

# DESVELANDO A MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS AO CONCORREREM NA MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES MOBFOG 2014

Fagner Reinaldo Silva Caetano <[sargentojhons3@hotmail.com](mailto:sargentojhons3@hotmail.com)> BID/ FIFE

Maria Aparecida Laurindo Polizelle <[malaupolizelle@ig.com.br](mailto:malaupolizelle@ig.com.br)> BID/FIFE

Flavia de Godói Silvestre [flaviagodoyy@hotmail.com](mailto:flaviagodoyy@hotmail.com) EELAS

Emerson Célio Pinheiro [emerson\\_celio@yahoo.com.br](mailto:emerson_celio@yahoo.com.br) EELAS

## Resumo

A Escola Estadual Líbero de Almeida Silveiras (EELAS) participou durante dois anos consecutivos da Olimpíada Brasileira de Astronomia E Astronáutica (OBA) e Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Nesse ano, a professora coordenadora de área e também professora nessa escola nos apresentou como colaborador para organizar os alunos em grupos e desenvolver habilidades para participarem do MOBFOG. Foi assim que iniciamos o trabalho como aluno Bolsista da Iniciação à Docência (BID) da Área de Matemática. Os discentes receberam através de nós o embasamento tanto teórico quanto prático para a elaboração da construção dos corpos a serem lançados. Os foguetes foram construídos através de materiais na sua grande maioria recicláveis como garrafas descartáveis de refrigerante, ou seja, garrafas de Poli Tereftalato de Etileno (PET) que é um poliéster, polímero termoplástico, possuindo as características de melhor e mais resistente plástico. Estudamos e apresentamos a parte teórica, mostramos vários fatores que influenciam na estabilidade do foguete durante o voo, como a obtenção e relação entre centro de massa e de pressão, sendo apresentadas para os alunos as Leis da Mecânica Clássica. Com toda teoria passada, os alunos construíram o conceito já elaborado pelos físicos, “quando forças externas atuam sobre um corpo ou sobre um conjunto de partículas, o centro de massa se move exatamente como se toda a massa estivesse concentrada nesse ponto e estivesse submetida a uma força igual à resultante de todas as forças que atuam sobre o sistema”, descrevendo os lançamentos dos foguetes ao espaço. A atividade contribuiu para motivar e despertar nos educandos o prestígio pelas demais áreas das ciências exatas e suas tecnologias, principalmente Astronáutica. Durante as aulas e os lançamentos, várias perguntas foram propostas, pois os alunos se antecipavam à explicação das imagens, vídeos e pesquisas realizadas por eles mesmos. Concluímos que a atividade experimental pode gerar a explicitação do conhecimento dos alunos, conhecimento que não se reduz à dimensão conceitual, mas também abarca os procedimentos, valores e atitudes.

**Palavras chave:** aprendizagem significativa, problematização, atividade experimental

A Escola Estadual Líbero de Almeida Silveiras (EELAS) participou durante dois anos consecutivos da Olimpíada Brasileira de Astronomia E Astronáutica (OBA) e Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), recebendo medalhas nos anos de 2012 e 2013 na modalidade OBA. A professora representante da escola, nos dois anos anteriores, organizava grupos de estudo que eram realizados aos sábados para preparar os alunos para a OBA e o MOBFOG.

No ano de 2014, o trabalho de preparar os alunos para a OBA ficou ao encargo da professora representante, hoje a professora coordenadora de área do PIBID do subprojeto de Matemática na EELAS. Nesse ano, a professora coordenadora de área e também professora nessa escola nos apresentou como colaborador para organizar os alunos em grupos e desenvolver habilidades para participarem do MOBFOG. Foi assim que iniciamos o trabalho como aluno Bolsista da Iniciação a Docência (BID) da Área de Matemática.

Ficamos responsáveis pelo grupo de estudos junto aos alunos, sob a supervisão das professoras representante da OBA na EELAS e de uma professora colaboradora, o nosso grupo de estudo contava com estudantes do ensino fundamental, ciclo II. Os encontros com esses alunos da EELAS ocorreram na EELAS.

A oficina de construção de foguetes, na qual deveríamos estudar e ensinar como se construir e lançar os foguetes sugeridos no site da OBA. Os alunos participaram da competição, tanto do nível fundamental como do médio. Para o lançamento de foguetes iniciamos com os dois níveis, mas apenas os alunos do ensino fundamental chegaram até o final, embora um aluno da primeira série do ensino médio permanecesse até o final.

