

ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DA MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG)

SCIENCE TEACHING THROUGH THE BRAZILIAN ROCKET SHOW

Lucas Freire Teodosio¹; Pedro Henrique Siqueira²; João Dionízio de Melo Neto³; Ednardo Moreira Rodrigues⁴; Elisabeth Barolli⁵; Mucio Costa Campos Filho⁶; Mairton Cavalcante Romeu⁷

¹Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Física Gleb Wataghin, e-mail: lucasfrofc@gmail.com;

²Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Física Gleb Wataghin, e-mail: pedrohsiqueiraphs@gmail.com;

³Instituto Federal do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza, e-mail: joao.dionizio@ifce.edu.br; ⁴Observatório Astronômico Ferruccio Ginelli da Seara da Ciência da Universidade Federal do Ceará (UFC), e-mail:

ednardorodrigues@dee.ufc.br; ⁵Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação, e-mail: ebarolli@unicamp.br; ⁶Instituto Federal do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza, e-mail: mucio@ifce.edu.br;

⁷Instituto Federal do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza, e-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br.

Este artigo aborda a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) como uma ferramenta para o ensino de ciências e, para tal abordagem, é feita uma breve revisão bibliográfica sobre o ensino de ciências assim como acerca da MOBFOG em tal âmbito. Além disso, para entender as potencialidades das práticas com foguetes, são analisadas as respostas de um formulário eletrônico aplicado a estudantes que participaram da competição.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG); Educação Bancária.

This article discusses the Brazilian Rocket Show (MOBFOG) as a tool for teaching science and, for this approach, a brief bibliographic review is made on science teaching as well as on MOBFOG in this context. In addition, to understand the potential of rocket practices, the responses of an electronic form applied to students who participated in the competition are analyzed.

Keywords: Science Teaching; Brazilian Rocket Show (MOBFOG); Banking Education.

INTRODUÇÃO

O ensino de ciências tem diversos desafios a enfrentar como condições de trabalho, qualificação dos professores e, claro, uma alfabetização científica que possibilite o cidadão comum pautar suas decisões na ciência (MARTINS, 2005). No entanto, o formato educacional tradicional não possibilita os estudantes aprenderem para aplicar em sua realidade.

Apesar do contexto educacional difícil, há práticas como a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG)^{1*} que torna o aprendizado mais atrativo e estimulante para os alunos, os quais passam a trazer os ensinamentos científicos para seus contextos. Essa competição está conectada a atividades práticas laboratoriais relacionadas com ciências e pode se destacar o baixo custo de tal experiência, visto que os materiais são garrafas recicláveis (PET), principalmente. Sasseron (2015) explica que a importância do laboratório para a prática de ciências naturais fica explícita a partir da construção do currículo e da didática de cada sala de aula.

As informações apresentadas até aqui enfatizam a potencialidade da MOBFOG no cenário educacional. Este trabalho, então, tratará da MOBFOG como uma ferramenta para o ensino de ciências e, para chegar a tal entendimento, iniciaremos com uma fundamentação teórica sobre o ensino de ciências bem como acerca da MOBFOG nesse âmbito; ainda se analisará respostas de um formulário eletrônico aplicado a estudantes que participaram da competição.

^{1*}A MOBFOG é uma competição científica, na qual estudantes, do 1º ano do ensino fundamental ao ensino superior, constroem foguetes de garrafas descartáveis e suas bases para o lançamento dos mesmos.

O ENSINO DE CIÊNCIAS

A ênfase na memorização de termos escolares, a apresentação de um conteúdo enciclopédico, conteudista e com uma visão tradicional de ensino caracterizam o Ensino de Ciências; este, por sua vez, pode ser comparado com o que Paulo Freire denominou de educação bancária (LEITE; FEITOSA, 2011). Nesse formato educacional,

o educador faz 'depósitos' e os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção 'bancária' da educação, em que a única margem de educação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. (FREIRE, 1997).

De acordo com Fourez (2003), há uma crise no ensino de ciências e são muitos os atores que contribuem para tal problemática como professores, os próprios estudantes, dirigentes do nosso mundo econômico e industrial, pais de alunos e cidadãos. Tal cenário negativo, segundo Cachapuz et al. (2005), tem contribuído para os estudantes recusarem a aprendizagem de ciências e incluso para a própria ciência.

A história do ensino de ciências no Brasil mostra que tanto o ideário educacional quanto as ideias a respeito da produção científica e tecnológica influenciaram e ainda influenciam esse ensino (NASCIMENTO et al., 2010). Até meados do século XX, por exemplo, o ensino de ciências relacionou-se com as necessidades geradas pela industrialização, que, por sua vez, exigia profissionais com conhecimento tecnológico (ROSA; ROSA, 20).

