

## ESTUDO DA CINEMÁTICA COM PROPULSÃO DE PRESSÃO D'ÁGUA

Harrison Felipe Sanches Machado<sup>1</sup>Mauricio Matos Bomfim<sup>2</sup>Pedro Leite Barbieri<sup>3</sup>Rodrigo Ferreira Rodrigues<sup>4</sup>

**Resumo:** O presente trabalho configura-se como um relato de experiência de uma atividade realizada com os primeiros anos do ensino médio da EEEFM Maracanã, “Lançamento de foguete de pet a base de água”, com o intuito de tornar a teoria abordada mais significativa através da prática. O objetivo de tal atividade é uma abordagem mais lúdica e significativa da Física. A partir dessa atividade foram analisadas grandezas relacionadas à tais como tempo, alcance máximo, velocidade. Pode-se notar que os alunos mostram-se empolgados, concentrados e curiosos com tal atividade em relação à disciplina. Um questionário foi aplicado para avaliar o aprendizado e os alunos não apresentaram grandes dificuldades na resolução dos problemas matemáticos. A atividade foi realizada ao ar livre e superou as expectativas anteriormente definidas.

**Palavras-chave:** foguete; mecânica, lançamento.

## 1. Introdução

A experimentação sempre andou lado a lado com a Física. Desde os seus princípios, a busca por resultados que pudessem ser visto na prática de equações enormes, ou simples discussões sempre fascinaram todos os grandes físicos. Todavia, aplicar tal conhecimento teórico não é tão simples assim, muitas vezes os resultados não aparecem, ocorrem erros e a absorção das idéias acaba sendo algo de demasiada dificuldade.

Foi seguindo essa linha de Física lado a lado com a experimentação que iniciamos toda a base para a execução do experimento de lançamentos de foguetes de garrafa pet, realizado na escola EEEFM Maracanã. Nós pibidiamos, buscamos uma forma de mostrar para os alunos que aquilo que está no quadro faz parte do seu cotidiano e que existe um mundo de infinitas aplicações para aquelas contas e assuntos, muitas vezes, em sua maioria, considerada sem sentido. Com o principal objetivo de absorção e incentivação de novas idéias, deixando para segundo plano a avaliação quantitativa, a experimentação foi realizada segundo os moldes da física experimental, ocorreram erros, falhas, paciência, e no final, sucesso e aprendizado.

Portanto, o experimento para nós teve por finalidade a absorção de idéias discutidas com os discentes na sala de aula, não com expectativas de ver um novo Eisten ou um *Eureka, Eureka!* como Arquimedes (Siracusa, 287 a.C. – 212 a.C.) tenha feito, mas sim, com expectativas de ver um aprendizado fixado de forma simples e bem sucedida para que o aluno possa refletir

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Física / Ifes / [harrison.sanches@hotmail.com](mailto:harrison.sanches@hotmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Física / Ifes / [mauriciomatosbomfim@hotmail.com](mailto:mauriciomatosbomfim@hotmail.com)

<sup>3</sup> Coordenador de Subprojeto Física-Cariacica/ Instituto Federal do Espírito santo/[pedro.leite@ifes.edu.br](mailto:pedro.leite@ifes.edu.br)

<sup>4</sup> Colaborador PIBID Física-Cariacica/ Instituto Federal do Espírito santo/[rodrigo.rodrigues@ifes.edu.br](mailto:rodrigo.rodrigues@ifes.edu.br)

### III Jornada de Iniciação à Docência

sobre o que ele aprendeu em sala de aula, mudando suas concepções e melhorando sua dedicação nos estudos, como será descrito no decorrer deste artigo.

## 2. Desenvolvimento da atividade e sua execução

Ao se iniciar o período letivo deu-se início aos conteúdos programáticos de acordo com o currículo da Secretaria Estadual de Educação (SEDU) que, no caso da primeira série do ensino médio, se inicia o estudo da física com o seguinte tema: Cinemática, estudo do movimento, abordada de forma qualitativa.