Os discentes receberam através de nós, alunos BID, o embasamento tanto teórico quanto prático para a elaboração da construção dos corpos a serem lançados. Os foguetes foram construídos através de materiais na sua grande maioria recicláveis como garrafas descartáveis de refrigerante, ou seja, garrafas de Poli Tereftalato de Etileno (PET) que é um poliéster, polímero termoplástico, possuindo as características de melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas e embalagens para vários produtos, pois são *termoformadas*. Também com alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases. Devido as características já citadas e o peso muito menor que das embalagens tradicionais, o PET mostrou ser o recipiente ideal para a fabricação do corpo do

foguete. Os outros componentes como câmaras de ar que não poderiam mais ser reutilizadas, canos de PVC entre outros.

Para competirmos no MOBFOG nos foi sugerido dois modelos de foguetes para o lançamento, esses eram diferenciados apenas pela maneira que deveriam ser a elaboração das bases de lançamento, para o ensino médio os foguetes deveriam ser lançados com a montagem de um sistema de propulsão que funciona reação química (bicarbonato de sódio, vinagre), mostrando apenas a parte prática não sendo realizado a parte teórica e, para o ensino fundamental, sétimo ao nono ano, o sistema deveria ser feito com ar comprimido. Assim, estudamos e apresentamos a parte teórica, mostramos vários fatores que influenciam na estabilidade do foguete durante o voo, como a obtenção e relação entre centro de massa e centro de pressão, sendo apresentadas para os alunos as Leis da Mecânica Clássica.

Como teoria, estudamos a envolvida durante o lançamento por meio de algumas aproximações, mostrando a veracidade das Leis de Newton, através de suas aplicações, mostrando também assim assuntos em comum no ensino médio ainda não vistos por boa parte dos alunos do 8º ano, sobre a primeira lei de Newton, o princípio da Inércia, Young e Freedman afirmam que *Quando a força resultante sobre um corpo é igual a zero ele se move com velocidade constante (que pode ser nula) e aceleração nula* (Young e Freedman, 2003)

A priori, proposto por Galileu Galilei um físico e astrônomo italiano, que queria compreender a natureza da movimentação dos corpos celestes, em princípio os movimentos da Terra sobre seu próprio eixo e em relação ao movimento em torno do Sol. A Segunda lei de Newton, a Lei Fundamental da Dinâmica, que Young e Freedman definem como sendo uma força resultante externa que atua sobre um corpo, fazendo com que ele modifique sua velocidade e seja acelerado. A aceleração possui a mesma direção e o mesmo sentido da força resultante. O vetor força resultante é igual ao produto da massa pelo vetor aceleração do corpo.

Na Terceira lei de Newton, Ação e Reação, também de acordo com Young e Freedman quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B, ou seja, uma “ação”, então o corpo B exerce uma força sobre o corpo A uma “reação”. Essas duas forças têm o mesmo módulo e a mesma direção, mas possuem sentidos contrários. Essas duas forças atuam em corpos distintos.

O lançamento oblíquo, para que assim pudessem e analisar o sistema a ser trabalhado, podendo descobrir qual melhor ângulo a ser utilizado na hora do

lançamento, assim, conseguindo maior distância com menos energia aplicada. Conceitos de momento linear e velocidade relativa, assim como movimento de um fluido perfeito utilizando a equação de Bernoulli e a equação de continuidade e expansão de um gás ideal, foram omitidos dos alunos. A área de pressão, como obtém-se a velocidade máxima que o foguete possa atingir, ou a possibilidade de estimar a aceleração do mesmo durante o processo de ejeção de água/gás, obtendo um resultado surpreendente pela simplicidade da montagem, mas também são assuntos que não foram cabíveis a apresentação teórica para os alunos.

Após o estudo da teoria, os alunos fizeram os mesmos passos feitos pelos físicos, “quando forças externas atuam sobre um corpo ou sobre um conjunto de partículas, o centro de massa se move exatamente como se toda a massa estivesse concentrada nesse ponto e estivesse submetida a uma força igual à resultante de todas as forças que atuam sobre o sistema”, assim são feitos os lançamentos em foguetes ao espaço como dizem Hugh D. Young e Roger A. Freedman em um de seus livros.

