

A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS APLICADA NA CONSTRUÇÃO DE UM BALÃO DE ALTA ALTITUDE – HAB-IMT

Gilberto Murakami – gmurakami@maua.br
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia
Praça Mauá, 1
CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – SP

Denise Marques Pinheiro – denise.pinheiro@maua.br
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia
Praça Mauá, 1
CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – SP

Resumo: O objetivo deste trabalho é descrever a proposta de aprendizagem baseada em projetos aplicada no projeto de balão de alta altitude – HAB-IMT. O projeto do balão foi apresentado aos alunos que foram divididos em equipes da eletrônica, estrutura e paraquedas. Os alunos da eletrônica foram responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de telemetria, rastreamento, medição de pressão, temperatura, medição de UVA, UVB, UVC e o sistema de coleta de bactérias. O estudo do paraquedas foi realizado e apresentado por outro grupo de alunos, que visou determinar um coeficiente de arrasto característico e também a estabilidade de um exemplar testado. O material e forma da cesta do balão foram pesquisados pelos alunos do IMT responsáveis pela estrutura.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos. Balão de Alta Altitude. Metodologia Ativa de Aprendizagem. PBL.

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem baseada em projetos – PBL é uma aprendizagem centrada no aluno, na qual os alunos aprendem sobre um conteúdo tentando encontrar uma solução para um problema em aberto. Conforme encontrado pela pesquisa conduzida por Hmelo-Silver (HMELO-SILVER, 2004), os estudantes praticam estratégias de pensamento e conhecimento de domínio.

O PBL também é uma modalidade ativa de aprendizagem onde os alunos aprendem habilidades básicas de solução de problemas e adquirem conhecimento através da interação com os outros, uma habilidade fundamental exigida por quase todos os ambientes de trabalho. Os alunos aprendem dentro de pequenos grupos auto dirigidos a definir e realizar tarefas específicas, tanto na vida real quanto no estudo (LOYENS *et al.*, 2010).

Segundo Crockett (CROCKETT, 2015), quanto mais o foco estiver no desenvolvimento de alunos que possam conceber soluções eficazes para problemas do mundo real, mais sucesso esses estudantes vão obter.

Neste século, o comércio, a ciência e a defesa das nações dependerão cada vez mais do domínio do espaço e das possibilidades criadas pelas telecomunicações e pelos satélites posicionados na órbita terrestre. O que até pouco tempo pertencia ao mundo da ficção científica tornou-se realidade que não pode ser ignorada pela geopolítica internacional.

O Brasil produz satélites, foguetes de sondagem e veículos lançadores. A ampliação de pesquisas nessa área agrega não apenas melhorias para o Brasil como impõe vantagens estratégicas. Por isso, o programa espacial brasileiro investe em bases fortes de engenharia, tecnologia e infraestrutura de apoio às atividades espaciais. Apesar de todo desenvolvimento, há uma lacuna no que diz respeito a recursos humanos (DOS SANTOS, 2010).

O objetivo deste trabalho é descrever o desenvolvimento de um Balão de Alta Altitude, o HAB-IMT, para lançar na atmosfera experimentos científicos na área aeroespacial e astrobiologia (BRYAN *et al.*, 2014). São projetos que incentivam a experimentação e desenvolvimento de conhecimentos relacionados às ciências espaciais e são fundamentais para a capacitação de recursos humanos no país.

Os alunos e professores do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT, desenvolveram um balão de alta altitude, o HAB-IMT com o objetivo de lançar na atmosfera experimentos científicos. São projetos que incentivam a experimentação e desenvolvimento de conhecimentos relacionados às ciências espaciais são fundamentais para a capacitação de recursos humanos no país.

A aplicação de novos modelos beneficia particularmente a educação em engenharia, porque o treinamento em engenharia tem um componente prático essencial. Em particular, a disciplina Projeto e Atividades Especiais – PAE do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT, que tem um caráter muito tecnológico e sistemático, são mais adequadas para implementar métodos de aprendizagem ativa, como o Aprendizado Baseado em Projetos.

