distribuídas em um grupo de três ou quatro, de modo que é mais um momento de intensa interação e necessidade de tomada de decisão pelo grupo, sobre qual a melhor opção. O professor mediador neste momento desperta os alunos para observarem durante a fase futura da aplicação do experimento, o voo do foguete, se há uma rotação sistemática ou não do voo. Em acordo com Delors (1998, p. 99), o envolvimento de alunos e professores em projetos de cooperação leva a “aprendizagem de métodos de resolução de conflitos e constituir uma referência para a vida futura dos alunos, enriquecendo a relação professor/aluno”.

O processo de construção ocorre com grande motivação quando se faz no âmbito da sala de aula, em que todos querem mostrar suas habilidades de serrar um cano, de colar, de posicionar o sistema de lançamento no ângulo ideal, embora não esteja isento de certas dificuldades, como no que tange ao processo de medição de alguns materiais. Inclusive, durante a construção, alguns projetos acabam por mudar por falta de material ou devido aos alunos perceberem que outros grupos optaram por fazer algo diferente e que poderá ser mais eficiente.

Após a construção das bases de lançamento foram feitos os testes experimentais, de modo a corrigir falhas, como problemas de vazamentos melhorando as vedações, sistemas de reações químicas melhorando a pressão exercida pelos gases produzidos. Para a averiguação do êxito do aparato experimental, percebe-se grande ansiedade, atenção e muitos querem dar sua opinião. Alguns manifestam o medo de utilizar o aparato, outros ficam eufóricos, outros manifestam mais naturalidade. Alguns trazem o exercício da liderança e outros da submissão no preparativo para o primeiro lançamento. Além disso, durante a colocação dos reagentes para o lançamento alguém sugere que o bicarbonato deve ser dissolvido em água antes de colocar na base, outros lembram da função do bicarbonato como antiácido para o estômago, para tratar ferimentos na boca, para ativar os processos de digestão.

Esse processo desencadeado, além de proporcionar uma diversidade de interações também mexe na estrutura curricular, uma vez que os conteúdos são selecionados com base no tema escolhido e não nos índices dos livros didáticos, como usualmente acontece. Isso está em acordo com as DCNEM, que expressam em seu art. 6º, que:

O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e sócio-afetivas. (Brasil, 2012: 2)

### **O tema foguetes e a significação conceitual**

A abordagem sistemática dos conhecimentos das áreas envolvidas neste tema (foguetes e plataformas de lançamentos) foi estruturada em acordo com o Segundo Momento Pedagógico: a Organização dos Conhecimentos. Com a modelagem e uso dos foguetes foram explorados aspectos considerados relevantes para os lançamentos, como o centro de pressão (CP) e centro de gravidade (CG), centro de massa (CM), que influenciam na estabilidade do voo. Nesta ocasião, também foram identificadas/analizadas as forças atuantes no foguete:

peso, empuxo, de arrasto (atrito do ar sobre o foguete) e torque, e suas influências no lançamento e no voo.

O CP, por exemplo, localizado próximo as aletas, instiga os alunos para o estudo do conceito de pressão e sua relação com aspectos e/ou fenômenos da ciência, como “pressão atmosférica”, variações com a altitude e a influência sobre os organismos dos astronautas. Também a exploração do Centro de Gravidade do foguete, ponto estratégico de influência na estabilidade do voo (onde se atua a força gravitacional/peso), instigou os estudantes à aprendizagem de: leis de Kepler; gravidade; história da ciência (com Newton, Cavendish, Faraday e Einstein); queda dos corpos; reações químicas em regiões de microgravidade; viagens espaciais para turismo e para o acesso às estações espaciais.

