

AUTOMAÇÃO DE UMA BASE LANÇADORA DE FOGUETES COM PROPULSÃO HIDROSTÁTICA PARA PARTICIPAÇÃO EM OLIMPIADAS

Guilherme Daiki Yukimitsu¹, Yasmin Souza Lima², Clewton Luis Ferreira da Fonseca³, Edson Anísio Duarte⁴

¹ 3º ano do Ensino Médio integrado a Eletrônica, Bolsista IFSP, IFSP, Campus Campinas, guidaiyukimitsu@gmail.com.

² 2º ano do Ensino Médio integrado a Informática, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Campinas, souzasmimi@gmail.com

³ Orientador do projeto, Professor EBTT, IFSP, Campus Campinas, clewton.luis@gmail.com

⁴ Coordenador do projeto, Professor EBTT, IFSP, Campus Campinas, edsonduar@gmail.com

Área de Conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.05.02-5 Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais.

RESUMO: Os conteúdos da Física que formam a base da astronomia e da astronáutica compõem o imaginário de vários jovens estudantes e contém, nesta área do conhecimento, um importante enlace entre o aprendizado lúdico, o instrumental e o teórico. O projeto de lançar foguetes de garrafa PET a partir da pressão d'água constitui em uma forma divertida de adquirir e materializar conceitos de física e matemática. A proposta deste projeto é desenvolver uma base com propulsão automatizada de lançamento de foguetes de garrafa PET com regulagem de pressão e ângulo a partir de um aplicativo de celular e fazer o cálculo da altura e distância máxima do lançamento a partir de um algoritmo embarcado no microcontrolador Arduíno e também desenvolver um canal de interação ao público com banco de dados. O sistema que impulsiona os foguetes é formado por uma junção de tubos propagadores de pressão hidrostática, sensores de pressão e ângulo, motores elétricos, compressores e um microcontrolador para automatizar o sistema. Esta atividade prática poderá constituir um laboratório para ensino de física e matemática para estudantes do ensino médio e fundamental, exemplificando conceitos de cinemática, dinâmica, modelagem (caso específico da matemática) e de trajetórias, sendo assim, interdisciplinar em sua concepção.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Lúdico; Foguete; Automação; Física; Engenharia.

AUTOMATION OF A ROCKET LAUNCHER BASE WITH HYDROSTATIC PROPULSION FOR PARTICIPATION IN THE OLYMPICS

ABSTRACT: The contents of Physics that form the basis of astronomy and astronautics make up the imaginary of several young students and contain, in this area of knowledge, an important link between ludic learning, instrumental and theoretical. The project of launching PET bottle rockets from water pressure is a fun way to acquire and materialize concepts of physics and mathematics. The proposal of this project is to develop a base with automated propulsion of PET bottle rockets launching with pressure and angle regulation from a cellular application and to calculate the maximum height and distance of the launching from an algorithm embedded in the Arduíno microcontroller and also to develop a public interaction channel with a database. The system that drives the rockets is formed by a junction of hydrostatic pressure propagator tubes, pressure and angle sensors, electric motors, compressors and a microcontroller to automate the system. This practical activity can constitute a laboratory for teaching physics and mathematics to high school and elementary school students, exemplifying concepts of kinematics, dynamics, modeling (specific case of mathematics) and trajectories, thus being interdisciplinary in its conception.

KEYWORDS: Recreational Teaching; Rocket; Automation; Physics; Engineering.

INTRODUÇÃO

De acordo com os dados do Ministério da Educação no Brasil existem 151.594 escolas públicas, dentre estas escolas apenas uma pequena parcela utiliza kits didáticos para melhor experiência do aluno em sala de aula. Relatos de clientes dos fornecedores de kits dizem que os kits trouxeram mais praticidade e didática para as aulas além de melhorar o desempenho dos alunos em sala de aula, ou seja, esses kits permitem que a aula seja mais dinâmica e lúdica tendo o aluno fazendo a experiência e a entendendo com o auxílio do professor.

