

<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2018>

## Projeto de Extensão von Braun, construção de foguetes e divulgação da ciência aeroespacial

### Von Braun Extension Project, rocket building and promotion of aerospace science

**Wanderson da Cruz Walber**  
[wandersonwalber@alunos.utfpr.edu.br](mailto:wandersonwalber@alunos.utfpr.edu.br)  
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

#### RESUMO

As pesquisas na área de aeroespacial têm um importante papel no desenvolvimento tecnológico e nas condições da vida humana. Neste sentido, o projeto de extensão von Braun foi elaborado com dois propósitos fundamentais: (i) a divulgação da importância da ciência aeroespacial e (ii) a educação de jovens engenheiros por meio do desenvolvimento de espaçomodelos. Para alcançar o primeiro objetivo, a equipe que executa o projeto realizou palestras, oficinas, divulgação em mídias digitais, participou na organização e execução de eventos. Estima-se que estas ações em conjunto tenham atingido mais de 4.500 pessoas. Com relação ao segundo objetivo, os estudantes vinculados ao projeto aprofundaram seus conhecimentos na área aeroespacial, projetando, construindo e aprimorando foguetes destinados a competições. Como resultado, o último protótipo desenvolvido pela equipe conseguiu o recorde nacional de precisão na categoria de apogeu de 500 metros, reconhecido pela Brazilian Association of Rocketry. Os resultados obtidos motivam a continuação e ampliação do projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Espaçomodelismo. Educação. Ciência Aeroespacial.

#### ABSTRACT

Aerospace researches play an important role in the technological development and human living conditions. In this way, the von Braun extension project was elaborated following two main objectives: (i) the dissemination of the importance of aerospace science and (ii) the education of young engineers through the development of model rockets. In order to achieve the first goal, the members of this project promoted lectures, workshops, divulgation by digital media, organization and participation in events. It was estimated that these actions together reached more than 4,500 people. Concerning the second goal, the students members of the project deepen their knowledge in the aerospace field, projecting, building and improving rockets for competition. As a result, the latest prototype developed by the team, achieved the national precision record in the category of five hundred meters of apogee, recognized by the Brazilian Association of Rocketry. The results of these actions motivate the continuation and expansion of the von Braun project.

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

**Recebido:** 31 ago. 2018

**Aprovado:** 13 set. 2018

#### Direito autoral:

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



## INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos registrados relacionados com a construção de foguetes são datados do século XX, realizados por pesquisas isoladas pelo mundo. Destacando-se os estudos de Konstantine Tsiolkovsky (1857-1935), que foi o primeiro a calcular a velocidade orbital da Terra e a necessidade de se desenvolver foguetes com múltiplos estágios para obter tal velocidade, e os importantes estudos na área de propelentes líquidos dos físicos Robert H. Goddard (1882-1945) e Hermann Oberth (1894-1989).

Inicialmente sendo usados para mísseis balísticos, os foguetes se mostraram meios importantíssimos para o desenvolvimento de pesquisas científicas no espaço, sendo atualmente o único meio de exploração espacial.

O espaço como um laboratório natural - o espaço próximo serve de laboratório de física e química, de valor inestimável para a ciência, e o espaço distante serve como um laboratório único para a física básica (cosmologia, teorias quântica e relativística, etc.). (SOBRAL, José Humberto Andrade, 2001, p. 88).

As pesquisas nesta área foram essenciais para o desenvolvimento tecnológico da humanidade, pois permitiram por exemplo além de outros avanços, a criação de satélites artificiais que são utilizados como meio de comunicação, transmissão de sinais de TV, rádio, telefone, internet, GPS, monitoramento e previsões de condições meteorológicas em todo o mundo.

Desenvolver foguetes mostra-se um desafio em diversas áreas, gerando situações problemáticas que requerem análises e reflexões no sentido da elaboração de hipóteses e estudos multidisciplinares para as resoluções dos problemas identificados. Além de estudos teóricos, a construção de foguetes permite um aprendizado prático na construção, manuseio e desenvolvimento de equipamentos, mostrando-se um excelente meio para a aplicação dos conhecimentos obtidos em sala de aula.

Tendo em vista a complexidade e a importância do desenvolvimento aeroespacial para a melhoria da vida humana, o projeto de extensão von Braun tem como objetivos a divulgação da ciência aeroespacial para a comunidade externa, bem como as realizações de estudos e pesquisas mais aprofundadas na área de desenvolvimento de foguetes suborbitais, visando a formação de engenheiros na área.