Entretanto, há instituições preocupadas em discutir sobre ensino de ciência no Brasil. A Sociedade Brasileira de Física (SBF), a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e a Sociedade Brasileira de Genética (SBG) têm atividades relacionadas ao ensino, enquanto a Associação Brasileira para Pesquisa em Ensino de Ciências e a Sociedade Brasileira para o Ensino de Biologia reúnem diversos professores dos ensinos fundamental, médio e superior para discutir problemas, apresentar trabalhos e discutir soluções (KRASILCHIK, 2000).

A MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG) NO ÂMBITO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

As aulas de Física, centradas no professor e não no estudante, normalmente são expositivas e não se utilizam de estratégias de ensino, focando no uso excessivo de fórmulas matemáticas (LEAL, 2017). Quando se trata do Ensino de Ciências, aponta-se a dificuldade do aluno de relacionar os conteúdos teóricos da sala de aula com a realidade a sua volta (LEAL; COSTA; MOURA, 2017).

Os ensinos teórico e prático deveriam ser realizados em concordância a fim de permitir integração de ambos, instigando os estudantes a tratarem os fenômenos como eventos que requerem explicações (BORGES, 2002). Entretanto, no caso particular da Física, o ensino pauta-se frequentemente em livros didáticos e, como já mencionado, no professor, dificultando para o educando transpor um conhecimento o qual foi adquirido em uma situação para um outro contexto (SILVA, 2009).

Diante desse contexto de ensino de ciências prejudicado, a MOBFOG tem se apresentado como uma competição científica que instiga os estudantes a construírem o conhecimento, fazendo com que eles tomem o papel central na construção do saber. Na MOBFOG, os estudantes utilizam-se de garrafas descartáveis (PET) para construir foguetes com o objetivo de ter maior alcance. No decorrer da competição, conceitos

de lançamento oblíquo, centro de massa, leis de Newton, aerodinâmica, dentre outros são observados na prática pelos participantes.

Na literatura científica, já há registros de que a participação na MOBFOG é eficiente para o ensino de ciências. Leal (2017), por exemplo, observou a participação de 43 alunos do 1º ano do Ensino Médio da Unidade Escolar Monsenhor Boson (Água Branca – Piauí) divididos em 13 grupos, com os quais foram construídos foguetes enquanto ocorriam também aulas teóricas sobre temas como lançamento oblíquo. Leal, Costa e Moura (2017) observaram a participação de 52 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Adelaide Rosa (Água Branca – Piauí) em atividades relacionadas à Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) e à construção de foguetes para MOBFOG. Assim como defendem Abreu et al. (2018) e Luiz, Souza e Domingues (2016), experiências com baixo custo como essas, que estimulam a participação efetiva dos educandos na construção do saber, enriquecem a prática de ensino e aprendizado.

METODOLOGIA

No desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, foi feito levantamento bibliográfico por meio de artigos científicos e livros para entender os aspectos científicos que envolvem o ensino de ciências e a MOBFOG. Além disso, para compreender a percepção dos estudantes sobre a MOBFOG como ferramenta de aprendizado, fez-se um formulário eletrônico para preenchimento de alunos que participaram da Mostra.

Na elaboração do formulário eletrônico, por meio de reuniões com os pesquisadores envolvidos com este trabalho, foram discutidas as questões que seriam levantadas aos estudantes. Ainda se decidiu que as perguntas seriam divididas em três seções: uma de informações gerais dos estudantes; outra da percepção dos estudantes acerca das atividades de lançamentos de foguetes; e uma última com perguntas relacionadas ao conhecimento científico que envolve o lançamento de foguetes.

Após a conclusão dessa etapa, a divulgação do formulário foi feita através de e-mail e redes sociais como WhatsApp e Instagram; nesta última por meio da página oficial da Seara da Ciência da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Com as respostas dos estudantes, foram gerados gráficos automaticamente pela plataforma Google Forms, a qual foi usada para hospedar o formulário, e tais gráficos foram usados neste trabalho. Também foi analisado um gráfico, com fins comparativos, obtido no site da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a divulgação do formulário eletrônico, 12 participantes da MOBFOG responderam, dos quais sete (58,3%) são do gênero masculino e cinco (41,7%), do feminino. Observando a Figura 1, gráfico gerado no site da OBA que compara o gênero de estudantes que participaram da MOBFOG ao longo dos anos, percebe-se uma participação feminina expressiva. É interessante notar isso, tendo em vista que, de acordo com Brito, Pavani e Lima Jr (2015), a participação de mulheres em graduações nas áreas de Engenharia, Produção e Construção e Ciências, Matemática e Computação é inexpressiva, de acordo com análise dos dados do relatório técnico do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) de 2012.

