



METODOLOGIA DISRUPTIVA E TRANSVERSAL PARA ENSINO SUPERIOR EM ENGENHARIA: FOGUETE SUSTENTÁVEL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4259

Everton Rangel Bispo - prof.evertonrangel@gmail.com
UNISUAM

Rafael ferreira da Costa Leite - prof_mat_aplicada@hotmail.com
UNISUAM

Marilyn Tamara Seguel Silva - marilyn.tamara@gmail.com
UNISUAM

Camila da Silva Marriel - camila.marriel@souunisuam.com.br
UNISUAM

George Gilberto Gomes Junior - george.junior@souunisuam.com.br
UNISUAM

Resumo: Nos dias atuais ainda há predominância do ensino tradicional, porém vários estudos, ao longo dos anos, tem mostrado como os métodos de aprendizagem que envolvem atividades práticas geram maior interação entre o aluno e o conteúdo aplicado. Com isso, este trabalho visa englobar ensino com experimento em campo com um material que tem gerado resíduo significativo na nossa sociedade, que é a garrafa Pet. A produção de garrafas Pet já saiu do controle, causando graves danos ao meio ambiente. Logo, se faz necessário uma educação ambiental constante para levar responsabilidade ao assunto. Visando essa consciência, será apresentado a construção de um foguete, pelos discentes da UNISUAM, englobando conteúdos de Física, Química e Cálculo do curso de Engenharia. Com isso o docente consegue avaliar vários conhecimentos. Desde o uso do conhecimento técnico para a construção do foguete e análise de seus resultados, avaliando também como essa equipe se comporta e administra as etapas a serem cumpridas. Além da reciclagem de um material que estaria em desuso.

Palavras-chave: foguete, reciclagem, engenharia

METODOLOGIA DISRUPTIVA E TRANSVERSAL PARA ENSINO SUPERIOR EM ENGENHARIA: FOGUETE SUSTENTÁVEL

1 INTRODUÇÃO

O projeto do foguete de garrafa PET proporciona uma atividade de montagem simples e atrativa, uma vez que utiliza conceitos de Física, Cálculo e Química. Nesta atividade de pesquisa, descreve-se a construção do foguete utilizando-se garrafas descartáveis de refrigerante (PET) de dois litros e a montagem de um sistema de propulsão que funciona a partir de uma reação química não inflamável com vinagre e bicarbonato de sódio. Mostra-se também alguns fatores que podem interferir na estabilidade do foguete durante seu lançamento e o voo propriamente dito, como por exemplo, uma ótima relação entre centro de massa e centro de pressão. Apresenta-se ainda, a teoria envolvida durante o lançamento mostrando a aplicabilidade de competências abordadas no Módulo 2 de Planejamento de Modelos do curso das Engenharias, tais como: a Mecânica dos Sólidos, utiliza-se as leis de Newton, Momento Linear, Centro de Massa, Centro de Gravidade, etc. Com uma montagem relativamente simples, porém cuidadosa, pode-se ter uma boa propulsão de lançamento e atingir alturas interessantes, aproximadamente entre 100 a 250 metros, utilizando os conceitos de integrais para os cálculos de área.

1.1 Metodologia

Nesta concepção, o desenvolvimento deste projeto a partir da construção de um foguete de garrafa PET tem como objetivo a demonstração de competências relacionadas no Módulo 2 de Planejamento de Modelos do curso de graduação das Engenharias integrando a Física com impulso, quantidade de movimento, leis de Newton, aceleração dos corpos, a Química, principalmente a parte referente a reações químicas e cálculos estequiométricos e cálculo com integrais de áreas. Os resultados práticos observados com os lançamentos e vôos são bastante interessantes, elucidando na prática a teoria estudada.

1.2 Resultado Esperado

Espera-se que os alunos consigam se posicionar como sujeitos ativos no processo de aprendizagem e desenvolvam as competências trabalhadas no módulo de planejamento de modelos, verificando as práticas de suas experiências teóricas e aprendendo a produzir de forma colaborativa com seus pares (PIAGET, 1974).

