



## **ENGENHARIA AEROESPACIAL E SATÉLITES: DESPERTANDO O INTERESSE EM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

**Sthefani Neves Minela** – [sthefanineves@hotmail.com](mailto:sthefanineves@hotmail.com)

**Bruna Karolina Schneider** – [brunak.schneider@hotmail.com](mailto:brunak.schneider@hotmail.com)

**Emanuel Schlickman** – [eschlickman@yahoo.com.br](mailto:eschlickman@yahoo.com.br)

**Tatiana Renata Garcia** – [tatiana.garcia@ufsc.br](mailto:tatiana.garcia@ufsc.br)

**Carlos Maurício Sacchelli** – [carlos.sacchelli@ufsc.br](mailto:carlos.sacchelli@ufsc.br)

**Susie Cristine Keller** – [susie.keller@ufsc.br](mailto:susie.keller@ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Engenharias da Mobilidade (CEM)

Campus Joinville

Rua Prudente de Moraes, 406

89218-000 – Joinville – SC

**Resumo:** *Quando o Brasil pensa em seu desenvolvimento e crescimento tecnológico, há grande preocupação com a falta de engenheiros que compõem o quadro de profissionais no mercado de trabalho nacional. Universidades como a UFSC vem desenvolvendo maneiras de despertar o interesse de jovens do ensino médio, estudantes de escolas públicas para áreas da engenharia. O centro de Engenharias da Mobilidade da UFSC situado no campus Joinville possui projetos que oferecem cursos compostos de palestras e oficinas que apresentam as áreas da engenharia que envolvem mobilidade de forma clara e interessante, relacionando conteúdos do ensino médio com conceitos da engenharia, despertando interesse dos alunos e tornando mais próximo o contato entre universidade e comunidade. O trabalho apresentado refere-se à área aeroespacial, uma das sete engenharias ofertadas no campus de Joinville.*

**Palavras-chave:** *Ensino médio, Escolas públicas, Aeroespacial, Satélites.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Hoje enquanto o Brasil forma cerca de 40 mil engenheiros por ano, a Rússia forma 190 mil, a Índia 220 mil e a China 650 mil. A falta de engenheiros no Brasil causa grande impacto na economia do país tornando-o grande dependente do desenvolvimento de outros países, segundo dados da Confederação Nacional da Indústria. A grande preocupação não está apenas no desinteresse dos brasileiros em engenharia, segundo a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) dos 40 mil engenheiros que se formam anualmente mais da metade opta pela engenharia civil, área esta que não engloba o desenvolvimento de todas as tecnologias necessárias para o crescimento do país, considerando que apenas 33,1% trabalham na mesma área em que se formaram.

Após pesquisas realizadas pela FINEP conclui-se que a grande dificuldade que também afeta esta área é a baixa qualidade do ensino fundamental e médio, principalmente nas ciências exatas como matemática, física e química. Outro motivo de



desinteresse não apenas dos jovens de ensino médio, mas também dos alunos das universidades são as aulas demasiadamente teóricas, e sem conhecimento da prática, o que muitas vezes segundo dados do Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais) resultam na desistência do curso entre os dois primeiros anos de graduação; desistências que podem chegar a 50% dos ingressantes (TELLES, 2012).

Uma engenharia importante para o desenvolvimento econômico e tecnológico dos países que a desenvolvem é a Engenharia Aeroespacial (engenharia que desenvolve aeronaves, espaçonaves e satélites), a qual vem sendo grande responsável por consideráveis descobertas. Porém, no Brasil é um âmbito que enfrenta dificuldade quanto ao número de profissionais que atuam na área. Segundo o diretor do órgão do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), brigadeiro Ailton dos Santos Pohlmann, a deficiência de profissionais é de mais de mil funcionários. Segundo ele, a média de idade dos pesquisadores do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), responsável pelos principais projetos espaciais do país na área de foguetes, é superior a 50 anos, o que é motivo de maior urgência na contratação de novos profissionais, pois de acordo com o presidente da Associação Aeroespacial Brasileira (AAB), Paulo Moraes Jr, a complexidade no futuro será treinar novos profissionais, visto que os que possuem conhecimento, adquirido em mais de 20 anos de trabalho e pesquisas, já terão se aposentado (SILVEIRA, 2012).