A universidade é um local privilegiado para a produção e acumulação de conhecimento e a formação de profissionais, esteve sempre associada com o desenvolvimento social, cultural, econômico e político da nação. Ressaltando a importância dos projetos de extensão, como uma forma de fortalecer esse laço entre a sociedade e a universidade.

A Extensão é uma via de mão-dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará, na sociedade, a oportunidade de elaboração das práxis de um conhecimento acadêmico. No retorno à Universidade, docentes e discentes trarão um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, será acrescido àquele conhecimento. (Plano Nacional de Extensão Universitária, 2001, p. 5).

Sendo assim, o projeto de extensão Von Braun atua no eixo da pesquisa, desenvolvimento de profissionais e na democratização dos conhecimentos acadêmicos com a comunidade externa.

## MÉTODOS

O projeto de extensão von Braun possui três níveis de atuação, o primeiro nível é o introdutório que é direcionado para um público geral, no segundo nível chamado de intermediário as ações são direcionadas para estudantes e professores do ensino básico, o terceiro nível é o avançado e o público alvo são acadêmicos de cursos superiores.

No nível introdutório, o projeto atua por meio de participações em feiras, palestras, organização de eventos e com divulgações em mídias como TV, jornais, internet e redes sociais, utilizando-se de linguagem simples e de fácil entendimento. Visa-se demonstrar para um público geral de fora do meio científico, a importância da ciência aeroespacial para o desenvolvimento tecnológico e de qualidade de vida da humanidade, bem como o papel do projeto von Braun e da universidade nesta área.

Já no nível intermediário, o foco está nas realizações de oficinas, visando um público inserido no sistema de ensino (professores e estudantes dos Ensinos Fundamental, Médio e, eventualmente, de cursos superiores). Na parte teórica destas oficinas, é passado a base de conhecimentos físicos e químicos envolvidos na construção e funcionamento de foguetes. Utilizando-se desses conhecimentos, os participantes são auxiliados na construção de um minifoguete simples, que usa um sistema de propulsão comercial, o qual não oferece riscos aos participantes. Após a construção, com as devidas precauções, o público participa do lançamento desses 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 à 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

Nas suas últimas atuações, o projeto participou na Feira de Exposições de Francisco Beltrão (EXPOBEL) edição 2018, contou com um stand, onde foram expostos o minifoguete e os equipamentos desenvolvidos, tirando dúvidas de visitantes e divulgando o projeto, a universidade e a ciência. Estima-se um total de mil pessoas atingidas em sete dias de feira.

Outra participação do projeto ocorreu no evento Auê UTFPR (evento organizado pela universidade, onde estudantes do ensino médio da região visitam

o campus) mostrado na figura 1. Neste evento, o projeto organizou pequenas aulas explicando os princípios de funcionamento de um foguete e a importância da ciência aeroespacial. O público, então, participou do lançamento de minifoguetes. Estima-se cerca de setecentos estudantes alcançados pela ação.

Figura 1 – Evento Auê UTFPR



Fonte: Projeto Von Braun, UTFPR-Campus Francisco Beltrão

Através das divulgações em mídias digitais, milhares de pessoas foram atingidas. O projeto conseguiu cerca de oitocentas e oitenta visualizações com o canal do YouTube e quinhentas em publicações no Facebook. Além disso, também houve a divulgação através de outros veículos de notícias para o público regional, cujo alcance não foi possível estimar.

Ao todo, o projeto realizou/participou de sete eventos de nível introdutório, que somados com as mídias digitais, estima-se ter atingido cerca de quatro mil e duzentas pessoas.

### NÍVEL INTERMEDIÁRIO

No mês de junho de 2018, o projeto organizou uma visita à UTFPR-FB, destinada a estudantes do ensino médio do colégio SESI de Francisco Beltrão. Nesta visita, os estudantes puderam conhecer um pouco da instituição e também participaram de uma oficina de nível intermediário, aprendendo mais sobre fenômenos físicos e químicos presentes no funcionamento de foguetes e aplicando esses conhecimentos teóricos na construção de minifoguetes. Ao fim da oficina, os estudantes puderam lançar seus espaçomodelos.

Também foram realizadas oficinas na Escola Municipal Pedro Algeri, atingindo cerca de cem alunos do ensino básico. Nesta ocasião, os estudantes puderam não somente aprender um pouco mais sobre a importância da ciência aeroespacial, como também participar na construção e no lançamento de minifoguetes, estimulando assim, a curiosidade e o desejo de aprender nos estudantes.