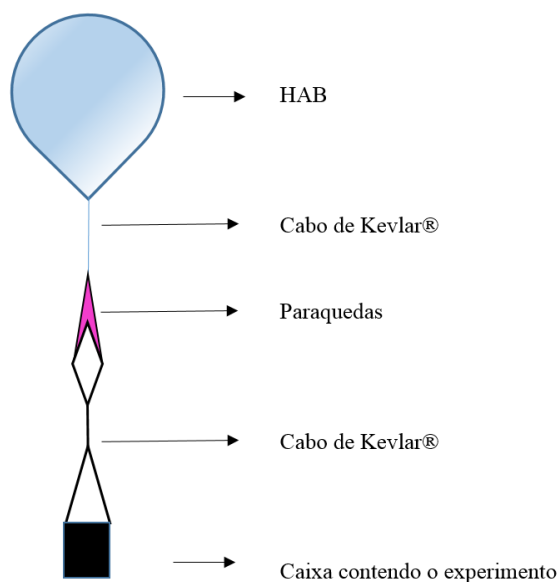
Esse projeto desafia os alunos a obterem uma experiência *hands-on* durante aproximadamente um ano, desde a concepção, por meio da integração e teste até a operação real do sistema; capacita professores e alunos do IMT utilizando metodologias ativas de aprendizagem.

Essa experiência pode permitir aos alunos melhorar a compreensão e desenvolver as habilidades teóricas e práticas, em especial as relacionadas à pesquisa científica, como: desenho técnico; análise de dados e sua representação; trabalho em equipe; gestão de projetos; projeto e construção de circuitos eletrônicos; projeto e desenvolvimento de programas de computador e rotinas de testes.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

As características técnicas do HAB-IMT estão mostradas na Figura 1.

Figura 1 – Características Técnicas do HAB-IMT.



Fonte: Autores.

2.1. O Balão

O balão meteorológico é produzido em látex resistente ao ozônio e possui diâmetro de 1,8 a 2,4 metros projetado para estourar entre 28 e 34 km de altitude. A Figura 2 mostra o balão de 2000 g utilizado.

Figura 2 – Balão de látex de 2000 g utilizado.



Fonte: Autores.

A missão foi essencialmente desenhada tendo em vista o uso de um balão de tamanho máximo de 2000 g, visto que balões acima dessa massa requerem procedimentos mais elaborados e burocráticos de lançamento.

Foram feitas análises para verificar a viabilidade de voo com balões de 1200 g, 1500 g e 1600 g. A metodologia de cálculo desenvolvida mostrou que, para a massa da parte eletrônica (683 g), acrescida da massa do BLAST (500 g), seria necessário a utilização do balão de 2000 g para atingir a altitude desejada (ZHANG *et al.*, 2015).

2.2. Cabos de Kevlar

Os cabos de Kevlar® DuPont 29 Twisted Cord foram desenvolvidos e doados especificamente para este projeto do HAB-IMT. Segundo a fabricante dos cabos, a DuPont do Brasil S.A., estes cabos suportam uma carga de 1900 N.

Estes cabos foram submetidos a ensaios de resistência a tração em Kevlar®, no Centro de Pesquisas do Instituto Mauá de Tecnologia na máquina de tração, gerando o Relatório de Ensaio DEA-RE-0403/17 (S ATKUNAS *et al.*, 2017).

A Figura 3 mostra o rolo de Kevlar® DuPont 29 Twisted Cord utilizado.

Figura 3 – Rolo de Kevlar® DuPont 29 Twisted Cord utilizado.



Fonte: Autores.

A Figura 4 mostra a preparação dos cabos para serem utilizados no HAB-IMT.

Figura 4 – Preparação dos cabos para serem utilizados no HAB-IMT.