No Brasil, além de pouco investimento nos institutos destinados a pesquisas e desenvolvimento de projetos relacionados à área aeroespacial ou também conhecidos como aeronáutica e espaço, há grande dificuldade em localizar cursos que ofereçam este tipo de conhecimento. No país não existem muitas instituições de ensino especializadas na área. Algumas delas são: ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica), UNITAU (Universidade de Taubaté), USP (Universidade de São Paulo), UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), PUC RS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) e UFSC (universidade Federal de Santa Catarina) – Campus Joinville.

Para profissionais formados em engenharia que envolva tecnologia avançada como a engenharia aeronáutica e aeroespacial há grandes oportunidades no mercado de trabalho brasileiro atual, isto se deve à grande deficiência de engenheiros especializados para diversos campos de atuação no país, sendo eles tanto recém-formados como com maior grau de experiência.

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2009 criou em Joinville o Centro de Engenharias da Mobilidade, com um projeto pedagógico onde ao final do terceiro ano os alunos escolhem uma entre sete engenharias, todas de áreas de grande carência no país. São elas: Engenharia Aeroespacial, Engenharia Automotiva, Engenharia Ferroviária e Metroviária, Engenharia Mecatrônica, Engenharia Naval, Engenharia de Infraestrutura e Engenharia de Tráfego e Logística. O centro tem como um de seus objetivos tornar mais acessível à região sul do país o conhecimento sobre estas áreas específicas da engenharia, podendo desta forma agregar profissionais especializados em engenharias que envolvam alta tecnologia, formados no Brasil.

Professores da UFSC com intuito de incentivar e despertar o interesse de alunos do ensino médio de escolas públicas de Joinville, a saber, mais sobre a engenharia, criou juntamente com alunos da universidade, oficinas de nível médio que abrangessem todas as áreas do centro de engenharia do campus Joinville. O objetivo do projeto é familiarizar os alunos participantes com sua área de maior interesse, utilizando conceitos de ciências exatas como matemática e física. Este artigo irá abordar a oficina desenvolvida para a área aeroespacial, tendo como objetivo fazer com que os estudantes conheçam de maneira mais aprofundada e ao mesmo tempo divertida o funcionamento

de um satélite, sua função em nosso dia a dia, como entra e permanece em órbita, o que acontece com satélites que não tem mais utilidade, curiosidades entre outras informações. Esse conteúdo informativo, apresentado através de um banner nas escolas, auxilia alunos no entendimento sobre o tema, juntamente com apresentações e uma oficina que faz com que participantes produzam seus próprios satélites com material reciclável e possam brincar em um pequeno “lança satélites”, construído pelos universitários do projeto.

Na seção 2 do artigo será abordado o tema aeroespacial, onde é apresentada uma visão geral de astronomia, do espaço nacional e internacional. A seção 3 discute o tema satélites, apresentando definições específicas de satélites artificiais. As palestras e oficinas são descritas na seção 4, onde serão abordados os trabalhos realizados pelo projeto. A seção 5 traz as considerações finais, onde são descritas as conclusões obtidas a partir das atividades realizadas no projeto.

## **2. AEROESPACIAL**

A astronomia iniciada no século 20 originou conhecimentos de um universo que jamais se tivera em séculos anteriores, tendo como início mais precisamente em outubro de 1957 com o lançamento do primeiro satélite artificial russo, o Sputnik - uma esfera de aço com 58,5cm e 83,6kg posto em órbita em torno da terra, no cosmódromo de Baikonour (base de foguetes da URSS). Doze anos mais tarde é lançado o primeiro foguete tripulado americano à lua, o que fez com que os dois países (Rússia e Estados Unidos) passassem a desenvolver juntos projetos de exploração do espaço. A partir deste feito a tecnologia do espaço desenvolveu-se aceleradamente trazendo grande quantidade de informações detalhadas sobre o sistema solar (RONAN, 1983).