A exploração dos foguetes e sua relação com os conteúdos, como da Física, pode ser vista em vários posicionamentos dos estudantes, a exemplo do que expressam as falas dos estudantes:

*- Com essa experiência tivemos contato direto com os problemas e dificuldades para montar tal. Pois foi o mais divertido e a gente ter que montar e estudar com o aparato aprende-se a matéria muito mais fácil. (A5)*

*- Pois nessas aulas aprendemos a construir e lançar foguetes. Acho interessante pois saímos um pouco das aulas teóricas e partimos para a prática.(A6)*

*- Nessas atividades aprendi a física dos foguetes, pois aprendi a confeccionar foguetes e aprendi alguns conceitos da física, de forma dinâmica e mais interessante.(A7)*

*- Apesar de ser um experimento de baixo custo, ele aborda uma grande quantidade de conceitos físicos, o que possibilitou um maior entendimento da aplicabilidade do impulso, da quantidade de movimento, dentre outros assuntos inseridos na produção do foguete. (A28).*

Nas ações interdisciplinares recorreu-se a conhecimentos de química (como das reações químicas), da matemática (geometria espacial e plana, funções, ...), da história da ciência, de como os cientistas modelavam as leis que regem o Universo, da história da astronáutica desde os primeiros foguetes produzidos até as estações espaciais, da astronomia. Na Química, por exemplo, foi realizado o estudo das reações químicas existentes entre o ácido acético (vinagre) e o bicarbonato de sódio, visando o entendimento de como ocorre a produção gasosa que origina a pressão na plataforma de lançamento. Nesse sentido, foram abordados com os estudantes definições sobre reagentes e produtos de uma reação química, influência da superfície de contato e da concentração na velocidade das reações, além de questões referentes às evidências das reações químicas e sua escrita através de equações químicas.

Acredita-se que este tipo de abordagem das reações químicas contribui, para além da contextualização de um determinado conceito, a instigar os estudantes a fazer relações entre diversas áreas do conhecimento. Isso pode ser evidenciado na fala de A29, quando afirma que

*Para o desenvolvimento do protótipo levamos em conta alguns parâmetros que podem alterar a distância atingida pelo foguete como massa, ângulo, força, velocidade empuxo [...]. E não podendo esquecer-se da reação que acontece com o bicarbonato e vinagre que é chamada de  $CH_3COOH + NaHCO_3$  (reagentes) e os produtos  $CH_3COONa + CO_2 + H_2O$  (ÁCIDO-BASE). (A29)*

Nesse sentido, observa-se que a atividade pode proporcionar aos estudantes a compreensão de conceitos fundamentais das ciências, a exemplo do conceito de reações químicas para entendimentos na química. Como aponta Lopes (1995),

Em seus primeiros contatos com a química, uma aluna ou um aluno precisa compreendê-la como o estudo das reações químicas, reações essas que definem as propriedades químicas das substâncias. É importante, não só para

o entendimento da química mas também para a formação do pensamento científico de alunos e de alunas de maneira mais ampla (LOPES, 1995, p. 9)

Na análise sobre as atividades nota-se entre os estudantes a preocupação com o volume do foguete. Eles diziam que o mesmo precisava ser melhor dimensionado para otimização da pressão aplicada pelo gás, fruto da reação química do bicarbonato de sódio/fermento com o ácido acético/vinagre e que deverá existir um tempo de pressurização e de despressurização do volume, conforme uma leitura de pressão e com consequente ação de empuxo conduzindo a uma velocidade de ejeção da base de lançamento.

Quando discutiram sobre o aumento de pressão com diminuição do volume do reservatório de propelente presente na base eles mostram a percepção que tinham da existência de uma situação de dependência da pressão/volume com o tempo. Pois, quando o volume do reservatório é grande precisa-se de um tempo de espera maior para que a pressão atinja valores ideais para se obter o melhor lançamento possível, diferente de um pequeno reservatório, em que a pressão aumenta rapidamente. Isso levou à percepção que com o decorrer do tempo as moléculas de dióxido de carbono se multiplicam devido à reação do bicarbonato de sódio e vinagre, desencadeando uma quantidade crescente das colisões entre as partículas gasosas e com as paredes dos reservatórios de propelentes, fazendo a pressão aumentar.

A influência da Matemática nas atividades pode ser evidenciada em vários aspectos, como nos desenhos em escala, em perspectiva, com criatividade, o que representou para muitos um desafio a ser vencido e inclusive levando-os a ter que imaginar o posicionamento de cada parte do material, os traços de combinações possíveis, seja de diâmetros, de formas e de tamanhos. As ações também envolveram dúvidas e questionamentos sobre as proporções dos tamanhos dos desenhos com as medidas reais do projeto a ser executado, bem como sobre a visão plana/bidimensional e ou espacial/tridimensional nas projeções.