Estas tecnologias educacionais que auxiliam os profissionais da educação no processo ensino e aprendizagem, não são presentes na vida escolar, devido ao descaso com a educação em nível fundamental e médio em nosso país. Os profissionais desse setor não possuem o reconhecimento que merecem e, a todo instante, a mídia fornece material de questionamento sobre as intenções das autoridades no fortalecimento do ensino básico, mostrando, inúmeras vezes o sucateamento das escolas.

Dentro deste contexto estrutural no processo de aprendizagem, as componentes curriculares pertinentes às ciências da natureza e exatas, cunhadas em tópicos mais abstratos e teóricos aliados a uma necessidade altamente técnica e instrumental do conhecimento matemático, acabam tendo sua abordagem prejudicada.

A proposta principal deste projeto é apresentar de forma mais lúdica algumas atividades de sala de aula na prática e conseqüentemente o aumento da absorção do conhecimento de algum conceito, com o desenvolvimento de uma base lançadora de foguetes com propulsão hidrostática.

Além disso, a adolescência tem sido considerada uma fase crítica para a motivação escolar, mostrando a necessidade de práticas inovadoras para o aprendizado no nível do ensino médio.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste projeto vislumbra abranger, além da sua respectiva instrumentação e automação, suas possíveis aplicações ao ensino de ciências.

Dentro desta perspectiva, diversas áreas do conhecimento podem ser contempladas nesse projeto. O lançamento de um foguete pode conferir aos estudantes envolvidos conhecimentos essenciais de:

- 1) Matemática: as equações de trajetórias são baseadas em parábolas e funções do 2º grau, além de conceitos básicos de geometria.
- 2) Química: dependendo do sistema de propulsão pode-se aprender sobre reações químicas que envolvem princípios da termodinâmica e estudo dos gases.
- 3) Física: desenvolve noções sobre equações de trajetória e sobre as funções horárias da cinemática através da composição de movimentos, nesse caso o lançamento oblíquo. Estimula a aplicação dos conceitos da dinâmica newtoniana, uma vez que utiliza na propulsão o estudo da força resultante e o teorema do Impulso e Quantidade de Movimento. Além disso, ao longo da trajetória pode-se aprofundar a análise com o estudo da dinâmica de sistemas de massas variáveis e conservação da quantidade de movimento e, ao estudar diferentes sistemas de propulsão, os estudantes desenvolvem conhecimentos de hidrostática, estudo dos gases e termodinâmica.
- 4) Projeto integrador: durante a montagem e os testes, os estudantes podem aplicar o método científico. Com essas montagens e os lançamentos, ao questionar, criar hipóteses, medir as grandezas envolvidas e analisar dados e resultados, pode-se introduzir conhecimentos estatísticos, tratamento de dados e erros.
- 5) Eletrônica: Desenvolvimento de hardware de eletrônica digital e analógica. Desenvolver a programação de microcontroladores. Realizar a integração do software com o hardware.
- 6) Informática: Desenvolvimento de Banco de dados, construção de páginas e implementação de linguagens de programação.

No decorrer da automação e dos estudos para a execução deste projeto foi necessária a apropriação de diversos conceitos da Mecânica Newtoniana e de Eletrônica.

Em Cinemática, foi estudado o Lançamento Oblíquo, cuja decomposição e análise das funções horárias das componentes horizontal e vertical do movimento levam à previsão teórica da distância horizontal percorrida pelo protótipo até seu retorno ao nível do lançamento, conhecida com alcance A. Essa grandeza mensurável pode ser calculada, desprezando-se a resistência do ar, em função do ângulo de lançamento θ e da velocidade de lançamento V_0 (g é a aceleração da gravidade local):

$$A = V_0^2 \cdot \text{sen}(2 \cdot \theta) / g, \quad (1)$$

A partir da Segunda Lei de Newton ou do Teorema do Impulso pode-se obter o cálculo de previsão teórica da velocidade de lançamento V_0 .