A NASA foi criada em 29 de julho de 1958, além de enviar o homem à lua em 1969 através da espaçonave Apollo11, desenvolve vários programas de pesquisa no espaço atualmente com satélites e sondas de pesquisas espaciais. A NASA trabalha em conjunto com a Agência Espacial Europeia, com a Agência Espacial Federal Russa e com mais alguns países da Ásia e do mundo todo para a criação da Estação Espacial Internacional, tendo também como propósito desenvolver, construir e testar um novo veículo de exploração tripulado (projeto Orion) e seu veículo lançador, Ares.

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), responsável por desenvolver satélites, vem desenvolvendo três satélites artificiais, o Amazônia-1, usado para imageamento da região amazônica, o Sabia-mar, desenvolvido em conjunto com a Argentina para estudos oceânicos, e o GPM-Brasil, para estudos meteorológicos. A Agência Espacial Brasileira (AEB), outro órgão espacial nacional, possui acordos intergovernamentais com a Alemanha, a Argentina, a China, o Chile, a Colômbia, a agência espacial europeia - ESA, os Estados Unidos, a França, a Rússia, a Ucrânia, a Índia, a Bélgica, a Itália, o Peru e a Venezuela, com o intuito de gerar e desenvolver programas espaciais e obter novas tecnologias, e também a cooperação para os usos pacíficos do espaço exterior (AEB, 2012).

O Brasil é um dos poucos países do mundo que dominam a tecnologia aeroespacial. Das plataformas de lançamento situadas em Alcântara (MA) e Natal (RN) muitos foguetes têm sido lançados e monitorados, permitindo a capacitação do país no setor. Além disso, o Brasil desenvolve atualmente satélites de pequeno porte para sensoriamento remoto e, dentre de mais alguns anos, será capaz de produzir satélites de grande porte, como, por exemplo, para o setor de telecomunicações. Estes são os

principais motivos que levaram o consórcio da ISS (International Space Station) a escolher o Brasil como parceiro no projeto da estação orbital (PAUBEL, 2002).

A Figura 1 apresenta os principais foguetes lançadores desenvolvidos pelo programa espacial brasileiro:

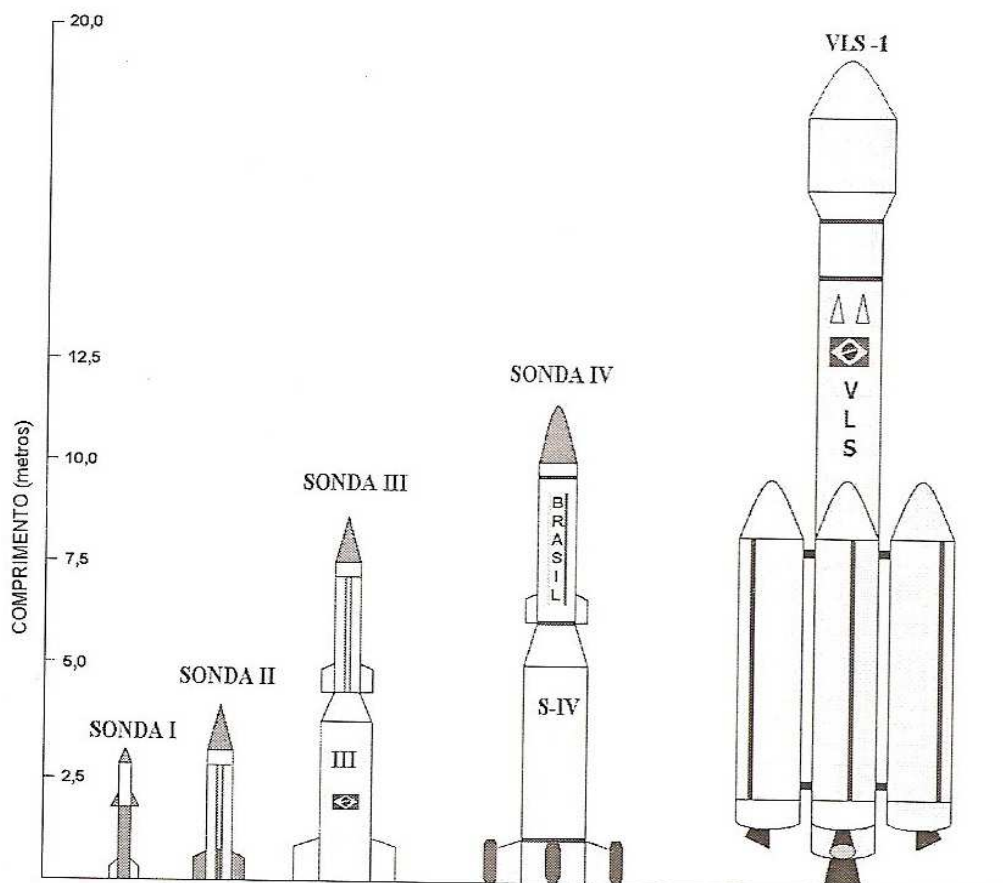


Figura 1 - Principais veículos lançadores do programa espacial brasileiro

Indiretamente, muitas das tecnologias que convivemos hoje foram desenvolvidas por engenheiros aeroespaciais com a finalidade de facilitar a vida dos astronautas em suas missões, como ligações telefônicas com valores mais acessíveis, o monitoramento de queimadas e desmatamento, registros de mudanças climáticas, o GPS, alguns alimentos como leite de soja, iogurte, leite em pó para bebês (que são alimentos enriquecidos com o chamado ácido DHA essencial para o desenvolvimento da visão e do cérebro), tecnologias em roupas de atletas de natação, os relógios digitais (inventados para dar mais precisão ao lançamento de foguetes), ferramentas movidas a baterias e alguns equipamentos que hoje são utilizados na medicina (MARTINS, 2012).

O setor aeroespacial mundial atualmente movimenta significativa parcela dos investimentos governamentais e privados quanto ao desenvolvimento e construção de tecnologias da área aeroespacial, investimentos estes que se justificam pelo fato de que sem veículos espaciais, os países não têm cargas no espaço (PAUBEL 2002). Observa-se na Tabela 1 os atuais foguetes lançadores de cargas espaciais (satélites) e seus países de origem.

Tabela 1 - Principais foguetes lançadores

FOGUETE	PAÍS	BASE DE LANÇAMENTO	CARGA (kg em GTO*)
Delta-2	EUA	Cabo Canaveral / Vandenberg	1.819
Atlas-2AS		idem	3.870
Titan - 3		idem	4.990
Próton-k	Rússia	Tyuratam	4.600
Zênite -3		idem	5.400
H- II (Hope)	Japão	Tanegashima	4.000
Ariane4(44L)	Europa	Kourou	4.730
Ariane 5		idem	5.800
PSLV	Índia	Sriharikota	450
Longa Marcha CZ2E	China	Xichang	3.500
Longa Marcha CZ3B		idem	4.800
VLS-1	Brasil	Alcântara	350**

\*GTO – órbita de Transferência Geoestacionária

\*\*Carga para LEO – órbita baixa terrestre

Confere-se na Tabela 1 que a Europa é o continente que possui maior carga espacial entre os principais lançadores de carga mundiais, seguido da Rússia, EUA, China, Japão, Índia, e Brasil.

