

<https://eventos.utfpr.edu.br//sei/sei2019>

## Projeto von Braun 2018-2019: construção de foguetes e divulgação da ciência aeroespacial

### Von Braun Project 2018-2019: rocket building and promotion of aerospace science

#### RESUMO

**Wanderson da Cruz Walber**  
[wandersonwalber@alunos.utfpr.edu.br](mailto:wandersonwalber@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

**Léon Silva Erhard**  
[l.erhard@gmail.com](mailto:l.erhard@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

**Jonas Joacir Radtke**  
[jonas@utfpr.edu.br](mailto:jonas@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

**Guilherme Bertoldo**  
[gbertoldo@utfpr.edu.br](mailto:gbertoldo@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

O desenvolvimento da ciência aeroespacial depende tanto quanto de engenheiros qualificados como de apoio da população, uma vez que, a maior parte do investimento na área é feita pelo Estado. Neste contexto, o projeto von Braun atua no âmbito da formação de jovens cientistas e engenheiros e na conscientização da importância da ciência aeroespacial, tendo em vista as tecnologias geradas e seu impacto na qualidade de vida e na movimentação da economia. As ações do projeto são divididas em três níveis, que variam de acordo com o público abordado e com profundidade da formação. Entre 2018 e 2019, as ações de nível introdutório, como divulgação em mídias digitais, exposições em feiras, organização de eventos, alcançaram mais de 8000 pessoas. As ações de nível intermediário, voltadas para docentes e estudantes do ensino básico, atingiram cerca de 300 pessoas. Por fim, as ações de nível avançado, que envolveram oito alunos de graduação com o desenvolvimento de foguetes e motores experimentais, resultou na conquista do segundo lugar em uma competição nacional. Os resultados obtidos motivam a continuação e a ampliação do projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espaço modelismo. Educação. Ciência Aeroespacial.

#### ABSTRACT

The development of aerospace science depends on skilled people and on population support, as most investment in the area is made by the state. In this context, the von Braun project acts to stimulate the formation of young scientists and engineers and to raise awareness of the importance of aerospace research, in view of the technologies generated and their impact on the quality of life and on the economy. The project actions are divided into three levels, which vary according to the target audience and the depth of the training. Between 2018 and 2019, introductory level actions such as digital media outreach, trade show exhibitions, and event organization reached over 8,000 people. The intermediate level actions, which focus on teachers and students of Basic Education, reached about 300 people. Finally, advanced level actions involving eight undergraduate students with engine development and experimental engines, result in second place in a national competition. The results motivated the continuation and expansion of the project..

**KEYWORDS:** Rocketry. Education. Aerospace Science.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

Os resultados da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico na área aeroespacial estão presentes no nosso cotidiano (internet via satélite, georreferenciamento, previsão do tempo, prevenção de catástrofes, supercolas instantâneas, materiais compósitos, câmeras digitais, sistemas fotovoltaicos, sistemas de purificação de água etc [1]), contribuem para a melhoria da qualidade da vida humana e para a economia [2]. Para que haja pesquisa e desenvolvimento nesta área, é necessário apoio da população e a formação de pessoal qualificado [3]. É neste contexto que o projeto von Braun se insere.

O projeto von Braun foi criado com o intuito de estimular a formação de jovens cientistas e engenheiros, bem como de conscientizar a população sobre os benefícios do desenvolvimento aeroespacial. As ações do projeto remontam ao ano de 2013, no qual houve a criação do Grupo de Foguetes Tsiolkovsky (GFT), um grupo de estudantes e professores da UTFPR-FB que executaria o projeto.

Neste artigo apresentamos a metodologia de trabalho empregada pela equipe, os resultados do projeto no período de 2018 a meados de 2019 e as perspectivas para as próximas ações.

## MÉTODOS

As ações desenvolvidas no projeto von Braun são divididas em três níveis de abrangência e profundidade: introdutório, intermediário e avançado.

As ações de nível introdutório focam em um público amplo e leigo, visando a divulgação da universidade e dos temas do projeto, bem como a conscientização da população sobre a importância da ciência aeroespacial. Dentre as ações, podemos destacar as participações em feiras, palestras, organização de eventos, divulgações em mídias como TV, jornais, internet e redes sociais, utilizando-se de linguagem simples e de fácil entendimento.

No nível intermediário o foco são professores e estudantes do Ensino Básico. As ações são essencialmente palestras e oficinas sobre a construção de foguetes didáticos. As oficinas envolvem explicações sobre os princípios de funcionamento de foguetes, a construção e o lançamento de minifoguetes.