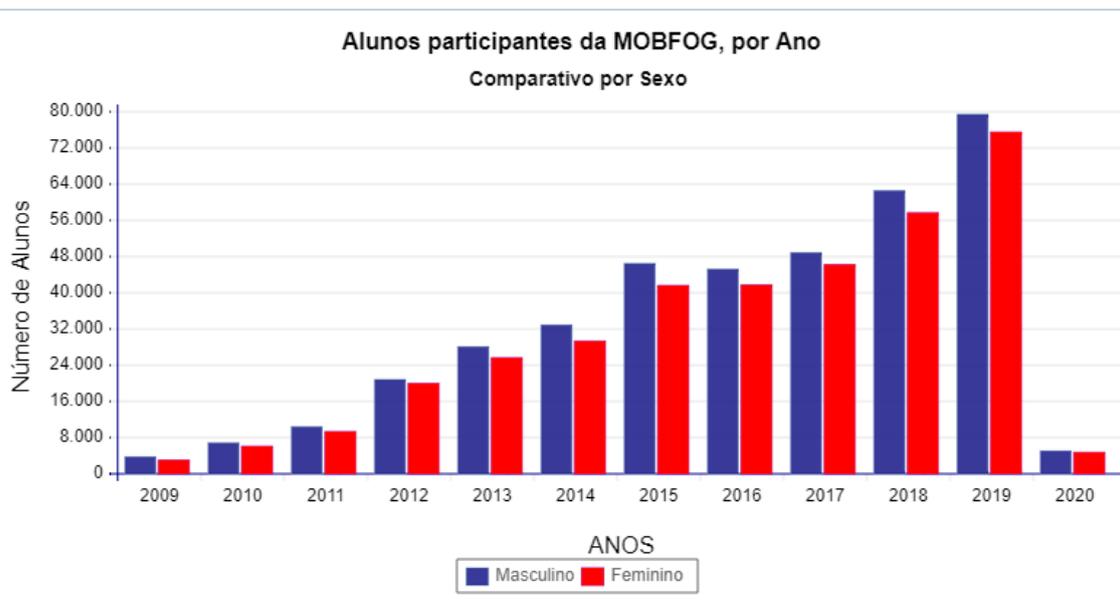


Figura 1: Comparação de Participação na MOBFOG por gênero.

Em relação à idade que começaram na MOBFOG, grande parte dos que responderam ao formulário (50%, exatamente) competiu pela primeira vez com idade entre 15 e 17 anos, enquanto 33,3% entre 10 e 14 anos, 8,3% com menos de 10 anos e 8,3% com mais do que 20 anos, como mostra a Figura 2.

Idade que você tinha quando participou da MOBFOG pela primeira vez

12 respostas

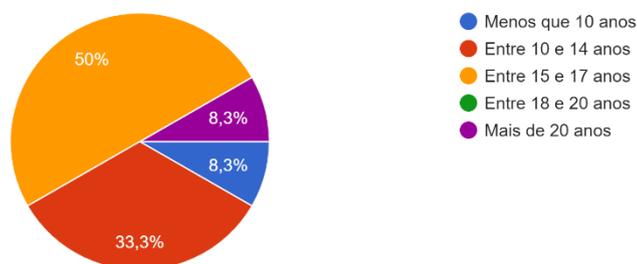


Figura 2: Faixa etária em que iniciou participação na MOBFOG.

Também se perguntou acerca de quem incentivou a participação na MOBFOG e foram obtidas respostas diversas, como se pode analisar na Figura 3: professor de Física (33,3%); professor de Astronomia (8,3%); professor de Matemática (8,3%); professores(as) de outras disciplinas (8,3%); pai, mãe ou outro familiar (8,3%); amigos (8,3%); estudantes e outros competidores (8,3%); eu mesmo (8,3%); e “minha escola não participava e eu pedi para a professora inscrever” (8,3%).

Quem incentivou inicialmente você a participar da MOBFOG?

12 respostas

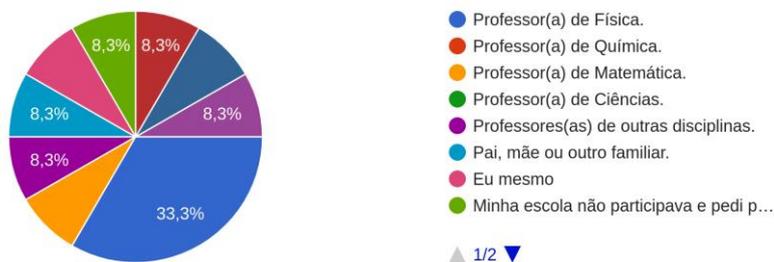


Figura 3: Incentivo para participação na MOBFOG.