1.3 Objetivo Geral

Analisar e projetar um foguete feito de material reciclado, garrafa PET (OLIVEIRA, 2018) com a finalidade de desenvolver o senso socioeducativo e as habilidades de liderança e trabalho em equipe, além do aprofundamento e aplicações dos conceitos básicos de física, química e matemática (VEIGA, 2006).

1.3.1 Objetivo Específico

Por meio de uma implementação prática, ser capaz de:

- Identificar as características da engenharia envolvida na construção dos foguetes;
- Ler e interpretar dados de engenharia através dos conceitos desenvolvidos nas aulas.
- Conhecer aplicações práticas e avaliar méritos e deméritos desenvolvidos na prática da construção e lançamento de foguetes.

1.4 Distribuição das atividades

Conforme o apresentado no quadro 01, o mesmo apresenta a logística de distribuição de tarefas e demandas acadêmicas a serem cumpridas.

Quadro 01:

PARTICIPANTES
As atividades serão desenvolvidas em grupos de 5 à 6 alunos.
DURAÇÃO
40 h.
FORMA DE APRESENTAÇÃO
As equipes deverão atender os critérios descritos abaixo para compor a nota final do projeto: <ul style="list-style-type: none">• Construção do protótipo a partir dos materiais indicados;• Elaboração de um relatório, de modelo livre, contendo as memórias de cálculo dos seguintes dados:<ul style="list-style-type: none">• 1) Uso de vetores, leis de Newton, Conservação e dissipação de energia, centro de massa e momento de inércia.• 2) Conceitos de limite, derivação e integração, cálculo de área por integrais.• 3) Indicar a equação química balanceada e os cálculos estequiométricos para determinar as quantidades de reagentes necessárias para a obtenção do volume

de CO₂ (FELTRE, 1996) suficiente para encher o recipiente utilizado na construção do protótipo e gerar pressão suficiente para o lançamento.

- 4) Fazer um vídeo curto registrando, desta forma, o lançamento e o voo do protótipo.
- 5) A participação das equipes no Evento de Decolagem, não será obrigatório, e sim valendo horas complementares para os alunos presentes.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

- Entrega parcial 1 (relatório preliminar do projeto) = 10 pontos
- Entrega parcial 2 (lançamento do foguete para alcance igual ou superior a 30 metros) = 20 pontos
- Apresentação do relatório finalizado no dia do lançamento = 20 pontos

Total: 50 pontos

2. DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

2.1 Ambientação (semanas 1 e 2) - FASE 1

1. Ambientação

Apresentação da proposta e das premissas do projeto

2. Divisão dos grupos
3. Apresentação de ferramentas de suporte ao projeto

2.2 Fase 1: Processo de estruturação e início de modelagem dos protótipos (semanas 3, 4, 5 e 6) - FASE 1

- Pesquisa para desenvolvimentos dos modelos de foguetes

2.3 Fase 2: Processo de execução do modelo e sustentabilidade do protótipo (semanas 7, 8, 9 e 10) - FASE 1

- Estudos sobre materiais e engenharia de lançamento
- Entrega do relatório preliminar do projeto

2.4 Fase 3: Lançamentos dos foguetes (semanas 11, 12 e 13) - FASE 2

- Testagem dos modelos construídos, com as gravações de seus lançamentos caseiros para fins de testes
- Lançamento para fins de competição entre os modelos criados pelas equipes para uma construção de pensamentos e ideias do que possivelmente possa ter que modificado para os foguetes que não fizeram lançamentos de destaques.

2.5 Fase 4: Fechamento dos relatórios (semanas 14, 15 e 16)

- Entrega do relatório final do projeto, contendo os acertos, erros e dificuldades encontradas, com os possíveis ajustes que tiveram que ser realizados.