No decorrer da exposição do conteúdo, a dificuldade de abstração dos discentes em relação ao conteúdo ficou explícita. Com esse diagnóstico foram discutidas estratégias para tornar o tema mais conciso e significativo em sala de aula. Nessas discussões consideramos que uma atividade prática seria de grande benefício para a assimilação do conteúdo, já que os alunos poderiam ter uma noção de aplicação da matéria dada e, juntamente com essa aplicação, desenvolveriam sua capacidade de confecção de experimentos. Portanto, nesse sentido, a confecção de um foguete surgiu como uma excelente alternativa por abranger uma grande parcela de conteúdo curricular, que nesse caso referia-se ao estudo da cinemática.

As abordagens mais tradicionais precisariam evitar “experiências” que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno. É tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos similares. Além disso, podem também envolver desafios, estimulando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (PCN- Ensino Médio, Física).

Após toda a análise, diagnóstico e proposta de solução, deu-se início aos procedimentos para a execução da atividade. Foram necessários à base de lançamento, que foi cedida pela professora, e os foguetes, que foram confeccionados pelos alunos com a supervisão dos pibidianos. Os lançamentos foram realizados em uma área livre na quadra da escola de uso poliesportivo, com todas as turmas de primeiros anos no decorrer de uma semana. Durante os lançamentos era necessária a observação e anotação de alguns critérios discutidos em sala de aula tais como: tempo de subida, de descida, a obtenção da altura máxima etc. A partir dos critérios avaliativos discutidos previamente nas reuniões, foram realizadas as atividades dos lançamentos dos foguetes. Por ser uma atividade avaliativa, isso fez com que os alunos contribuíssem com maior empenho na construção do foguete.

Como toda realização de experimentos está sujeito a falhas, nós pibidianos da escola Maracanã tivemos alguns empecilhos para as realizações dos lançamentos. Na data da atividade, foi preciso adiar a mesma, pois no primeiro dia as condições meteorológicas não eram favoráveis e trariam certa dificuldade na hora dos lançamentos. Ressaltamos também que a área não é coberta, logo qualquer tempo instável inviabilizaria a atividade. No segundo dia a base de lançamento apresentou defeitos e teve de passar por reparos. No terceiro dia a bomba de ar apresentou defeitos após uma grande quantidade de foguetes já haver sido lançada com sucesso. Finalmente no quarto dia os lançamentos ocorreram sem problemas. Os lançamentos cumpriram e superaram seus objetivos previamente traçados e os alunos puderam ter uma nova visão da física, onde puderam sair do

### III Jornada de Iniciação à Docência

mundo do “papel, caneta e contas” e puderam vir para o mundo da aplicação, discussão e experimentação. Após a realização desse experimento, os alunos se mostraram mais aplicados nas atividades que foram propostas para desenvolvimento futuro, facilitando ainda mais a absorção e discussão dos assuntos.

### 3. Características Gerais do experimento:

O experimento consiste de um dispositivo que funciona a partir da pressão exercida pelo ar no interior da garrafa contendo água. Quando a pressão atinge seu ponto máximo a água é expelida e com isso o foguete ganha propulsão e inicia o processo de subida, o qual é mantido enquanto ainda há água sendo expelida.

No que diz respeito à base de lançamento, a mesma foi cedida pela professora que a confeccionou para uso próprio e acadêmico, ou seja, não tivemos participação na confecção da mesma.

Essa atividade foi de grande auxílio aos alunos, por tornar mais lúdico o aprendizado da física, uma vez que os estudantes costumam tomar como algo sem sentido e sem significado prático. Como ponto positivo pode-se citar o empenho desses alunos na realização da atividade, o formamento da curiosidade acerca dos conceitos envolvidos, aprofundamento questionamentos diversos e pertinentes à atividade e o desejo de realizar mais atividades experimentais. Deve-se salientar que a equipe EEEFM Maracanã foi totalmente atuante para que a atividade fosse realizada em sua maximidade, bem como o Ifes também o fez.