Fonte: Autores.

2.3. A estrutura

A estrutura é constituída por Isopor® - EPS por ser um material leve e compacto, além de não soltar resíduos como pó e não ter proliferação de fungos e bactérias.

EPS é a sigla internacional do poliestireno expandido, de acordo com a Norma DIN ISSO-1043/78. Descoberto em 1949, pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz na Alemanha.

O EPS é um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água. Em seu processo produtivo não se utiliza o gás CFC. Como agente expensor para a transformação do EPS, emprega-se o pentano que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem comprometer o meio ambiente.

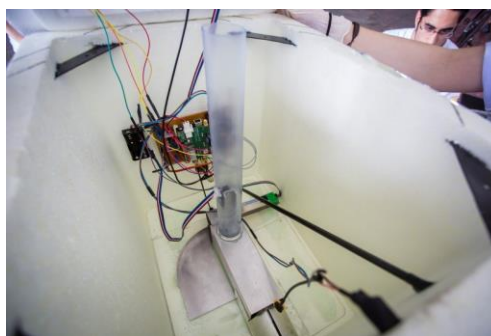
O produto final é composto de pérolas de até 3 milímetros de diâmetro, que se destinam à expansão. No processo de transformação, essas pérolas são submetidas à expansão em até 50 vezes o seu tamanho original, através de vapor, fundindo-se e moldando-se em formas diversas.

Expandidas, as pérolas consistem em até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno. Em 1m³ de EPS expandido, por exemplo, existem de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar.

Os produtos finais de EPS são inodoros, não contaminam o solo, água e ar, são 100% reaproveitáveis e recicláveis e podem voltar à condição de matéria-prima.

A Figura 5 mostra a caixa de EPS utilizada no lançamento do HAB-IMT.

Figura 5 – Caixa de EPS contendo o experimento utilizada no lançamento do HAB-IMT.



Fonte: Autores.

3. METODOLOGIA

O objetivo da missão do HAB-IMT é desenvolver um veículo lançador de experimentos científicos na área da Astrobiologia. Os alunos então foram divididos em áreas da Eletrônica, Estrutura e Paraquedas.

Aos alunos da Eletrônica foi proposto a eles desenvolverem o sistema de telemetria, rastreamento, medição de pressão, temperatura, medição de UVA, UVB, UVC e o sistema de coleta de bactérias.

É importante ressaltar é que a transmissão dos dados depende de frequências radioamadoras, logo o contato ou ajuda de um Rádio Amador certificado é obrigatória.

A placa de HABduino é um receptor de GPS e um *shield* de rádio transmissor desenvolvido para balões de alta altitude. A Figura 6 mostra a placa de HABduino utilizada para rastreamento.

Figura 6 – Placa de HABduino utilizada para rastreamento.



Fonte: Autores.

Para rastrear a localização do voo, é necessário um receptor de rádio, antena e Notebook no solo. A comunicação é feita por meio da comunicação RTTY com softwares de computador e o ganho de antenas, consegue-se o sinal desejado para rastrear a carga.

Para validar a telemetria utilizada, precisamos de antes sofisticadas o suficiente para realizar a missão desejada. Logo a antena utilizada no *Payload* para a transmissão de informações foi uma Plano de Terra de 1/4 de onda confeccionada a partir de um RF174 (cabo coaxial com 50 Ω de impedância).

O comprimento L , em metros, de uma antena 1/4 de onda pode ser calculado utilizando a Equação 1:

$$L = 0,95 \frac{1c}{4f} \quad [1]$$

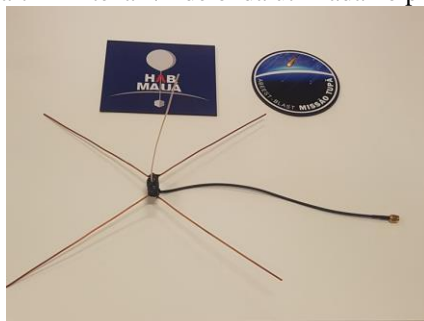
onde:

c : velocidade da luz (m/s).

f : frequência de transmissão (Hz).