O nível avançado é voltado para estudantes de cursos superiores. São realizados estudos mais aprofundados do funcionamento de foguetes e como esses são desenvolvidos. Os estudantes, então, constroem foguetes destinados a competições de precisão de altitude, projetando toda a parte estrutural, eletrônica e de propulsão. Para uma padronização do processo, tais projetos requerem diferentes equipamentos nas suas etapas de construção, sendo que a maioria desses equipamentos também são projetados e construídos pelos estudantes, o que leva à prática dos conhecimentos obtidos em sala de aula.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### NÍVEL INTRODUTÓRIO

Entre 2018 e meados de 2019, as ações de nível introdutório incluem exposições em feiras (Expobel, Arenatech, Auê na UTF), escolas (CAIC), recepção de calouros e até a visita do astronauta Marcos Pontes à UTFPR-FB para conhecer o projeto (Fig. 1). Somando todos os eventos, estima-se que um público de aproximadamente 6030 pessoas foi diretamente atingido. As divulgações em mídias sociais com a publicação de vídeos relacionados ao projeto e notícias da área aeroespacial alcançaram um total de 2990 pessoas.

Figura 1 - Visita do astronauta Marcos Pontes à UTFPR-FB.



Fonte: Autores.

### NÍVEL INTERMEDIÁRIO

Oficinas e palestras foram realizadas para cerca de 302 pessoas nos Colégio SESI, Colégio Léo Flach, Escola Pedro Algeri, Escola Sagrado Coração (Fig. 2), Escola Deni Lineu Schwartz, nas quais os estudantes puderam aprender um pouco mais da ciência por trás dos foguetes, bem como construir e lançar pequenos modelos.

Figura 2 – Oficina na Escola Sagrado Guardião.



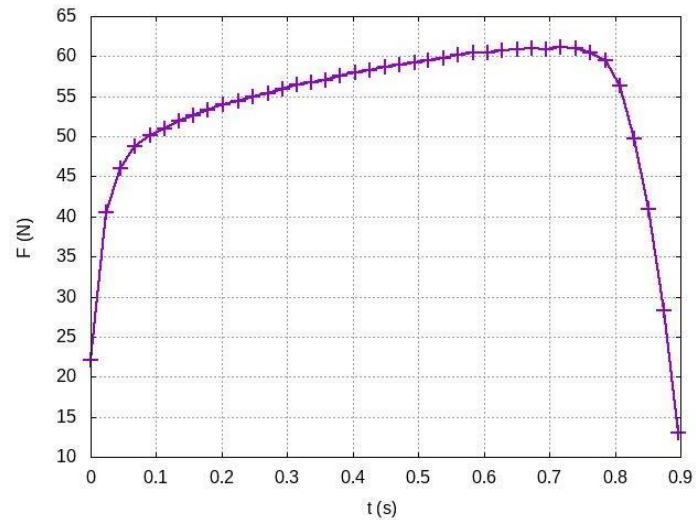
Fonte: Autores.

## NÍVEL AVANÇADO

Até a data de elaboração deste artigo, as etapas da construção desenvolvidas pelo projeto estão separadas da seguinte forma:

1. Utilizando um software desenvolvido pela equipe, é realizada uma simulação do motor, com cálculos quanto à resistência do motor, pressão interna da câmara de combustão, dimensões da tubeira, velocidade dos gases de exaustão, bem como a quantidade, densidade e composição do propelente a ser utilizado;
2. Um desenho 3d do sistema de propulsão é feito de forma a ser utilizado no processo da fabricação estrutural e em futuras simulações;
3. O combustível é fabricado utilizando 65% Nitrato de Potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e 35% de Sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) em porcentagens mássicas. Atualmente a fabricação dos bates de propelente é feita em quatro etapas, a secagem, moagem, prensagem e sinterização. Na etapa de secagem é mantido em uma estufa a temperatura constante de  $100^\circ\text{C}$  por 24 horas. Na segunda etapa, a moagem, é efetuada através de um moinho de bolas que foi projetado e construído pelos estudantes, o propelente permanece nesse moinho por 24 horas. Após a moagem, a mistura é então prensada. Desenvolveu-se um molde de metal com dimensões definidas e possuindo um sistema que permite a prensagem do propelente sem ser necessária a utilização de um case, permitindo um maior controle no processo e diminuindo o risco de falhas nessa etapa. O propelente é inserido nesse molde e então prensado a dez toneladas utilizando-se uma prensa hidráulica. O bates são então sinterizados a  $120^\circ\text{C}$  por 3 horas;
4. Para a ignição, utiliza-se nitrocelulose ( $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{N}_{11}\text{O}_{38}$ ), cuja síntese é efetuada através da reação de celulose (algodão) e uma solução sulfonítrica com as proporções volumétricas de 24% de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 67% de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e 9% água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Adiciona-se algodão na solução aguardando a total conversão, é feita a lavagem com água destilada e é aguardada a secagem em papel por 48 horas em temperatura ambiente;
5. Após concluído o sistema de propulsão, ele é então testado. Desenvolveu-se uma bancada de testes com uma célula de carga com e um controlador Arduino que registra o empuxo gerado pelo motor. Alterações posteriores foram realizadas para leituras mais rápidas, aumentando de 10 Hz para 45 Hz. Esses dados são utilizados na geração de um gráfico de empuxo por tempo (Fig. 3), através dele é possível calcular a capacidade de carga útil do minifoguete e a altura a ser alcançada;