### Imagens:



Figura 1 Professora supervisora e pibidiano preparando a base para o lançamento.

### III Jornada de Iniciação à Docência



Figura 2 Aluno preparando o foguete para ser lançado.



Figura 3 Foguete pronto para ser lançado

#### 4. Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), à Secretaria da Educação do governo do Espírito Santo e ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) pelo apoio financeiro.

#### 5. Anexos

##### Roteiro de montagem do foguete de pet:

- 2 garrafas pets;
- Tesoura;
- Cola Branca;

### III Jornada de Iniciação à Docência

-Cola quente, fita adesiva larga, durepox, ou outro material colante;

-Uso da criatividade para a decoração do foguete;

Na montagem do foguete serão utilizadas duas garrafas pets, de preferência idênticas, uma inteira e a outra cortada logo antes do rótulo (onde começa o afunilamento da garrafa). A garrafa cortada deve ser colocada ao fundo da garrafa inteira, de modo que fiquem duas pontas, a mesma deve ser colada ao fundo da inteira de modo que não se desprenda dela. É importante salientar que as duas pontas são essenciais para que haja um melhor desempenho de subida, para uma melhor aerodinâmica. No momento do lançamento é importante que se preencha, mais não em sua totalidade, a garrafa inteira e para causar uma situação de maior equilíbrio coloque um contrapeso na ponta da garrafa que foi acoplada a garrafa inteira, para tal sugere-se uma pequena quantidade de areia. Para dá melhor aspecto e uma melhora na aerodinâmica do foguete sugere-se a confecção de asas e o acoplamento das mesmas nas laterais do foguete. Há também algumas variações na montagem do foguete, existem ocasiões em que serão usadas duas garrafas, uma inteira e a outra cortada, porém o corte será feito logo após o rótulo e haverá o acoplamento das duas garrafas, neste caso, a situação de equilíbrio é obtida com mais facilidade a partir do contrapeso.

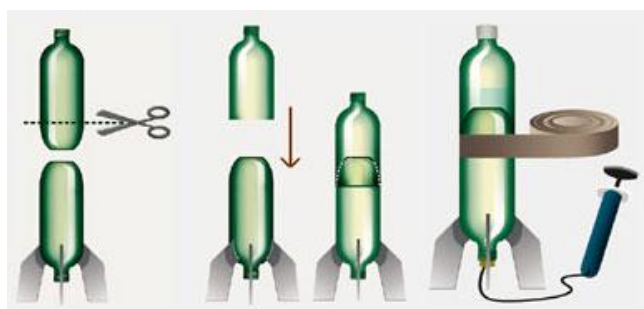


Figura 4 Garrafa cortada a baixo do rótulo

Fonte: <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/deixe-turma-viver-pouco-mundo-lua-432197.shtml>

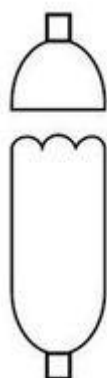


Figura 5 Garrafa cortada antes do rótulo

Fonte: <http://projetofoquete.spaceblog.com.br/1105290/Como-fazer-um-foguete/>

## Montagem da Plataforma

### Material:

- A. 1 pedaço de tubo de PVC de 32 mm soldável de 18 cm de comprimento.
- B. 2 pedaços de tubo de PVC de 32 mm soldável de 20 cm de comprimento.
- C. 7 pedaços de tubo de PVC de 32 mm soldável de 4 cm de comprimento.
- D. 3 joelhos de PVC de 45° soldável de 32 mm.
- E. 3 luvas de redução de PVC solda/rosca 32x1.
- F. 3 adaptadores de PVC soldável para rosca de 32 mm.
- G. 3 ponteiros de borracha de 1".
- H. 1 Tê de PVC de redução de 32x25 mm.
- I. 1 Tê de PVC de 32 mm.
- J. 1 luva de redução de PVC solda/rosca 25x1/2.
- K. 1 pedaço de tubo de PVC de 25 mm soldável de 3 cm de comprimento



1º Comece montando as “pernas”:

Cole um adaptador na extremidade de um dos tubos de PVC e encaixe uma ponteira na outra. Repita essa operação para os outros dois tubos.



