

## Projeto de extensão von Braun – A construção de foguetes como forma de engajamento e divulgação da ciência

## Von Braun extension project – The construction of rockets as a way of engaging and disseminating science

### RESUMO

Sendo a universidade local privilegiado para produção e acumulação de conhecimento, foi criado em 2012 o projeto de extensão von Braun, com os objetivos de (i) formar profissionais mais capacitados através do engajamento dos acadêmicos de engenharia na pesquisa científica na área de produção de foguetes, (ii) compartilhar o conhecimento adquirido dentro da universidade com estudantes do ensino básico através da realização de oficinas em escolas públicas e (iii) promover a conscientização da população não inserida nos meios de ensino sobre a importância da pesquisa científica e das universidades, através de participações em feiras, exposições, palestras e meios midiáticos. No último ano de atuação, o projeto cumpriu com os seus objetivos propostos, alcançou um imenso público através de suas participações em eventos, mídias sociais, e realização de cursos. Na área da pesquisa científica, vem desenvolvendo novos protótipos destinados a competições nacionais e aperfeiçoando os métodos de produção de foguetes suborbitais.

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

### ABSTRACT

As the university is a privileged place for the production and accumulation of knowledge, in 2012 the von Braun extension project was created, with the objectives of (i) training more qualified professionals through the engagement of engineering students in scientific research in the rocket area, (ii) sharing the knowledge acquired within the university with students of middle and high schools through workshops in public schools, and (iii) promoting the awareness of the population not included in the educational system about the importance of scientific research and schools, through participation in fairs, lectures and media. In the last year, the project fulfilled the proposed objectives, reached an immense audience through its participation in events, social media, and courses. In the area of scientific research, it has been developing new function prototypes for national competitions and perfecting suborbital rocket production methods.

**KEYWORDS:** Rocketry. Education. Aerospace science.

**Wanderson da Cruz Walber**  
[wanderson.walber@gmail.com](mailto:wanderson.walber@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

**Guilherme Bertoldo**  
[glbertoldo@gmail.com](mailto:glbertoldo@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

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



## INTRODUÇÃO

A universidade é um local privilegiado para produção e acumulação de conhecimento. Não servindo somente como base para formação de estudantes para carreira profissional, mas como meio de estender os limites do conhecimento, potencializar a criatividade e moldar a identidade de uma nação.

No Brasil, o ensino superior teve início na primeira metade do século XIX, a partir de necessidades práticas do governo de suprir as carências sentidas pela sociedade. Desde sua origem, a universidade sempre esteve atrelada com o desenvolvimento social, cultural, econômico e político do país.

Como forma de reafirmar o papel da universidade na democratização do conhecimento acadêmico, surgem os projetos de extensão, interligando as atividades acadêmicas de ensino e pesquisa com as demandas da sociedade.

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 a àquele conhecimento. (Plano Nacional de Extensão Universitária, 2001, p. 5).

O estudo acadêmico da ciência aeroespacial moderna teve início no final século XX, com a criação da Aeronautical Society of Great Britain (Sociedade Aeronáutica da Grã-Bretanha), da American Rocketry Society (Sociedade Americana de Foguetes) e do Institute of Aeronautical Science (Instituto da Ciência Aeroespacial). Destacando-se importantes pesquisadores como Konstantine Tsiolkovsky (1857-1935), pioneiro da pesquisa aeroespacial e primeiro a calcular a velocidade de escape da terra e a necessidade do desenvolvimento de foguetes de múltiplos estágios, e Wernher von Braun (1912-1977) chefe de desenvolvimento do foguete Saturno V que levou o homem à lua pela primeira vez.

Além de contribuir significativamente para o avanço científico, a ciência aeroespacial revolucionou a forma de locomoção e comunicação dos seres humanos na terra. Permitiu a criação de satélites artificiais e tecnologias como GPS, internet, celulares e também o monitoramento e previsões de condições meteorológicas.