A Figura 7 mostra o comprimento L da antena 1/4 de onda.

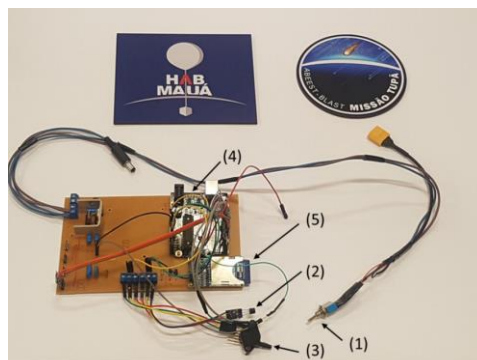
Figura 7 – Antena 1/4 de onda utilizada no projeto.



Fonte: Autores.

A Figura 8 mostra o hardware desenvolvido por alunos e professores. É possível verificar uma chave liga/desliga, os sensores de pressão e temperatura, a placa do Arduino e o cartão de memória SSD.

Figura 8 – Hardware desenvolvido por alunos e professores.



Fonte: Autores.

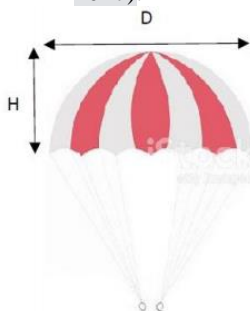
Onde:

- (1) Chave Liga/Desliga;
- (2) Sensor de Temperatura;
- (3) Sensor de Pressão;
- (4) Arduino Uno;
- (5) Cartão de memória SSD.

O estudo do paraquedas foi realizado e apresentado por outro grupo de alunos realizando PAE, descrito no relatório do experimento (KOGA *et al.*, 2017) que visou determinar um coeficiente de arrasto característico e também a estabilidade de um exemplar testado.

A geometria do paraquedas não é caracterizada apenas pelo seu diâmetro, mas pela relação H/D mostrada na Figura 9. Em repouso e completamente aberto, o diâmetro do paraquedas testado era da ordem de 0,8 m.

Figura 9 – Parâmetros importantes que definem a geometria e o arrasto de um paraquedas (KOGA *et al.*, 2017).



Fonte: KOGA *et al.*, 2017.

O experimento permitiu concluir que o coeficiente de arrasto do paraquedas é da ordem unitária para números de Reynolds, baseado no diâmetro do paraquedas, compatíveis com as condições que serão encontradas em algumas etapas representativas do voo.

O material e forma da cesta do balão foram pesquisados pelos alunos do IMT que realizam o PAE intitulada *Balão Estratosférico*. Os testes foram conduzidos no IMT e os resultados dos experimentos estão descritos em relatório específico (SAAB-JR, 2017). A forma que apresentou a melhor estabilidade dinâmica em teste está mostrada na figura abaixo. O cubo foi manufaturado a partir de EPS de alta densidade (aproximadamente 14 kg/m³) e tinha diagonal de 14 cm, escala aproximada de 1:5 da cesta final pretendida. As velocidades empregadas foram de 5,0 e 7,0 m/s, resultando em número de Reynolds menores que aqueles representativos para a cesta em escala natural no começo do voo, porém representativos dos números Reynolds para a cesta em maiores altitudes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos uma proposta de aprendizagem baseada em projetos aplicada no projeto de balão de alta altitude – HAB-IMT. O projeto do balão foi apresentado aos alunos que foram divididos em equipes da Eletrônica, estrutura e paraquedas. Os alunos da eletrônica foram responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de telemetria, rastreamento, medição de pressão, temperatura, medição de UVA, UVB, UVC e o sistema de coleta de bactérias. O estudo do paraquedas foi realizado e apresentado por outro grupo de alunos realizando o PAE, que visou determinar um coeficiente de arrasto característico e também a estabilidade de um exemplar testado. O material e forma da cesta do balão foram pesquisados pelos alunos do IMT responsáveis pela estrutura e que realizam o PAE.