### 3. SATÉLITES

Os avanços mais espetaculares na astronomia durante o século XX foram possíveis pela exploração do espaço. Viajar para a lua e para outros planetas sempre foi um sonho da humanidade, e a adaptação da tecnologia dos foguetes da Segunda Guerra Mundial para o uso pacífico por americanos e russos, transformou o sonho em realidade (RONAN, 1983). Em quatro de outubro de 1957 foi lançado na base do cosmódromo de Baikonour, no Cazaquistão, o primeiro satélite artificial (um termômetro, uma bateria, e um rádio dentro de uma bola de metal), o Sputnik I (companheiro viajante), desenvolvido e construído por Sergei Korolev, utilizando o veículo lançador R-7. As principais características do Sputnik I são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Principais características do Sputnik I

PROPRIEDADES FÍSICAS			PARÂMETROS ORBITAIS		
Diâmetro	Massa	Frequência de operação	Perigeu	Apogeu	Inclinação
58cm	83,6kg	20 a 40MHz	228km	947km	65,10



Satélites artificiais são veículos espaciais que orbitam a terra com altitude e velocidade constante, descrevendo trajetórias elípticas e circulares, tendo função emissora e receptora de sinais. Estes recebem sinais a partir de um receptor que amplifica e converte a radiação eletromagnética podendo desmodular ou processar comandos ou sinais vindos da terra. Esses sinais são reenviados através da cadeia emissora do satélite na forma de sinais destinados a todas as estações que operam na mesma frequência (espectro radioelétrico), (AMSAT, 2012). Satélites orbitam em alturas diferentes, velocidades diferentes e caminhos diferentes, sendo a órbita geoestacionária e a polar as mais comuns (geoestacionária: viaja de oeste para leste sobre o equador), (polar viaja de pólo a pólo – de norte a sul).

A órbita de um satélite é alcançada a partir de um foguete multiestágios, sendo que em seu lançamento há a fase propulsiva (*powered flight*), onde a carga é levada para cima da atmosfera e acelerada a velocidade orbital de 39600 km/h (velocidade mínima necessária para que o foguete vença a gravidade) a partir de seu veículo lançador, a fase de ignição (*burnout*), onde há a separação da coifa ou cone principal e a fase de voo inercial (*free flight*), onde o satélite e seu conjunto de motores são submetidos apenas a gravidade, sendo aos poucos atraído por corpos celestes (como o sol e a lua). Muitos fenômenos devem ser levados em consideração para que um satélite entre em órbita, como a pressão dos fótons solares, o efeito de micropartículas existentes dentro do campo magnético terrestre, o arrasto aerodinâmico, entre outros, sendo que é necessária uma força centrípeta com velocidade de 11052 km/h para que este se mantenha em órbita, permanecendo a altura de 36000 km (órbita geodésica) (PAUBEL 2002).

A próxima seção apresenta as atividades envolvendo satélites que foram desenvolvidas nas escolas de Joinville.

#### **4. PALESTRA E OFICINA**

Os trabalhos realizados no Projeto de Educação em Tecnologia e Mobilidade, relacionados à área aeroespacial envolvem palestras e oficinas em nível de ensino médio, utilizando como base tópicos das ciências exatas. As atividades são direcionadas para as áreas de atuação dos cursos do centro de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Joinville. Nesta perspectiva, a área da Engenharia Aeroespacial foi apresentada através de palestras e oficinas, integrando o entendimento teórico e prático sobre satélites.

As palestras têm como intuito principal apresentar aos alunos do ensino médio de forma clara e interessante, os conceitos básicos sobre o tema abordado: o que são satélites, seu funcionamento, sua função em nosso dia a dia, como entram e permanecem em órbita, o que acontece com satélites que não tem mais utilidade, o primeiro satélite, o entendimento sobre o GPS (sistema de posicionamento global), o lixo espacial, entre outras curiosidades. Os temas abordados despertam novos interesses nos alunos participantes e geram novas dúvidas que são discutidas e esclarecidas de forma didática entre o grupo com exemplos de nosso cotidiano. Essas informações, a qual muitos desconhecem são de grande importância para alunos do ensino médio, que nesta fase estão tendo contato inicial com diferentes áreas de interesse, porém, há deficiência de informações sobre estas áreas de tecnologia. A Figura 2 apresenta alguns slides utilizados nas palestras.

### Como funcionam?

- A forma aerodinâmica não influencia seu funcionamento e desempenho, sendo este, um fator determinado pelo sistema receptor;
- Satélites operam a partir de baterias que são carregadas por placas solares.