O material utilizado foi sendo modificado no decorrer da experiência/testes, utilizou-se de imaginação e de criatividade dos alunos já que os materiais em sua grande maioria não estavam disponível. Foram utilizadas duas garrafas descartáveis de refrigerante (PET) de dois litros, pois este material pode suportar altíssimas pressões internas. Canos de PVC de cor branca de meia polegada, já que o mesmo suporta mais pressão interno que os canos de cor marrom; uma válvula de pneu de bicicleta tirada diretamente da câmara de ar cortada à quatro centímetros de diâmetro; trinta centímetros de arame de aço e seis braçadeiras para fazer o gatilho de lançamento do foguete assim como as travas, que fixam o corpo do foguete à base de lançamento. Também utilizou-se uma folha de papel acetato para fazer a construção das abas/asas do foguete. Descobrimos que poderíamos nos utilizar de folhas de raio-x já usado, mas chegamos a conclusão de que o mesmo não causa a mesma estabilidade que o papel acetato. E por último uma bomba de encher pneu de bicicleta, mas no caso utilizamos um compressor de 200 libras, cedido pelo pai do aluno que também colaborou como monitor.

Na construção do corpo do foguete utilizou-se as garrafas PET por serem consideradas as principais partes do foguete, pois são utilizadas para a construção da fuselagem (corpo), que é composto pelo cilindro de combustão (que chamaremos de câmara de compressão no caso) e pelo bico, região frontal responsável pela minimização do atrito do ar na hora do lançamento. Da câmara de compressão, utilizamos uma das garrafas sem alterações, esta será a parte do foguete em que estará

contido o combustível, no caso, ar comprimido. Para o bico, utilizamos apenas a parte de cima da garrafa, cortando-a na marcação que apresenta, formando uma peça na forma de cônica, essa peça tem a função de fornecer um formato mais aerodinâmico ao nosso foguete. Fixamos a parte cônica no fundo da outra garrafa inteira com fita adesiva, com muito cuidado, sabendo da importância de que sempre haja alinhamento entre essas peças, para que não tenhamos problemas durante o lançamento.

O próximo passo foi a construção das asas do artefato; eles aprenderam que essa parte é essencial no lançamento de quais quer aeronave, elas tem parte fundamental para que sua estabilidade se mantenha durante o voo, conseqüentemente ganhando maior distância, e maior conservação de sua energia na hora da propulsão. Como material base para a construção, foi utilizada uma folha de papel acetato, que daria para a construção das quatro asas. Pegando a folha e desenhando um trapézio reto, de base maior medindo dezesseis centímetros e, doze centímetros de altura, sendo feitas marcações no formato de um retângulo de quatro centímetros de distância na sua base que seriam cortados à uma altura de três centímetros para que assim pudéssemos fixar as asas sob o corpo do foguete, o tamanho da base menor é arbitrário, usamos o tamanho de seis centímetros.

Feitas as quatro abas para o foguete, utilizamos fita adesiva para fixá-las na parte plano superior da garrafa inteira, à uma distância de noventa graus de cada uma na região inferior do foguete, sempre nos policiando que fiquem bem alinhadas duas a duas. Até então, a construção de nosso foguete foi bem sucedida, o foguete estava pronto. Alguns alunos fizeram pesquisas para saber quais seriam os melhores modelos de garrafas PET para a construção e, descobriram que nada nos impedia de usarmos outros tipos de modelos, mas optamos pelas garrafas de laterais retas, por ser mais fácil de fixar as asas ao corpo e cilíndricas pois possuem simetria radial, além de ajudar na hora decolar as asas na mesma distância uma das outras, isso também nos proporcionaria uma distribuição do raio relativa da massa em relação ao plano que passa pelo centro do foguete na vertical, mais valido para os foguetes de propulsão a água que a ar, mas chegamos a conclusão que para propulsão a ar são melhores que outro formatos também. Diferente de aviões que possuem asa e superfícies móvel de controle produzindo sustentação que lhes permite voos horizontais, os foguetes são projetados para seguirem na direção vertical ou mais próximo desta, vencendo assim a gravidade, por esse motivo ficamos em alerta sobre o ponto de equilíbrio das forças como centro de pressão, para que assim nosso foguete tivesse um percurso sem problemas, seguindo sua trajetória de maneira satisfatória como um foguete real.