3. JUSTIFICATIVA

A Engenharia é uma área de estudo que tem grande importância para o desenvolvimento da sociedade e no desenvolvimento técnico científico, pois é responsável por criar soluções para problemas cotidianos, tais como a construção de prédios, pontes, estradas e até mesmo foguetes. Através do ensino de Engenharia, é possível capacitar os estudantes a desenvolverem habilidades técnicas e criativas para criar soluções inovadoras (ABDALA,2018).

Nesse contexto, o ensino de Engenharia aplicado à didática e metodologia de aprendizado na construção de um foguete produzido com garrafa PET(OLIVEIRA ,2018), e materiais recicláveis, pode ser uma ótima oportunidade para incentivar a aprendizagem das disciplinas de Cálculo, Química e Física, além do ASG (Ambiental, Social e Governança) no ciclo básico das Engenharias, no ensino superior. A metodologia de aprendizagem ativa, com o uso de tecnologias e materiais concretos, contribuem para uma maior compreensão e fixação dos conceitos estudados (BORDINHÃO, 2015).

A construção do foguete envolve o trabalho em equipe, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades de colaboração, comunicação e liderança, tão necessárias no mercado de trabalho (VEIGA, 2006). Além disso, a utilização de materiais recicláveis também promove a sustentabilidade ambiental e a conscientização dos estudantes sobre a importância da preservação do meio ambiente (RIBEIRO, 2016).

Durante a construção do foguete, os estudantes precisam aplicar conceitos de matemática executando cálculos em expressões de fórmulas físicas e químicas. Conceitos de física com a terceira lei de Newton, a cada ação tem-se uma reação de intensidade igual e sentidos opostos (HALLIDAY, 1991).

A força motriz dos foguetes é chamada de empuxo. Essa força é obtida quando o combustível dos foguetes entra em combustão e é forçado a sair por um pequeno bocal na parte inferior do foguete, direcionando a força de reação da direção vertical e soma de vetores para que se escolha a direção em que o foguete irá alcançar a maior altitude (STEWART,2006).

Além de conceitos de química, com a reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio (MELLO, 2018):

Reagentes: CH_3COOH - Ácido acético (Vinagre) e NaHCO_3 - Bicarbonato de sódio;

Produtos: CH_3COONa - Acetato de sódio e H_2CO_3 - Ácido carbônico.

Provocando a entalpia e a reação endotérmica.

Para garantir que o foguete atinja a maior altitude possível. Para Silva (2014), a aplicação desses conceitos na prática, de forma lúdica e criativa, contribui para uma maior compreensão e fixação dos mesmos, além de desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de solucionar problemas.

Além disso, a construção do foguete pode ser utilizada como uma atividade interdisciplinar, envolvendo além das disciplinas já listadas anteriormente, a Informática com seus softwares de simulação de voo para testar diferentes configurações do foguete(OLIVEIRA, 2018).

Em resumo, Segundo Oliveira (2018) o ensino de Engenharia aplicado à metodologia de aprendizado na construção de um foguete, construído com garrafa PET e materiais recicláveis é uma excelente oportunidade para incentivar a aprendizagem das disciplinas de Cálculo, Química e Física no ciclo básico das Engenharias no ensino superior. A utilização de metodologias ativas, com a aplicação de conceitos na prática, contribui para uma maior compreensão e fixação dos mesmos. Além de desenvolver habilidades técnicas e criativas, tão importantes para o mercado de trabalho (SILVA, 2014).

4. RESULTADOS

O uso de materiais recicláveis na construção de foguetes tem se tornado cada vez mais comum, e a garrafa PET é um dos materiais mais utilizados para essa finalidade. Essa técnica é uma forma criativa e econômica, além de diminuir a quantidade de resíduos plásticos no planeta e desenvolver habilidades como trabalho em equipe, liderança e divisão de tarefas (BRITO,2012).