(Fonte1: <http://www.nasa.gov/> / Fonte2: <http://www.nasa.gov/>)



### O primeiro

- Sputnik I (4/10/1957) lançado no cosmódromo de Baikonour (URSS);
- Composição: uma esfera de aço com 58,5 cm e 83,6 Kg;
- Foguete de lançamento: R7, pesando 4 toneladas;

(Fonte: [www.sciencemag.org/ez46/periodicos.capes.gov.br](http://www.sciencemag.org/ez46/periodicos.capes.gov.br))

Figura 2 - Slides utilizados nas apresentações sobre satélites a estudantes de ensino médio da rede pública de Joinville – SC.

O protótipo confeccionado para realizar a oficina com os alunos participantes foi construído pelos universitários que trabalham no projeto, desde medidas, desenho, e etapas de corte, lixa e pintura. O protótipo é constituído por um caixote de madeira, que em seu interior possui um ventilador; um cano transparente de largura adequada que posicionado corretamente encana o vento produzido por um ventilador (desmontado e adaptado) e faz com que o satélite feito de material reciclável (tampinhas de garrafa, copos plásticos, palitos de picolé, entre outros elementos recicláveis) se mantenha em uma posição regular no cano entre limites máximos e mínimos de altitude feitos com fita colorida, sendo que o objeto não cairá nem sairá do cano se estiver no peso e velocidade ideal. A Figura 3 retrata o processo de montagem do protótipo utilizado para a oficina.



Figura 3 – Foto da confecção do protótipo todo em madeira.

A oficina é uma forma dinâmica dos alunos entenderem o que foi explicado na palestra, de forma que possam relacionar os conceitos físicos presentes como a lei da gravidade, a segunda lei de Newton, a lei da inércia, a relação entre peso, velocidade e força e comparar a realidade. Cada participante da oficina cria seu satélite de material reciclável como descrito anteriormente e o “lança” (coloca no tubo de acrílico com velocidade de vento constante), e de uma forma divertida cria-se uma competição entre os participantes, com o intuito de ver quem consegue deixar seu satélite “orbitando” entre os limites pré-determinados. Os alunos em sua maioria apreciam muito a forma que a palestra e a oficina abordam o tema e mostram interesse em aprender mais sobre o assunto. A Figura 4 demonstra uma das oficinas realizadas com alunos do ensino médio e o protótipo finalizado.



Figura 4 – Universitários e alunos do ensino médio na oficina sobre satélites.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a conclusão das atividades propostas no Projeto de Educação em Tecnologia e Mobilidade, é solicitado aos alunos que respondam algumas questões objetivas e dissertativas relacionadas às atividades propostas, à área tecnológica discutida e o interesse dos alunos sobre as engenharias. As questões que os alunos respondem estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Questionário referente à pesquisa de opinião

Pergunta
1) Pretende fazer algum curso superior após o ensino médio?
2) Se sim, pretende fazer na área de engenharia?
3) Já tinha conhecimento sobre o campus da UFSC em Joinville?
4) Se sim, pretende fazer vestibular para alguma das engenharias da UFSC/Joinville?
5) Você já tinha conhecimento sobre a área aeroespacial?
6) As informações apresentadas na oficina foram satisfatórias?