Com muita criatividade de um de nossos discentes, seu pai e eu, levando em conta a teoria da física, conseguimos criar um novo de tipo de plataforma para que fosse realizado o lançamento, canos de PVC, uma válvula de câmara de ar que seria jogada fora, braçadeiras e muita cola adesiva deram origem a uma plataforma de lançamento. No lugar de combustível, usado nas aeronaves espaciais de verdade, o ar comprimido daria o “empuxo” necessário para impulsionar o foguete para o mais longe possível. E assim, nossos alunos presenciaram uma das várias maneiras de ser utilizada a aplicação da Terceira Lei de Newton, a mesma usada nos lançamentos reais. Chegamos a uma conclusão, ao utilizarmos de atividades experimentais na educação há um estímulo maior de aprendizagens de novos conceitos e os alunos não ficam com as dúvidas clássica, que englobam a educação no Brasil, o famoso “pra que eu preciso saber isso”, ou “onde vou usar isso”. Para Vigotski, o experimental é um potencial para o estímulo do aprender

[...] um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento.” (1996, p.71).

De acordo com Rosa (2002), quando o ensinamento é passado de forma tradicional (Informações verbais, utilizando-se somente aulas expositivas, massivas e repetitivas) o discente sai desmotivado, pois na maioria das vezes, as atividades são desinteressantes.

Em outras palavras, se neste estágio já há, de um lado, um sujeito ativo no processo de conhecimento, de outro, é esta mesma condição de sujeito que o obriga a submeter-se ou a sujeitar-se, num certo sentido, às exigências imposta pelos objetos a serem conhecidos. Este é um processo lento, doloroso, mas inevitável. Não é por outro motivo que as tarefas da escola e o aprender se tornam, em muitos momentos, atividades muito sem graça (ROSA, 2002, p.61).

No momento do lançamento dos foguetes foi o que mais interessou aos alunos e alguns professores e a coordenação da escola, despertando ainda mais a curiosidade dos mesmos, pois o trabalho de três meses seria colocado em prática e faríamos o vídeo que deveria ser enviado a comissão organizadora do evento. Um dos alunos que cursa o primeiro ano do ensino médio, que muito nos ajudou, assim como seu pai, ficou gratificado ao ver que seu artefato alcançando voo no Ginásio de Esportes Dr. Querton Ribamar Prado de Souza, na Cidade de Fernandópolis, atingindo 47 metros de distância, “é mais interessante ver o teoria virar prática, do que passar horas e horas em uma sala de aula copiando matéria, depois dessa me deu até vontade de ver o lançamento de um

foguete de verdade”, disse o aluno, a empolgação foi tanta que até decidiu seguir os passos da engenharia mecânica.

Os alunos se encheram de orgulho no momento, tanto que passaram algumas horas lançando e relançando o artefato, até que o mesmo se destruísse. Desvelando soluções para o problema imposto por Rosa (2002), Bonadiman e Nonenmacher (2007) argumentam quanto ao uso de experiências no ensino como um propulsor/motivador na hora da aprendizagem, colocando ênfase que o Ensino de Física/matemática está diretamente relacionado com o “gostar”

Possibilita a vivência de uma física mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da Física, despertando no aluno curiosidade e gosto por essa Ciência. Nessas condições o aluno se sente motivado para o estudo, qualificando significativamente o aprendizado (idem, p.210).

A frente do “gostar”, entendemos que a motivação para o ensino de Física/Matemática está definidamente acoplada com o desafio, quando se desafia o estudante, o mesmo se encontra em uma missão que se manifesta a natureza do querer fazer para a realização de uma determinada atividade, assim passará a desenvolver um sentido em investigar e descobrir. Por sua vez não basta a elaboração e execução de uma atividade experimental, se esta não aflorar no estudante o querer e toda a curiosidade que se precisa para pesquisar e entender os fenômenos a ela ligados.

Caso se pretenda que os alunos estejam motivados para a execução de trabalhos experimentais (e este aspecto estende-se a qualquer nível de ensino, desde o básico ao universitário), é preciso que a tarefa que os professores lhes proporcionem seja apelativa, que constitua um desafio, um problema ou uma questão que o aluno veja interesse em resolver, que se sinta motivado para encontrar uma solução (THOMAZ, 2000, p.362).

Fora da proposta, a atividade contribuiu para tocar e despertar os educandos, levando-os ao prestígio pelas demais áreas das ciências exatas e suas tecnologias, principalmente Astronáutica. Durante as aulas e os lançamentos, várias perguntas foram propostas, pois os alunos se antecipavam à explicação das imagens, vídeos e pesquisas feitas por eles mesmo.