Seja a equação da força resultante:

$$F = m \cdot a \quad (2)$$

$$F = m \cdot \Delta v / \Delta t \quad (3)$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot (V_f - V_i) \quad (4)$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot V_f - m \cdot V_i \quad (5)$$

Dessa forma, como sabemos que:

$$I = F \cdot \Delta t \quad (6)$$

$$Q = m \cdot V \quad (7)$$

Mais umas substituições e temos:

$$Q_i = m \cdot V_i \quad (8)$$

$$Q_f = m \cdot V_f \quad (9)$$

Logo, ao fazer as substituições pode-se dizer que:

$$I = Q_f - Q_i = \Delta Q \quad (10)$$

Assim, o desenvolvimento do modelo teórico para o cálculo da velocidade de lançamento (V_o , que corresponde a velocidade final “ V_f ” do intervalo de tempo de propulsão “ Δt ”) passa, necessariamente pelo conhecimento das forças que atuam sobre o protótipo durante o curto intervalo de tempo do Impulso. A Força da propulsão (F_p) é a força resultante entre a força E (força devido a pressão hidrostática atuando na área de ejeção da água) com a componente do peso P na direção tangente ao lançamento ($P \cdot \text{sen}\theta$), dessa forma, podemos aplicar o teorema do impulso:

$$I = F_p \cdot \Delta t = (E - P \cdot \text{sen}\theta) \cdot \Delta t = m \cdot V_f, \quad (11)$$

onde o foguete está inicialmente em repouso e V_f é a velocidade final da propulsão que corresponde à velocidade inicial da trajetória do protótipo na equação 1.

Com o intuito de inferir a velocidade de lançamento V_o do protótipo, adentrou-se a Dinâmica, onde os conceitos da Segunda lei de Newton, do Impulso de uma Força e da Quantidade de Movimento de um corpo foram as ferramentas adequadas para essa finalidade. Assim, chegou-se na equação 11 onde é possível saber a velocidade inicial de lançamento.

Para desenvolver o protótipo inicialmente foi elaborado o diagrama de blocos, mostrado na figura 1, que serve para o melhor entendimento do funcionamento do dispositivo que será explicado a seguir:

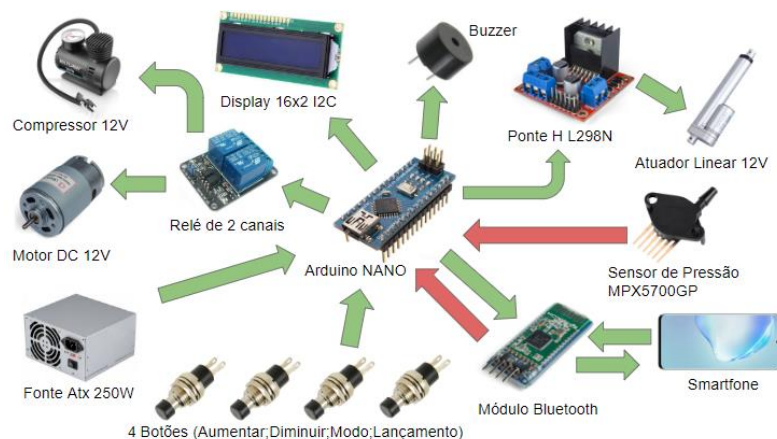


FIGURA 1. Diagrama de Blocos.

Sempre que os botões forem acionados ou se tiver o acionamento por meio do aplicativo de celular, desenvolvido no MIT APP Inventor, o microcontrolador irá atualizar o valor desejado de ângulo e pressão de disparo. O sensor de pressão faz a medição e envia os dados para o microcontrolador Arduino, que irá processar os dados e enviar a informação atualizada para o display que mostrará o valor da pressão. Para a medição do ângulo foi adaptado um sensor de nível de combustível na base lançadora que faz a medição do ângulo e envia o sinal elétrico para a entrada analógica do microcontrolador.