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.), tem contribuído de forma extraordinária para o aperfeiçoamento do conhecimento dos mais variados fenômenos relativísticos, estrutura da matéria, fenômenos gravitacionais etc., que direta ou indiretamente tem trazido inefáveis benefícios à sociedade ao longo do tempo. (SOBRAL, 2001, p. 88).

A indústria aeroespacial está entre as maiores indústrias manufactureiras do mundo em termos de pessoas empregadas e valor de produção. Embora o mercado global nesta área esteja crescendo em um ritmo acelerado, existe uma

grande escassez de profissionais qualificados para atender a essa necessidade mundial.

Na sala de aula, a educação aeroespacial fornece um estímulo para alunos do ensino básico a seguirem em direção às atividades intelectuais, direcionando e desbloqueando a curiosidade e a imaginação pelos fenômenos físicos e químicos. Fora da sala de aula, conscientiza a população sobre a importância da ciência e da pesquisa, promovendo um senso crítico e tornando-a mais apta a cobrar dos seus governantes por investimentos na área.

Dessa forma, o projeto von Braun tem por objetivo (i) a realização de pesquisas científicas na universidade e o desenvolvimento de profissionais na área aeroespacial, (ii) a democratização dos conhecimentos adquiridos nos meios acadêmicos com a comunidade externa e a (iii) conscientização sobre a importância da ciência para a população.

## **METODOLOGIA**

O projeto de extensão von Braun atua através de 3 níveis, o introdutório (que é destinado a comunidade externa), o intermediário (que é voltado para estudantes e professores do ensino básico) e o avançado (com foco em estudantes de graduação).

No nível introdutório, o projeto atua através da realização de palestras, participação em feiras, exposições, redes sociais e meios midiáticos como TV e jornais impressos. Nesse nível, é utilizada uma linguagem simples e de fácil compreensão que é destinada a um público não inserido nos meios de ensino. Nas exposições, são expostos os foguetes e os equipamentos construídos pelos participantes do projeto, onde os alunos explicam para a população o funcionamento do mesmo. As redes sociais visam a divulgação das atividades diárias dos participantes (os lançamentos, os testes em solo, a construção etc...). A participação nas mídias televisas é realizada através de entrevistas em eventos ou em ocasiões especiais como o recorde brasileiro alcançado pelo projeto.

No nível intermediário os participantes do projeto visitam as escolas públicas do ensino fundamental e médio e promovem uma oficina de construção de minifoguete. Nessas oficinas, primeiramente é realizada uma aula introdutória onde explica-se os fundamentos básicos de física e química que envolvem a construção e o funcionamento de um foguete, então, o projeto fornece a esses alunos os materiais e os auxiliam na construção de um minifoguete simples, que é lançado ao final da oficina.

O nível avançado é destinado para a pesquisa científica, o desenvolvimento de protótipos e a construção de equipamentos. Os estudantes do ensino superior constroem foguetes experimentais destinados a competições nacionais. Para tal feito, são realizadas pesquisas nas áreas diversas envolvendo os processos de construção de um foguete (Propelentes, eletrônica, programação, escoamento, etc..). Os estudantes também são desafiados a projetar e construir novos equipamentos que auxiliem e padronizem as etapas de construção de um foguete.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### NÍVEL INTRODUTÓRIO

No segundo semestre de 2019, o projeto de extensão von Braun participou ao todo de cerca de 10 eventos de nível introdutório, exibidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Eventos de nível introdutório

Data	Evento	Local
08/08/19	Recepção dos Calouros UTFPR	UTFPR Francisco Beltrão
24/08/19	2º TimeTech	Escola São Miguel
24/08/19	UTF no Parque	Parque Alvorada – FB
27/08/19	1ª Mostra de projetos empreendedores	UTFPR Francisco Beltrão
28/09/19	3º TimeTech	Escola Sagrado Coração
16/10/19	Vem Pra UTF	UTFPR Francisco Beltrão
22/10/19	Congresso de Ciência e Tecnologia	UTFPR Dois Vizinhos
De 26/10/19 A 29/10/19	ExpoDefense SC	Base Aérea de Florianópolis-SC
26/10/19	4º TimeTech	Escola Seção Jacaré
08/11/19	Inventum Pato Branco	Pato Branco - PR

Fonte: autoria própria (2020).