Os alunos e professores do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT, desenvolveram um balão de alta altitude, o HAB-IMT com o objetivo de lançar na atmosfera experimentos científicos. São projetos que incentivam a experimentação e desenvolvimento de conhecimentos relacionados às ciências espaciais são fundamentais para a capacitação de recursos humanos no país.

A aplicação de novos modelos beneficia particularmente a educação em engenharia, porque o treinamento em engenharia tem um componente prático essencial. Em particular, a disciplina Projeto e Atividades Especiais – PAE do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT, que têm um caráter muito tecnológico e sistemático, são mais adequadas para implementar metodologias ativas de aprendizagem, como o Aprendizado Baseado em Projetos.

Esse projeto desafia os alunos a obterem uma experiência *hands-on* durante aproximadamente um ano, desde a concepção, por meio da integração e teste até a operação real do sistema; capacita professores e alunos do IMT utilizando metodologias ativas de aprendizagem.

Essa experiência pode permitir aos alunos melhorar a compreensão e desenvolver as habilidades teóricas e práticas, em especial as relacionadas à pesquisa científica, como: desenho técnico; análise de dados e sua representação; trabalho em equipe; gestão de projetos; projeto e construção de circuitos eletrônicos; projeto e desenvolvimento de programas de computador e rotinas de testes.

REFERÊNCIAS

- BRYAN, N. C. *et al.* A method for sampling microbial aerosols using high altitude balloons. **Journal of Microbiological Methods**, v. 107, n. Supplement C, p. 161-168, 2014/12/01/ 2014. ISSN 0167-7012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167701214002978> >.
- CROCKETT, R. **The critical 21st century skills every student needs and why**: Retrieved from: <https> 2015.
- DOS SANTOS, R. **Estratégia de Formação, Capacitação, Treinamento Operacional e retenção de Recursos Humanos**. p.253. 2010
- HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: What and how do students learn? **Educational psychology review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004. ISSN 1040-726X.
- KOGA, L.; SANTOS, M. D.; FOGANHOLO, C. **Experimento de Determinação do Coeficiente de Arrasto e Estabilidade do Paraquedas**. Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul. 2017
- LOYENS, S.; KIRSCHNER, P. A.; PAAS, F. Problem-based learning. In: (Ed.), 2010.
- SAAB-JR, J. Y. **Relatório Parcial de Progresso do High Altitude Balloon (HAB-IMT) Dinâmica de Voo e Sistema de Coleta de Amostras Atmosféricas**. Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul. 2017
- SATKUNAS, H.; SANTANA, J. L. Relatório de Ensaio DEA-RE-0403/17. São Caetano do Sul, 2017.
- ZHANG, Y.; LIU, D. Influences of initial launch conditions on flight performance of high altitude balloon ascending process. **Advances in Space Research**, v. 56, n. 4, p. 605-618, 2015/08/15/ 2015. ISSN 0273-1177. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273117715003245> >.

PROPOSAL OF A LEARNING SYSTEM FOR PHYSICAL EDUCATION USING WEBLAB

Abstract: *The aim of this work is to describe the project-based learning proposal applied in the high altitude balloon project - HAB-IMT. The balloon project was presented to students who were divided into teams of electronics, structure and parachute. Electronics students were responsible for the development of the telemetry system, tracking, pressure, temperature measurement, UVA, UVB, UVC measurement and the bacteria collection system. The study of the parachute was performed and presented by another group of students, which aimed to determine a characteristic drag coefficient and also the stability of a test. The material and shape of the experiment box were searched by the IMT students responsible for the structure.*

Key-words: *Project-Based Learning. High Altitude Balloon. Active Learning. PBL.*