Esse tipo de ação estimula o desenvolvimento das funções psicológicas superiores por meio da função do objeto da atividade do sujeito experimental e da função de signos através dos quais a atividade se organiza. Essa ideia pode ser entendida na expressão do estudante A3, ao se referir à relação dos foguetes com o ensino-aprendizagem em Física: *Devido a forma como os foguetes são estudados proporcionou analisar de forma prática os conceitos de física de uma forma divertida e única*. Os instrumentos explorados, juntamente com a linguagem, passam a ser mediadores na aprendizagem e desenvolvimento dos sujeitos em interação, em que os conceitos se desenvolvem e os vínculos se constituem no âmbito da estrutura cognitiva.

## **Considerações Finais**

As ações desencadeadas na escola envolvendo turmas de alunos do ensino médio e professores de disciplinas diferentes em efetiva interação possibilitam compreender que é possível promover mudanças no processo de ensino-aprendizagem escolar, embora permeado de certas limitações e entraves usuais nesse nível de ensino. A busca da eficiência na prática didático-pedagógica mediante o planejamento e produção de recursos pelos próprios estudantes e sua utilização nas aulas, além de tornar os alunos agentes dinâmicos no processo, também os instigou a querer aprender mais, como os diversos conceitos que possibilitariam aos mesmos uma melhor compreensão do próprio funcionamento dos aparatos que planejaram, produziram e testaram. O êxito deste processo também está no aspecto lúdico e desafiador e na metodologia de motivação adotada pelos professores mediadores e orientadores das atividades.

Os estímulos que os estudantes tiveram (e manifestaram) para aprender a respeito dos conceitos da física, Química e Matemática, contribuíram expressivamente para o desenvolvimento das atividades intelectuais, de compartilhamento de ideias, de memorização, de percepção, da atenção, da imaginação e da significação de conceitos. Nessas interações, conforme Vygotsky (1998), o adolescente por si mesmo coordena os fluxos dos processos psicológicos de formação dos conceitos mediante o uso das palavras e dos signos através da real funcionalidade dos mesmos.

Quando o estudante reclama que é incapaz de montar o aparato e algum colega e/ou o professor orientador se propõe a ajudá-lo indicando quais os passos a serem dados é que se percebe que as bases de lançamentos e os foguetes constituem ferramentas que potencializam ações na Zona de Desenvolvimento Proximal, como propõe Vigostky (1998), contribuindo para que o estudante passe de um desenvolvimento real, em que consegue fazer sozinho determinadas atividades, para o desenvolvimento em potencial, o qual não possuía antes da realização e conclusão das ações didáticos-pedagógicas.

Ao final das atividades os estudantes reavaliaram as ações e se viam como autores de projetos, de experimentos e de elaborações que englobam conhecimentos, pois das suas falas surgem expressões tais como: A12- *vou fazer um foguete de dois estágios, um que o ejeta da base de lançamento e outro que o permite voar mais longe após já estar em pleno voo.*; e A26- *“Professor fiz um teste em casa e resolvi colocar ao invés de bicarbonato de sódio o sal de eno e assim coloquei dentro de uma garrafa com rolha e segurei a rolha, percebi que ela saiu como um foguete e me molhou. Mas o que me chamou a atenção é porque ficou gelada?”*

Vê se nestas falas o exercício das funções psicológicas superiores da imaginação, do pensamento e da linguagem por meio de instrumentos e signos. Além disso, a abordagem dos conteúdos, identificados nas interações decorrentes, tanto do projeto arquitetônico quanto da construção e exploração didática dos aparelhos experimentais (bases de lançamentos de foguetes e foguetes), acaba sendo mais significativa do que as usuais metódicas sequências didáticas baseadas nos livros didáticos.

## Referências

- BRASIL. MEC, SEB. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: 2012.
- DELIZOICOV.D, ANGOTTI. J. P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1992, 2ªed. Ver (Coleção Magistério 2º grau. Série formação do professor) pp.52-85
- DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez, 1998.
- HERNANDEZ, Fernando. **Entrevista**. São Paulo: Revista Nova Escola.. n.154, ago.2002
- LOPES, A. C. **Reações Químicas: fenômenos, transformações e representações**. Revista Química Nova na Escola, n. 2, 1995. p. 7-9.
- VIGOTSKI. L. S. **Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- \_\_\_\_\_. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.