### III Jornada de Iniciação à Docência

2º Agora monte os “ombros”:

Use um dos tubos de 4 cm para unir um joelho a uma luva, tendo o cuidado de inserir o tubo totalmente nas juntas (veja detalhe na foto). Não deixe espaço entre elas. Repita essa operação para os outros dois conjuntos de ombros.



3º Monte o corpo da plataforma:

Tendo o mesmo cuidado para encaixar os tubos de 4 cm de tal forma que não deixem espaço entre as juntas. Note a posição dos dois Tês: o de redução fica num plano perpendicular ao outro (basta lembrar que a ponta de 25 mm é onde encaixaremos o foguete).



4º Cole um dos “ombros”:

Na ponta do Tê de redução, tendo o cuidado de manter o alinhamento no sentido do comprimento do corpo da plataforma. Em seguida, cole os outros dois ombros, dessa vez torcendo-os 45° para fora (no sentido do comprimento). Na verdade, o ângulo não precisa ser exatamente de 45°. A inclinação deve ser o suficiente para deixar o corpo nivelado - lembre-se de que uma das pernas é mais curta e que deve ficar em oposição às outras duas. Para facilitar o ajuste, rosqueie as pernas nos ombros antes de começar a colar.



5º Finalizando:

Cole a luva de 25x1/2 com o auxílio do pedaço de tubo de 3 cm. Lembre-se de não deixar espaço entre as juntas.

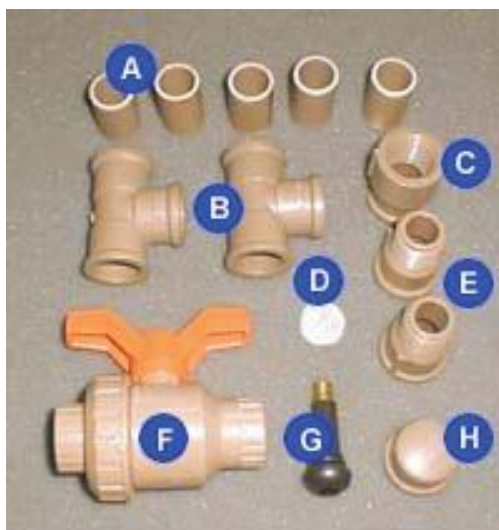
### III Jornada de Iniciação à Docência



#### Alimentador:

#### Material:

- A. 5 pedaços de tubo de PVC de 20 mm soldável de 3 cm de comprimento cada um.
- B. 2 Tês de PVC soldável de 20 mm.
- C. 1 luva de redução de PVC solda/rosca de 1/2x20.
- D. 1 moeda de um centavo.
- E. 2 adaptadores de PVC solda/rosca de 20x1/2.
- F. 1 registro de PVC de 1/2" (rosca).
- G. 1 válvula de pneu sem câmara.
- H. 1 cap de PVC soldável de 20 mm.



1º Comece fazendo um furo:

No cap para encaixar a válvula do pneu. Use uma broca de 10 mm primeiro e depois alargue com um estilete ou lima para facilitar o encaixe. De qualquer forma, mantenha as bordas lisas senão haverá vazamento.



### III Jornada de Iniciação à Docência



2º Uma vez furado o cap:

Monte o coletor de ar: Passe a válvula por dentro dele e puxe o bico para fora. Vai ser difícil porque é apertado, mas tem que ser assim para garantir que não haverá vazamentos. Em seguida, cole um dos pedaços de tubo, encaixando-o completamente no cap. Ponha de lado.



3º Agora faça a armação:

Comece empurrando a moeda de um centavo para dentro de uma das pontas do tê. Essa será a extremidade inferior. Isso vai cortar a passagem de ar nessa direção. Ainda nessa extremidade, cole e encaixe totalmente um dos tubos, prendendo a moeda. Cole e encaixe o adaptador de 20x1/2. Cole e encaixe totalmente mais dois tubos nas outras saídas do tê e, na extremidade oposta àquela da moeda, cole e encaixe a luva de 1/2x20. Quando acabar, o conjunto deve ficar como o da foto abaixo.