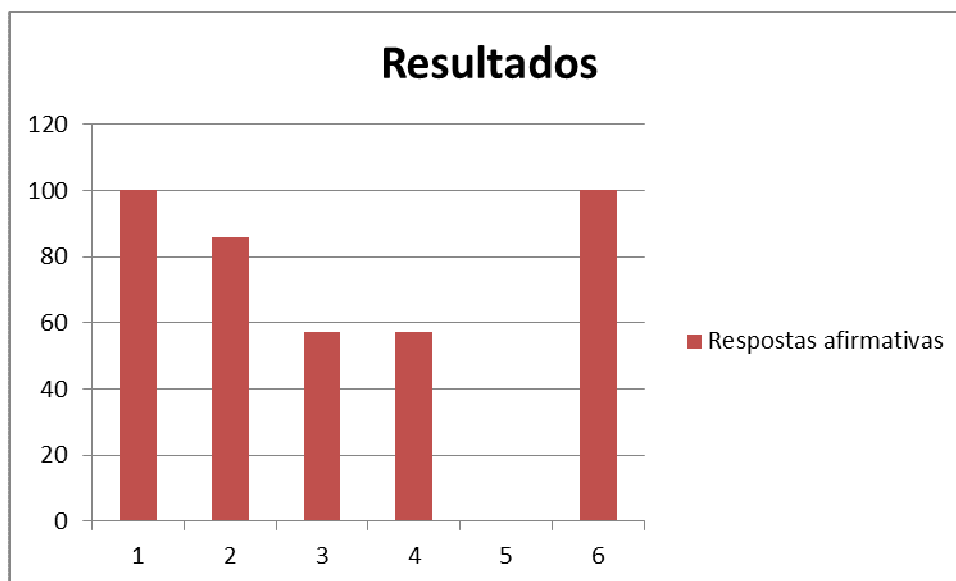


Figura 5 – Resultados do questionário respondido pelos alunos

A Figura 5 mostra o gráfico gerado com as respostas dos alunos às questões da Tabela 3, sendo que 20 alunos participaram das atividades. Um dos resultados que impressionou os participantes da equipe foi que 0% dos alunos tem conhecimento sobre a área aeroespacial (item 5 do eixo x). Os resultados mostram que o projeto está tendo uma boa aceitação nas escolas, atingindo seu principal objetivo.

### *Agradecimentos*

Os integrantes do projeto agradecem ao CNPq, a CAPES e a UFSC pelas bolsas e recursos disponibilizados para execução do projeto. Também agradecem as escolas de Joinville por disponibilizarem seu tempo e sua infraestrutura, aceitando contribuir para esse projeto.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AEB, Agência Espacial Brasileira. **Satélites**. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/programa-espacial/satelites/>> Acesso em: 10 de Agosto de 2012.

AMSAT. **O que são Satélites?** Disponível em: <<http://www.amsat.org/amsat-new/information/faqs/portegues/>>. Acesso em: 04 de Junho de 2012.

MARTINS, E. **A Nasa está presente em nosso cotidiano mais do que podemos imaginar**. Disponível em: < <http://www.tecmundo.com.br/historia/2444-a-nasa-esta-presente-em-nosso-cotidiano-mais-do-que-podemos-imaginar-.htm>>. Acesso em; 27 de Setembro de 2012.

PAUBEL, Emerson Faria Cabral. **Propulsão e controle de veículos aeroespaciais - uma introdução**. Florianópolis:Editora UFSC, 2002. 196 p.



RONAN, Colin A.. História ilustrada da ciência - Universidade de Cambridge. Ed. Círculo do Livro, 1983. 138p.

SILVEIRA, V. **Falta de profissionais ameaça o programa espacial brasileiro.** Disponível em: < <http://www.defesanet.com.br> >. Acesso em; 10 de Setembro de 2012.

TELLES, Márcia. **Brasil sofre com a falta de engenheiros.** Disponível em: [http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao\\_em\\_pauta\\_6\\_educacao.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao6/inovacao_em_pauta_6_educacao.pdf). Acesso em: 23 de Agosto de 2012.



## **AEROSPACE ENGINEERING AND SATELLITES: ATTRACTING THE INTEREST OF HIGH SCHOOL STUDENTS**

**Abstract:** *When Brazil considers its development and technological growth, there is great concern with the lack of engineers in the national workforce. Universities such as UFSC have been developing strategies for attracting the interest of students from public high schools in Engineering areas. The UFSC Center for Mobility Engineering, in the Joinville campus, has projects offering courses comprising talks and workshops that present the Engineering areas involving mobility in a clear and interesting way, establishing connections between high school subjects and Engineering topics, raising students' interest and establishing closer bonds between university and community. This work refers to the aerospace domain, one of seven Engineering degrees offered in the Joinville campus.*

**Key-words:** *high school, public schools, aerospace, satellites*