Dos eventos de maior público, destacam-se a Inventum em Pato Branco e a ExpoDefense em Florianópolis.

A Inventum 2019 foi uma feira de ciência, tecnologia e inovação, aberta ao público e com entrada gratuita. Consolidando-se como a maior feira do Paraná no segmento, obteve um público estimado de 180 mil visitantes. Nesta feira, o projeto contou com um stand, onde foram expostos os foguetes e os equipamentos desenvolvidos, tirando dúvidas de visitantes e divulgando o projeto, a universidade e a ciência.

A ExpoDefense que ocorreu na base aérea de Florianópolis-SC, foi uma feira de tecnologias e produtos de defesa organizada pelo Ministério da Defesa, onde o projeto de extensão von Braun foi um dentre os três escolhidos da UTFPR para participar da exposição. Os dois primeiros dias de feira foram restritos apenas a oficiais das forças armadas, e embora não haja uma estimativa de público, milhares de pessoas puderam visitar a exposição no último dia, onde foi aberta a entrada para o público geral. A UTFPR contou um stand (Imagem 1), onde foi possível expor o trabalho realizado pelo projeto e também realizar contatos com diversas empresas participantes da feira.



Imagem 1 – Stand UTFPR na ExpoDefense SC



Fonte: Autoria Própria (2019).

### NÍVEL INTERMEDIÁRIO

Devido a pandemia causada pelo novo coronavírus SARS-CoV2 em 2020, tanto universidades quanto escolas suspenderam suas atividades presenciais. Impossibilitando a atuação do projeto em tal ano, quanto se refere a realização de oficinas.

### NÍVEL AVANÇADO

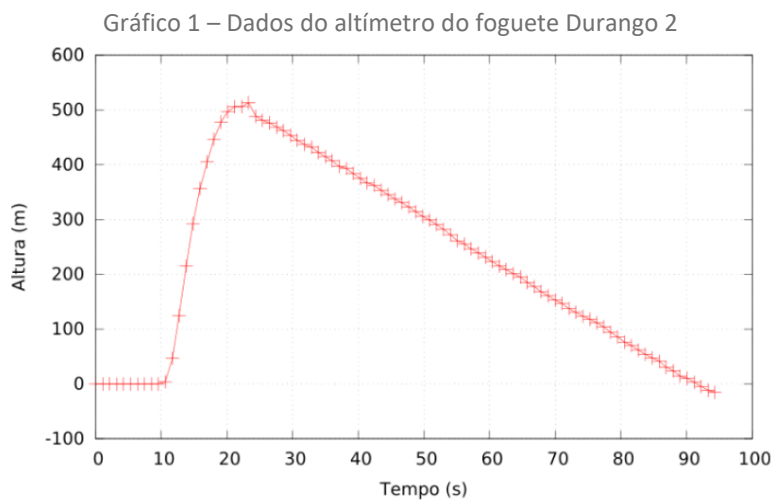
Em outubro e novembro de 2019 foi realizado um curso para os novos integrantes do projeto. Onde foi abordado conceitos importantes de engenharia que cercam a atividade de projeto e construção de foguetes, como produção de propelente, escoamento, eletrônica, programação, funcionamento de um motor-foguete dentre outros.

Já em 2020 foi finalizado a construção do novo protótipo destinado a competição nacional de precisão de altitude de 300m. Todo o projeto e construção das peças foi desenvolvida pelos estudantes na universidade. Os processos de construção desenvolvidos até o momento são brevemente descritos a seguir:

- a) 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;
- b) Um desenho 3d do sistema de propulsão é feito de forma a ser utilizado no processo da fabricação da estrutura e em futuras simulações;