Ao todo o projeto organizou cerca de seis oficinas, alcançando um público de duzentas e trinta pessoas, entre estudantes e professores.

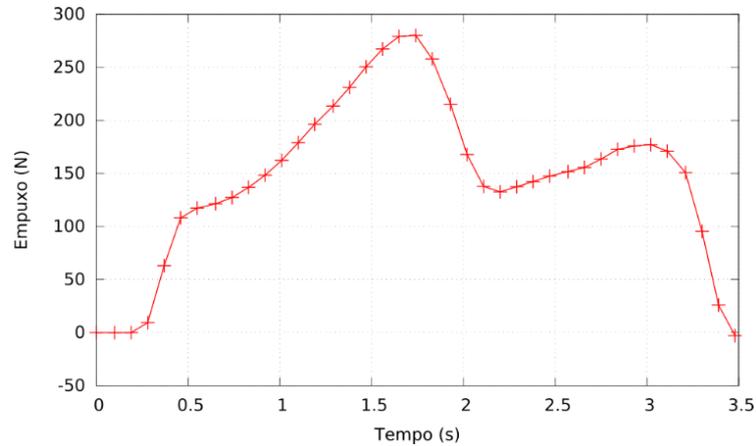
## NÍVEL AVANÇADO

Os estudantes de ensino superior, integrantes do projeto, desenvolveram com êxito foguetes movidos a propelente sólido, pesquisando e aprimorando os métodos utilizados nas etapas do processo.

Como resultado desses estudos, até a data de publicação deste artigo, as etapas da construção estão separadas da seguinte forma:

- Um modelo inicial do projeto é desenvolvido utilizando-se do software gratuito OpenRocket. No software é possível obter informações para realizar o dimensionamento do sistema de propulsão do minifoguete. Esse dimensionamento requer cálculos precisos quanto à resistência do motor, pressão interna da câmara de combustão, dimensões da tubeira para o controle da velocidade dos gases de exaustão, bem como a quantidade, densidade e composição do propelente a ser utilizado. Concluído o projeto, faz-se um desenho 3d do sistema de propulsão para ser utilizado no processo da fabricação estrutural e em simulações;
- O propelente utilizado é uma mistura, em porcentagens mássicas, de 65% Nitrato de Potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e 35% de Sacarose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ). A fabricação dos bates de propelente é feita em três etapas, a secagem, moagem e a prensagem nas dimensões determinadas. Atualmente uma quarta etapa está sendo implementada no processo, que é o de sinterização do propelente, porém ainda em fase de estudos. Na etapa de secagem é necessária uma estufa que mantenha a temperatura constante em  $100^\circ\text{C}$  por duas horas. Para isso, foi desenvolvida uma estufa utilizando-se de um Arduino como controlador e reutilizando materiais de um forno elétrico em desuso. Na segunda etapa, a moagem, uma homogeneização da mistura é necessária de forma a se obter um melhor controle da taxa de queima do propelente, novamente utilizando-se de materiais em desuso e um Arduino como controlador. Um moinho de esferas foi projetado e construído. Com o uso de um temporizador, o propelente permanece nesse moinho por 15 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;
- Após concluído o sistema de propulsão, ele é então testado. Desenvolveu-se uma bancada de testes com uma célula de carga e um controlador Arduino que registra o empuxo gerado pelo motor. Esses dados são utilizados na geração de um gráfico de empuxo por tempo, de extrema importância, pois através dele é possível calcular a quantidade de carga útil no minifoguete e a altura a ser alcançada. A figura 2 mostra o gráfico gerado pelo sistema de propulsão utilizado no minifoguete Durango 2;