4º Com a armação deitada:

Posicione e cole o outro tê perpendicularmente à ela, como na foto. Em seguida, cole e encaixe o coletor de ar (montado no passo 2) no conjunto.



5° Finalizando:

Cole e encaixe o último tubo na abertura livre do tê e o adaptador de 20x1/2. Como a ponta livre agora tem uma rosca, você poderá intercambiar o registro a vontade. Esse é o componente individual mais caro de todas as montagens, mas a segurança não tem preço. Usando o artifício de por uma rosca no tê, pelo menos, garantirá que ele poderá ser aproveitado em outros projetos também.



**Dispositivo de Disparo:**

**Material:**

- A. 13 abraçadeiras de nylon de 20 cm de comprimento.
- B. 1 luva simples de 40 mm.
- C. 1 pedaço de tubo de PVC de 40 mm de 4 cm de comprimento.
- D. 1 pedaço de tubo de PVC de 32 mm de 4 cm de comprimento
- E. 1 pedaço de tubo de PVC de 20 mm de 8 cm de comprimento

### III Jornada de Iniciação à Docência

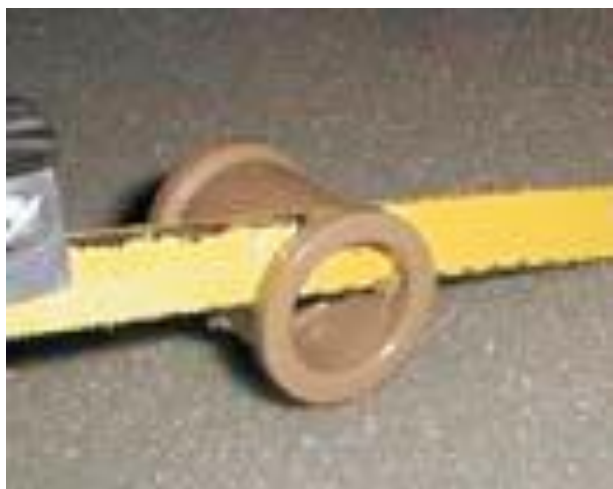
- F. 1 cap de PVC soldável de 40 mm.
- G. 1 luva simples de 20 mm.
- H. 1 adaptador de PVC solda/rosca de 20x1/2.
- I. 1 pedaço de tubo de PVC de 25 mm de 2 cm de comprimento
- J. 1 abraçadeira de metal de 1" (usada para apoio somente durante a montagem).
- K. 1 gargalo de garrafa PET (usado para medição durante a montagem).
- L. 1 pedaço de tubo de PVC de 20 mm de 2,5 cm de comprimento
- M. 1 união de mangueira de 1/2"
- N. 1 elástico de borracha (usado para apoio somente durante a montagem).
- O. 1 anel de borracha ("o-ring") de seção cilíndrica.



1º Serre e remova o anel de reforço:

De uma das extremidades da luva de 20 mm, tendo o cuidado de deixar as bordas lisas e limpas.

### III Jornada de Iniciação à Docência



3° Insira a união de mangueira:

Parcialmente no tubo de 2,5 cm. Deite uma camada homogênea de cola quente nela e termine de inseri-la completamente. Em seguida cole esse conjunto na luva preparada no passo anterior. O tubo de 2,5 cm deve ser inserido até deixar uma ponta de 1 cm de fora. Limpe bem qualquer cola que tiver escorrido para a união. Ela deve ficar sempre totalmente lisa.



4° Com o auxílio do elástico:

Vá arrumando as abraçadeiras de nylon em volta do conjunto feito no passo anterior. Tenha o cuidado de deixar as partes largas para dentro (elas formarão as travas).