Figura 3 – Gráfico de empuxo por tempo de um motor foguete classe F.



Fonte: Autores.

6. Utilizando um software CAD, é feito então o projeto estrutural 3d do minifoguete, que além de ser necessário para a construção, é também utilizado para cálculos estruturais, de estabilidade e do sistema de ejeção de paraquedas. A estrutura é então construída utilizando-se fibra de vidro;
7. Um Arduino é usado junto com um altímetro e um sensor de pressão atmosférica. O altímetro faz um registro da altitude do minifoguete. O sensor de pressão atmosférica é utilizado no sistema de ejeção do paraquedas.

No ano de 2019 foi desenvolvido um foguete para a competição “VI Festival Brasileiro de Minifoguetes”. A equipe competiu na categoria de 100 metros e alcançou o 2º lugar.

Visando critérios de fácil reprodução e baixo custo, em 2019, a equipe também desenvolveu e qualificou um motor foguete classe F recarregável (Fig. 4) que utiliza um novo sistema de ignição e uma nova técnica de produção de bates de propelente. O resultado do teste estático é mostrado na figura 3.

Figura 4 – Teste estático para qualificação do motor classe F.



Fonte: Autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, é possível afirmar que o Projeto de Extensão Von Braun alcançou os objetivos aos quais se propôs. Conseguiu não só divulgar a universidade e a importância da ciência para um público de milhares de pessoas, como também vem contribuindo para a formação de engenheiros, que desenvolvem e aprimoram os conhecimentos em metodologias de pesquisas e no desenvolvimento de foguetes. O prêmio de segundo lugar na competição “VI Festival Brasileiro de Minifoguetes” é um exemplo disto. Além do êxito do lançamento, o resultado contribuiu na divulgação da instituição, da ciência e do projeto como um todo.

Para os próximos anos, espera-se desenvolver foguetes que atinjam maiores alcances e promover mudanças na metodologia de trabalho. Com a inserção do projeto de extensão em disciplinas da graduação, espera-se gerar mais material de divulgação e ampliar o público atingido pelo projeto. Além disso, com o projeto de novos protótipos e processos, espera-se que a equipe possa participar de novas competições de precisão, bem como promover a inovação.

## AGRADECIMENTOS

À UTFPR campus Francisco Beltrão, por ceder o local e equipamentos para o desenvolvimento do projeto. À PROREC da UTFPR, pelas bolsas aos dois primeiros autores. À PROGRAD e à DIREC da UTFPR, pelo auxílio financeiro. Aos integrantes do Grupo de Foguetes Tsiolkvsky, e aos professores, Dr. Guilherme Bertoldo, Dr. Jonas Radtke e Dr. Claudio Novello, pelo auxílio disponibilizado aos alunos.

## REFERÊNCIAS

- [1] Top 10 Benefits Of Space Technology. 2013. Disponível em: <<https://topyaps.com/top-10-benefits-of-space-technology/>>. Acesso em: 14/08/2019.
- [2] Dinâmica Global dos Investimentos na Indústria Aeroespacial. 2018. Disponível em: <https://www.aereo.jor.br/2018/02/09/dinamica-global-dos-investimentos-na-industria-aeroespacial/>. Acesso em: 14/08/2019.
- [3] Agência Espacial Brasileira. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2012 - 2021. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Agência Espacial Brasileira, 2012.