- c) 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  $100\text{ }^\circ\text{C}$  por 24 horas. Na segunda etapa, a moagem, é efetuada através de um moinho de bolas que foi projetado e construído pelos estudantes, onde propelente permanece nesse por 24 horas. Após a moagem a mistura é compactada em uma prensa hidráulica. 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  $120\text{ }^\circ\text{C}$  por 3 horas;
- d) 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;
- e) 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. Alterações posteriores foram realizadas para leituras mais rápidas, aumentando de 10 Hz para 80 Hz. Esses dados são utilizados na geração de um gráfico de empuxo por tempo, com o qual é possível calcular a capacidade de carga útil do minifoguete e a altura a ser alcançada;
- f) 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 usinada e construída a partir de tubos de alumínio;
- g) Um Arduino é usado junto com um altímetro e um sensor de pressão atmosférica. O altímetro faz um registro da altitude alcançada pelo foguete, esses dados são armazenados em um cartão de memória e utilizados posteriormente para gerar um gráfico de altitude vs tempo, um exemplo desse gráfico é demonstrado no Gráfico 1, que foi gerado com o lançamento do foguete Durango 2 (recordista nacional na categoria 500m). O sensor de pressão atmosférica é utilizado para identificar o apogeu e realizar o acionamento do sistema de ejeção do paraquedas, devido à complexidade de tais sistemas, eles não serão abordados.

Ainda no ano de 2020, foi iniciada uma pesquisa científica com o objetivo de identificar o efeito da sinterização em bates de propelente KNSU prensados a frio, um método de produção inovador desenvolvido pelo projeto, do qual não existe registros científicos.



Fonte: Autoria Própria (2018).

## CONCLUSÃO

Através de suas ações, é possível afirmar que o projeto alcançou seus objetivos quanto a divulgação da ciência e da universidade. Alcançando um imenso público com suas participações em feiras e exposições. E embora no ano de 2020 o projeto tenha sido impossibilitado de realizar oficinas para alunos do ensino básico, foi possível atingir um grande número de pessoas através de mídias sociais.

Com os cursos ofertados para os estudantes de graduação, foi possível agregar novos conhecimentos teóricos para a sua formação. E através da construção de espaçomodelos e novos equipamentos, possibilitou a esses estudantes a oportunidade de pôr em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula.

## AGRADECIMENTOS

À UTFPR Francisco Beltrão, por ceder o local e equipamentos para o desenvolvimento do projeto. À PROREC, pela bolsa ao primeiro autor. À PROGRAD e à DIREC da UTFPR, pelo auxílio financeiro. Aos integrantes do Grupo de Foguetes Tsiolkvsky, e em especial aos professores Dr<sup>o</sup> Guilherme Bertoldo e Dr<sup>o</sup> Jonas Radtke.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Loriza Lacerda. **Extensão Universitária No Ensino Superior: O Diferencial Na Qualidade Acadêmica**. Universidade Estadual Paulista, 2017.

BUGOS,, Glenn. **The History of the Aerospace Industry**: [S. l.]: Robert Whaples, 28 ago. 2001. Disponível em: <https://eh.net/encyclopedia/the-history-of-the-aerospace-industry/>. Acesso em: 23 ago. 2020.

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

MARCHI, Carlos Henrique. **Recordes Brasileiros de Minifoguetes**. 2019. Disponível em: < [http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Recordes/2019-04-13\\_Recordes-BAR-15\\_resumo.pdf](http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Recordes/2019-04-13_Recordes-BAR-15_resumo.pdf) >. Acesso em: 25 ago. 2020.

MARTINS, Antonio Carlos Pereira. **ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: DA DESCOBERTA AOS DIAS ATUAIS**. Acta Cirúrgica Brasileira, [S. l.] v. 17, 2002. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-86502002000900001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502002000900001). Acesso em: 28 set. 2020.

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. 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: 21 ago. 2020.

SOLBERG, Margot. **Can the implementation of aerospace science in elementary school help girls maintain their confidence and engagement in science as they transition to middle school?**. Acta Astronautica, ano 2018, v. 147, p. 462-472, 1 jun. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576517316089?via%3Dihub>. Acesso em: 19 ago. 2020.

SOUZA, Paulo Vitor Teodoro. **A Construção de Foguetes como Estratégia Didática no Ensino de Ciências**. Investigação Qualitativa em Educação, [s. l.], ano 2016, v. 1, p. 936-943.