5° Insira o gargalo:

### III Jornada de Iniciação à Docência

Na extremidade com a união e use-o para acertar as pontas das abraçadeiras. Elas devem ficar juntas em volta do gargalo, na altura do batente formado logo após a rosca da tampa. Passe o tubo de 32 mm por sobre as abraçadeiras de nylon, levando-o até a luva, mas sem apertar. Encaixe e aperte a abraçadeira de metal para fixar o conjunto. Uma vez alinhado, o conjunto não deve se mover nem afrouxar. O tubo de 32 mm deve deslizar entre a quina da luva e a abraçadeira de metal.



6º Empurre o tubo de 32 mm:

Até encostar na luva. Isso serve como um tipo de colar que vai fazer com que as abraçadeiras de nylon se abram. Uma vez lá, é hora de retirar a abraçadeira de metal e inserir o tubo de 25 mm no colar, passando-o entre o tubo maior de 20 mm e as abraçadeiras de nylon. Encaixe-o perfeitamente no colar. Isso vai prender as abraçadeiras de nylon junto à luva. Essa junção é apertada, portanto, mais força e cuidado. Apare as extremidades das abraçadeiras.



7º Você saberá que acertou:

Note que as abraçadeiras foram aparadas junto à borda dos tubos. Elas estão bem abertas porque o tubo que forma o colar está bem rente à borda da luva. As abraçadeiras estão firmemente presas entre o colar e a luva, de um lado, e do outro, entre o colar e o tubo de 25 mm.

### III Jornada de Iniciação à Docência



8º Faça um furo de  $\frac{3}{4}$ ":

No centro do cap de 40 mm. Tenha muito cuidado se você for usar uma furadeira elétrica. Você também pode abrir o buraco com uma lima e um pouco de paciência. Essa maneira é também mais segura. De qualquer forma, o buraco deve ser largo o suficiente para deixar passar o tubo de 20 mm.



9º Use o pedaço de tubo:

De 40 mm para encaixar o cap e a luva correspondente. Não cole as peças. Deixe que fiquem presas só por pressão.



10º Encaixe o conjunto:

### III Jornada de Iniciação à Docência

Feito no passo anterior no conjunto feito no passo 7, tendo o cuidado de garantir que ele deslize facilmente no tubo de 20 mm e que consiga travar as abraçadeiras de nylon de encontro ao gargalo de uma garrafa.



11° Encaixe:

E cole o adaptador de 20x1/2 na extremidade do tubo de 20 mm.



12° Corte um pedaço de cerca:

De 45 mm do anel de borracha. Essa medida não é exata. Você vai ter que experimentar um pouco. Com cuidado, passe um pouquinho de cola Super Bonder numa das pontas e pressione-a de encontro a outra, formando um anel menor.



13° Passe o anel de vedação pela união:

Até encostar-se ao tubo de 20 mm (na foto ao lado eu enrolei algumas voltas de fita veda-rosca para aumentar o diâmetro). O que você vai querer que aconteça é o gargalo entrar até a luva, e o anel (que estará 1 cm acima) ficar espremido entre a união e o interior do gargalo, vedando completamente essa junção. Se quando você começar a pressurizar a garrafa notar algum vazamento d'água, interrompa o lançamento e melhore essa vedação. Não se preocupe: isso vai acontecer com

### III Jornada de Iniciação à Docência

você várias vezes, até acertar a medida certa. Lembre-se de que o Challenger explodiu por causa de um anel de vedação defeituoso!



14º conecte os dispositivos



## 6. Referências

**SCREMIN**, Silvio Cezar. Montagem da plataforma, alimentador e disparador de foguete a água. Mimeo. Disponível em <<http://fogueteaagua.blogs.sapo.pt/>> Acessado em 05 de Setembro de 2012.

BRASIL, Ensino médio. Disponível em <[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)> Acessado em 05 de Setembro de 2012

**CARDOSO**, Walmir Thomazi. Deixe a turma viver um pouco no mundo da Lua. Disponível em <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/deixe-turma-viver-pouco-mundo-lua-432197.shtml>>