A afobação e a curiosidade chegaram a passar dos limites da ordem, tanto que por algumas vezes fora necessário pedir calma. As perguntas e indagações dos alunos foram diversas, alguns que chamaram a atenção pela normalidade foram: “quem financiava toda essa tecnologia que era utilizada para a construção”; “que material se

utilizava para a construção da base de lançamento para aguentar à explosão do combustível sem derreter toda a base ou abrir um enorme buraco no chão”; “para onde ia/caía todo o material que era expelido pelo foguete durante as etapas ao ser lançado”. Todas essas questões foram respondidas e entendidas por eles. Percebemos que era pobre a quantidade e a qualidade de informação adquirida pelos educandos em relação a foguetes e não entendiam a simplicidade da física existente nesse tipo de tecnologia. Várias afirmações que chamara nossa atenção estavam entrelaçados ao fato de que os professores “ensinam” as Leis de Newton e alunos “aprendem”, mas não sabem sua importância e aplicabilidade nos dispositivos tecnológicos nem ao menos em seu dia-a-dia. Consideramos verdadeiras as palavras de Golçalves e Galiazzi (2004), quando principiam a importância das indagações para a motivação do ensino, deixar o discente curioso com um questionamento pode ser muito realizador quando faz-se o uso da elaboração de experiência.

Entendemos que o conhecimento tem como origem uma pergunta, logo acreditamos que o primeiro movimento de uma atividade experimental precisa ser o questionamento. Esse questionamento é uma forma de problematizar o conhecimento dos alunos referente ao conteúdo estudado na atividade experimental. Assim a atividade experimental pode gerar a explicitação do conhecimento dos alunos, conhecimento que não precisa necessariamente se reduzir à dimensão conceitual, mas pode abarcar procedimentos, valores e atitudes (idem, p.246).

A proposta feita pela nossa coordenadora de área, de participarmos como colaboradores na Olimpíada Brasileira de Astronomia E Astronáutica e Mostra Brasileira de Foguetes nos deu a perspectiva de um ensino motivador que não nos deixa, assim como os discentes em uma rotina desinteressante, que proporciona o “querer aprender” e que é alavancado pelas indagações, percebemos que, ensinar não pode somente ser entendido como transmissão de conceitos ou a simplificação da ciência. Questionamo-nos e entendemos que o saber científico em conteúdo de aprendizagem é preciso para que assim, o conteúdo se torna significativo para ao aluno que o apreende. Concluimos que podemos chegar a essa conversão, tendo em vista que o professor realiza a ligação da didática do saber científico para saber escolar.

Ao ensinar tanto Física quanto a Matemática, os experimentos, que muito corroboram para que os alunos tenham uma boa aprendizagem, construídos com o uso de materiais do cotidiano, recicláveis e muitas vezes de baixo custo, o que deixa mais fácil sua utilização por parte do educador que na maioria das situações, que não dispõe de ambientes nem materiais adequados para que se possa utilizar-se de um laboratório. Um bom exemplo pode ser a elaboração e realização de atividades como MOBFOG.



Além de conseguirmos uma boa colocação com muito trabalho, tanto na OBA quanto no MOBFOG, conseguindo assim quebrar o recorde da região que era de 38 metros de distância, foi uma competição sadia e, alguns alunos que participam da oficina de foguete se “redescobriram”.

### **Referência Bibliográfica**

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B.; **O Gostar e o Aprender no Ensino de Física**: uma proposta metodológica; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Universidade Federal de Santa Catarina; Centro de Ciências Físicas e Matemáticas; Departamento de Física; vol. 24, nº2; Florianópolis; SC; 2007.

GONÇALVES, F.P; GALIAZZI, M. C.; **A Natureza das Atividades Experimentais no Ensino de Ciências**: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura ; in MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo; Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores; Unijuí; Ijuí; 2004; p.237 – 252.

ROSA, S.S. **Brincar, Conhecer e Ensinar** . Ed. Cortez, São Paulo, 2002 .

THOMAZ, M. F.; **A Experimentação e a Formação de Professores de Ciências**: uma reflexão ; Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol 27, nº3; p. 360 – 360; dez 2000.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

YOUNG, H. D, **Física**, 10ª ed. – São Paulo: Addison Wesley, 2003