Em um estudo realizado, foi possível perceber a eficácia desse método no ensino de conceitos básicos da engenharia, além de trabalhar a capacidade de planejamento e execução de projetos em equipe. Os autores destacam que a construção de foguetes com materiais recicláveis é uma atividade prática que envolve a experimentação e a resolução de problemas, tornando o aprendizado mais significativo e motivador.

Além disso, o trabalho em equipe é uma habilidade fundamental para o sucesso na construção de foguetes feitos com garrafas PET e materiais descartáveis (OLIVEIRA,2018). Os grupos passam por quatro estágios de desenvolvimento: formação, tormenta, normalização e desempenho. Durante esses estágios, os membros do grupo precisam aprender a trabalhar juntos, respeitar as diferenças e competências individuais, e dividir tarefas de acordo com as habilidades de cada um (VEIGA, 2006).

O desenvolvimento da liderança também é uma habilidade importante no contexto da construção de foguetes. Liderança é a capacidade de influenciar pessoas em direção a um objetivo comum. No contexto da construção de foguetes, o líder da equipe precisa ser

capaz de coordenar as atividades, delegar tarefas e motivar os membros do grupo a alcançar os objetivos do projeto (BRITO, 2012).

Em suma, a construção de foguetes com garrafas PET e materiais descartáveis é uma atividade prática e eficaz para o ensino de conceitos de física e engenharia(OLIVEIRA, 2018 e ABDALA, 2019), além de desenvolver habilidades como trabalho em equipe, liderança e divisão de tarefas (BRITO, 2012). Os estudantes têm a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos em sala de aula de forma criativa e inovadora, e de desenvolver habilidades que serão úteis em suas vidas pessoais e profissionais.

4.1 Entrega e lançamento dos foguetes

No dia dos lançamentos, que foram feitos no campo de futebol do Centro Poliesportivo Miéssimo da Silva (figura 01), localizado em Campo Grande no Rio de Janeiro e em paralelo também ocorrendo no espaço de recreação ao lado da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (figura 02), a equipe de professores compostas por múltiplas disciplinas do ensino básico das Engenharias (figura 03) se dividiu nestas unidades para melhor organização, sendo um total de 82 discentes envolvidos e 12 docentes, sendo 8 na Unidade de Campo Grande e 4 na unidade UFRJ.

Figura 01: Fotos da preparação e lançamentos em Campo Grande, RJ.



Fonte: Autores

Figura 02: Fotos da preparação e lançamentos na UFRJ.



Fonte: Autores

Figura 03: Fotos da equipe de Docentes e Discentes



Fonte: Autores

4.2. Resultados alcançados e premiação

O projeto do foguete sustentável gerou os resultados esperados. Feitos com garrafas PET e o uso de reação química não inflamável com vinagre e bicarbonato de sódio, apresentaram efeitos aerodinâmicos (SANTOS, 2020). O objetivo alcançado foi de integrar as competências relacionadas no módulo de Planejamento de Modelos do curso

de graduação das Engenharias, com destaque para a aplicabilidade de competências em Mecânica dos Sólidos, leis de Newton, Momento Linear, Centro de Massa, Centro de Gravidade e cálculos com integrais para o cálculo de áreas, os quais foram apresentados por todas as equipes (HALLIDAY, 1991 e STEWART, 2006). O resultado esperado com os alunos no desenvolvimento e experimentação de suas habilidades de liderança e trabalho em equipe, aprofundamento e aplicações dos conceitos básicos de física, química e matemática, além de senso socioeducativo evoluiu se apresentando subjetivamente e qualitativamente nos períodos subsequentes e se repetidos para os novos lançamentos. A importância sócio-ambiental é o incentivo à reutilização de materiais, a educação para sustentabilidade e a promoção da cultura maker (RIBEIRO, 2016). O resultado esperado pelos Docentes também foi alcançado, quanto aos alunos, pois os mesmos se posicionam como sujeitos ativos no processo de aprendizagem e desenvolveram as competências trabalhadas no projeto, assim como as habilidades socioemocionais importantes para sua formação integral.