Figura 2 – Curva de empuxo do teste estático Durango 2

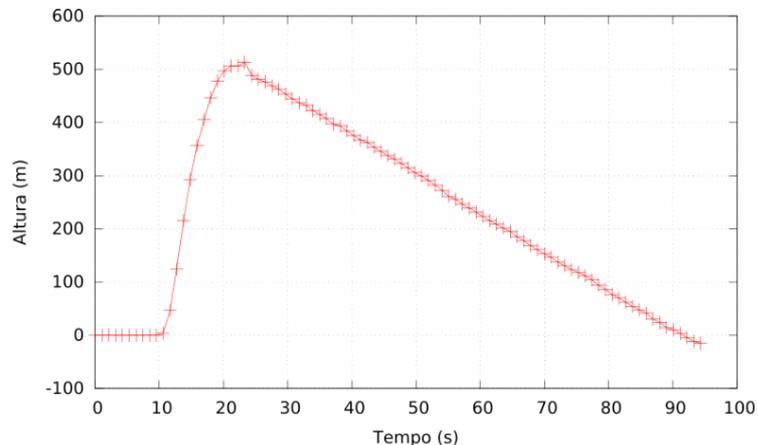


Fonte: Projeto Von Braun, UTFPR-Campus Francisco Beltrão

- 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;
- 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. Devido à complexidade de tais sistemas, eles não serão abordados, pois não são o objeto tema do presente artigo.

O último projeto desenvolvido foi o minifoguete Durango 2, que foi projetado para alcançar a altitude de 500 metros, equipado com um sensor de pressão atmosférica, um altímetro e um sistema de ejeção de paraquedas. Este espaço modelo foi lançado com êxito no dia 18/04/2017, atingindo a altitude de 506 metros como mostrado na figura 3. Os dados foram submetidos a Brazilian Association of Rocketry (BAR) e após análises foi confirmado o recorde nacional de precisão na categoria dos 500m.

Figura 3 – Dados do altímetro do minifoguete Durango 2



Fonte: Projeto Von Braun, UTFPR-Campus Francisco Beltrão

## 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 quase cinco mil 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 recorde nacional obtido pela equipe é um exemplo disto. Além do êxito do lançamento, o resultado contribuiu na divulgação da instituição, da ciência e do projeto como um todo, sendo notícia em vários jornais da região.

Atualmente a trabalhar em novas metodologias e projetos. 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 competições de precisão em categorias de 100, 250 e 1000 metros, 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, pela bolsa ao primeiro autor. À PROGRAD e à DIREC da UTFPR, pelo auxílio financeiro. Aos integrantes do Grupo de Foguetes Tsiolkvsky, e aos professores, Drº Guilherme Bertoldo, Drº Jonas Radtke e Drº Claudio Novello, pelo auxílio disponibilizado aos alunos.

## REFERÊNCIAS

SATELLITES History. 2015. Disponível em:  
<<http://www.geosats.com/sathist.html>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

MEIRA FILHO, Luiz Gylvan; FORTES, Lauro Tadeu Guimarães; BARCELOS, Eduardo Dorneles. Considerações sobre a Natureza Estratégica das Atividades Espaciais e o Papel da Agência Espacial Brasileira. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 1, n. 1, p.7-20, jan. 2001. Semsetral. Disponível em:  
<[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/871/797](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/871/797)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

SOBRAL, José Humberto Andrade. Sobre a importância estratégica da ciência espacial para o Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 1, n. 1, p.87-102, jan. 2001. Semestral. Disponível em:  
<[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/871/797](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/871/797)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

ENNEMANN, Luciano. Importância da pesquisa e desenvolvimento de foguetes e propulsão. **Journal Of Aeronautical Sciences**: Aviation in Focus, Porto Alegre, Rs, Brazil, v. 7, n. 1, p.1-3, 01 jan. 2016. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/aviation/article/viewFile/25956/15358>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

A BRIEF History of Rockets. 2018. Disponível em: <<https://allstar.fiu.edu/history/level-3/a-brief-history-of-rockets/>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

SOUZA, Paulo Vitor Teodoro de; AMAURO, Nicéa Quintino. A CONSTRUÇÃO E LANÇAMENTO DE FOGUETES COMO ESTRATÉGIA POTENCIAL NA BUSCA POR AULAS INTERDISCIPLINARES – UM ESTUDO DE CASO. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015D/A%20construcao.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

CURI, Luiz Roberto Lize et al. **Plano Nacional de Extensão**. 1999.

NUNES, Ana Lucia de Paula Ferreira; SILVA, Maria Batista da Cruz. A extensão universitária no ensino superior e a sociedade. Disponível em: <<http://revista.uemg.br/index.php/malestar/article/view/60>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

SUTTON, George P.; BIBLARZ, Oscar. **Rocket Propulsion Elements**. 7. ed.

MARCHI, Carlos Henrique. **Recordes Brasileiros de Minifoguetes**. 2018. Disponível em: <[http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Recordes/2018-06-02\\_Recordes-BAR-13\\_resumo.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Recordes/2018-06-02_Recordes-BAR-13_resumo.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2018.