Com o acionamento do botão disparo ou a partir de comandos pelo celular, o microcontrolador aciona o motor linear, posicionando a rampa no ângulo desejado, o compressor é acionado para que a câmara de lançamento seja pressurizada até a pressão desejada, e esta pressão é monitorada pelo sensor de pressão que ao ser processado pelo microcontrolador irá acionar o disparo do foguete.

O microcontrolador escolhido foi o Arduino que utiliza a linguagem de C ou C++ e o ambiente de programação é o Arduino IDE. No projeto, foi elaborada duas programações, uma no Arduino (para fazer a automação) e a outra no site MIT App Inventor (para movimentar a base com o celular). O algoritmo desenvolvido permite que o microcontrolador receba as informações do sensor de pressão, acione o motor e atualize as informações no display.

O esquema elétrico pode ser visto na figura 2 e tem a função de mostrar as ligações elétricas presentes entre os componentes do circuito.

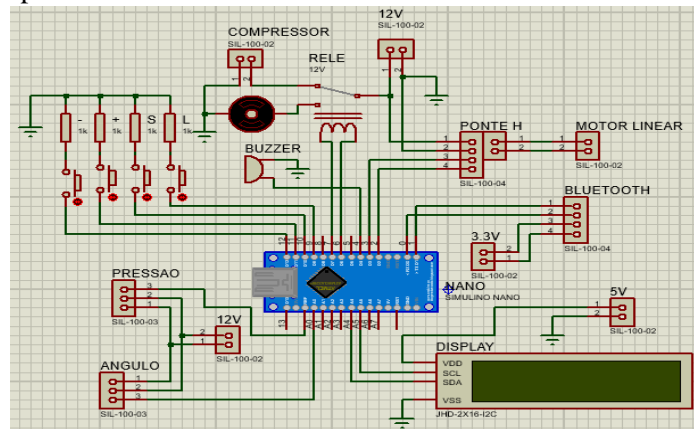


FIGURA 2. Esquema Elétrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado esperado é um equipamento que seja capaz de realizar o lançamento de foguetes pressurizados com ar comprimido de forma automática e fazer o controle da pressão e ângulo de lançamento a partir de um aplicativo de celular. Na figura 3, mostra a base lançadora e na figura 4, mostra o aplicativo feito no MIT APP Inventor.



FIGURA 3. Base com o foguete.

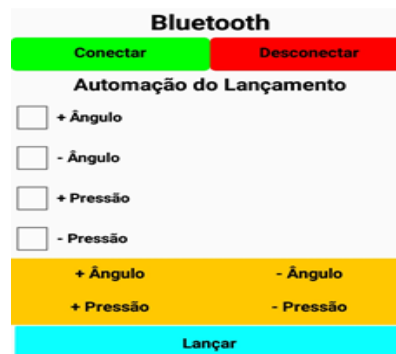


FIGURA 4. Tela do aplicativo desenvolvido no App Inventor.

O protótipo está operacional e integrado com sistema eletromecânico. Com a sua utilização dentro da escola espera-se que seja uma ferramenta para estimular os alunos ingressantes no IFSP a participar em eventos de Olimpíadas e de feiras de Ciências e Engenharia, bem como a mobilização dos alunos da escola para participação de uma competição interna de lançamento de foguetes.

Com esta metodologia, espera-se maior absorção dos conhecimentos teóricos com a efetivação desta prática integradora e multidisciplinar. O diferencial do projeto é utilizar componentes comerciais de baixo custo que irão resolver um problema real que atinge boa parte das escolas públicas do país. Com um equipamento portátil e de baixo custo este projeto tem capacidade de inovação e empreendedorismo.