5. CONCLUSÃO

Percebe-se que cada dia mais torna-se necessário explicar de forma prática os conceitos aplicados na área da engenharia, para tornar mais eficaz o ensino, e contribuir de forma positiva com os conteúdos lecionados.

Com a prática do foguete, nota-se que foi possível adicionar ao projeto três disciplinas diferentes (cálculo, física e química) envolvendo diferentes conteúdos, e um objetivo comum, fazer com que o foguete alcance a maior altura possível, tornando a forma lúdica bem atrativa e interessante para os alunos. Facilitando assim, a aprendizagem dos conteúdos requeridos nas respectivas áreas de ensino.

REFERÊNCIAS

ABDALA, M. R. W. S. A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2. Atena Editora. Ponta Grossa, 2019.

BRITO, Ediane Torres. Liderança e a sua interferência no trabalho em equipe nas organizações. IX Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. Tema: Gestão, inovação e tecnologia para a sustentabilidade. UFMT. Mato Grosso, 2012.

BORDINHÃO, Jacqueline Pintor, SILVA, Elias do Nascimento. O uso dos materiais didáticos como instrumentos estratégicos ao ensino-aprendizagem. Mato Grosso, 2015

FELTRE, Ricardo - "Fundamentos da Química", Volume único, ed. Moderna, 1996.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física – Volume 1 6ª edição, LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1991.

MANCINI, S. D.; Frattini, e Zanin, M. Reciclagem de PET Advindo de Garrafas de Refrigerante Pós-Consumo. Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, SP, 1998.

PIAGET, J. Para onde vai a educação. 15 ed. Tradução. Rio de Janeiro, 1974.

OLIVEIRA, Marco Antonio Sodré. Os aspectos físicos e matemáticos do lançamento do foguete de garrafa pet. Trabalho de conclusão de curso. Brasília, 2018.

RIBEIRO, Mônica Gisele dos Santos. Responsabilidade Ambiental: A importância da reciclagem e reutilização da garrafa PET. Revista científica eletrônica de ciências aplicadas da FAIT. n.2. Novembro. Itapeva, 2016.

SANTOS, Évany Silva et al. Trabalhando os conceitos de reações químicas a partir de experimentos de baixo custo. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Campina Grande, 2020.

SILVA, Silvia Mara da et al. A visão dos discentes quanto as aulas experimentais em ciências. XVI Seminário Internacional de Educação Mercosul. Universidade Cruz Alta, RS, 2014.

STEWART, James. Cálculo - Volume 1, 5ª Edição. São Paulo, 2006.

VEIGA, I.P.A. Técnicas de ensino: novos tempos, novas configurações. Papirus Editora, 2006.

MELLO, Regina Maria Queiroz et al. Roteiro de experimentos de química. UFPR. Notas de Aula. 2018.

INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF MANUSCRIPTS TO THE SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE 51º BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING EDUCATION AND VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATION IN ENGINEERING – COBENGE 2023

Abstract: Nowadays there is still a predominance of traditional teaching, but several studies, over the years have shown how the learning methods that involve practical activities generate greater interaction between the student and the applied content.

This work aims to encompass teaching with a field experiment with a material that has a significant residue in our society, which is the plastic “pet” bottle. The production of plastic bottles has already gotten out of control, causing serious damage to the environment. Therefore, a constant environmental education is necessary to bring responsibility to the subject. Aiming at this awareness, the construction of a rocket will be presented by UNISUAM students, encompassing contents of Physics, Chemistry and Calculus of the Engineering course. With that being said, the teacher can assess to better knowledge. From the use of technical knowledge for the construction of the rocket to the analysis of its



results, also evaluating how this team behaves and manages the steps to be fulfilled. In addition, recycling a material that would be in disuse.

keywords: *rocket, recycling, engineering*