Para entender um pouco mais sobre o projeto, está disponível para acessar dois links, um tem a explicação do objetivo e seu funcionamento e o outro mostra o lançamento de um foguete.

Link 1 (Apresentação do Projeto): <https://www.youtube.com/watch?v=Ix4pJB8SSI4>

Link 2 (Lançamento Teste do Foguete): <https://www.youtube.com/watch?v=Sf4RVROa5T4>

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o projeto teve resultados satisfatórios alcançando os objetivos iniciais previstos. Também foi verificado que o projeto tem potencial para realizar trabalhos lúdicos com os alunos da escola e de outras escolas, por exemplo em um campeonato de lançamento de foguetes onde os alunos podem ter mais interação com a Física.

Para o aprendizado foi um avanço do conteúdo que foi estudado (ainda mais na quarentena) que veio a agregar mais ainda conhecimentos de Física, eletrônica, programação e criação de banco de dados.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo pelo auxílio gerado através da bolsa de pesquisa cedida para o desenvolvimento do projeto. Este projeto teve uma bolsa concedida através do Edital nº 008/2020-CMP-IFSP e do Edital nº 195/2019-PIBIFSP-AF, possibilitando o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- Arruda, S. M. (2001). **Entre a inércia e a busca: reflexões sobre a formação em serviço de professores de física do ensino médio**. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Acesso em: 16 mar. 2020
- Boekaerts, M. (2003). **Adolescence in dutch culture: A self regulative perspective**. Em F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *International Perspectives on Adolescence* (pp. 99-122). Greenwich, Conn.: Information Age Publishing. Acesso em: 16 mar. 2020
- Bzuneck, J. A., & Boruchovitch, E. (2003). **Adolescence and education: contemporary trends in brazilian research**. Em F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *International Perspectives on Adolescence* (pp. 215-236). Greenwich: Information Age Publishing. Acesso em: 16 mar. 2020
- CENSO ESCOLAR. **Mapa da coleta - Censo Escolar 2019**. Disponível em: <https://inepdata.inep.gov.br/analytics/saw.dll?Dashboard&portalPath=%2fshared%2fCenso%20da%20Educa%20a7%20a3o%20B%20a1sica%20portal%2fSitua%20a7%20a3o%20do%20Aluno> Acesso em 24 abr. 2020
- CONSERVAÇÃO DO MOMENTO. **Capítulo 8**. Disponível em: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~silvia/aulas/transparencias/Cap8.pdf> Acesso em 17/05/2020
- GOYA, Alcides; BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini. Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender física. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 12, n. 1, p. 51-67, 2008. Acesso em 15 mar. 2020
- Legault, L., Green-Demers, I., & Pelletier, L. (2006). **Why do high school students lack motivation in the classroom? toward an understanding of academic a motivation and the role of social support**. *Journal of Educational Psychology*, 98, 567-582. Acesso em: 16 mar. 2020
- OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. **11ª Aula - Vetores (I)**. Disponível em: https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2019/04/cursos-do-blog-mecanica_15.html Acesso em 11 mai. 2020
- OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. **12ª Aula - Vetores (II)**. Disponível em: https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2019/04/cursos-do-blog-mecanica_22.html Acesso em 11 mai. 2020
- OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. **33ª Aula - Impulso e Quantidade de Movimento**. Disponível em: https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2019/10/cursos-do-blog-mecanica_28.html Acesso em 12 mai. 2020
- OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA. **34ª Aula - Teorema do Impulso**. Disponível em: <https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2019/11/cursos-do-blog-mecanica.html> Acesso em 13 mai. 2020
- PLANO INCLINADO. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/plano-inclinado/> Acesso em 16 mai. 2020
- TRABALHO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS. **Movimento de Projéteis**. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~rmiranda/wordpress/wp-content/uploads/2015/12/MovProjeteis.pdf> Acesso em 17 mai. 2020