Vale destacar que a maioria de quem respondeu o formulário eletrônico (75%), é/era residente do Nordeste quando iniciou sua participação na MOBFOG. Há também pessoas que iniciaram na competição nas regiões Sul (8,3%) e do Sudeste (16,7%), como mostra a Figura 4.

De qual região você é/era quando iniciou a competir na MOBFOG?

12 respostas

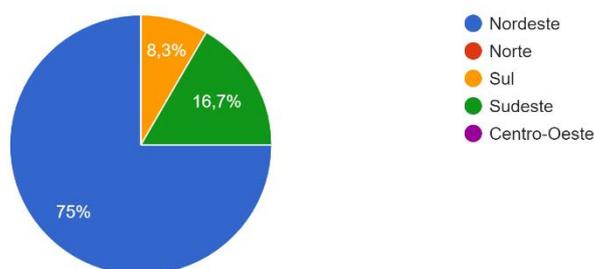


Figura 4: Região em que iniciou participação na MOBFOG.

Há participantes da pesquisa informaram que participaram de edições da MOBFOG antes de 2016 e nos anos de 2016 a 2021, como mostra a Figura 5.

Informe em quais anos você participou da MOBFOG: (você pode marcar mais de um item)

12 respostas

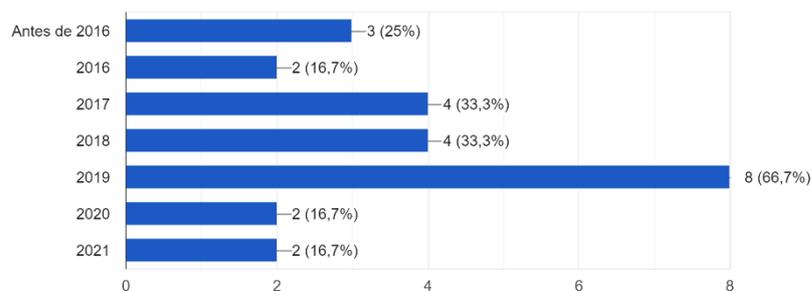


Figura 5: Participação nas Edições Anuais da MOBFOG.

Em se tratando da percepção dos estudantes sobre lançamentos de foguetes como ferramenta para aprendizado de ciências, na segunda seção, perguntou-se o que achavam da atividade em uma escala de 0 a 5, em que 0 era nada interessante e 5, muito interessante. Percebe-se que a maioria das respostas (91,7%) indicaram 5, isto é, muito interessante, enquanto o restante avaliou a atividade em 4, como é mostrado na Figura 6.

O que você acha da atividade de lançamento de foguetes como ferramenta para aprender ciências, considerando 0 nada interessante e 5 muito interessante?

12 respostas

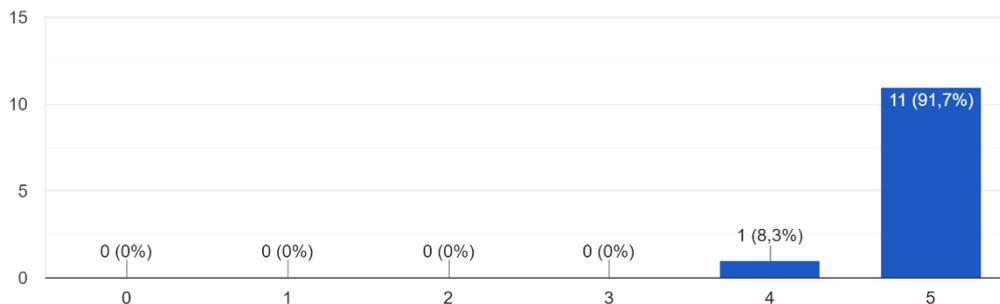


Figura 6: Aprendizado de Ciências com Lançamento de Foguetes.

No processo experimental de construção de foguetes, ainda na segunda seção, foi perguntado acerca das etapas científicas que passaram e, podendo escolher mais de um item, puderam escolher: “Observou o que influenciava no lançamento do seu foguete”; “Questionou-se sobre um ou mais aspectos que poderiam melhorar o desempenho dos foguetes”; “Testou hipóteses sobre o que poderia melhorar nos lançamentos”; “Realizou lançamentos e/ou repetições de lançamentos”; “Obteve novos saberes sobre lançamento de foguetes”; e “Apenas seguiu um roteiro de montagem de foguete”. Nas respostas, observou-se que a maioria (entre 100% e 75%) respondeu que seguiu alguma das etapas científicas, enquanto apenas 8,3% marcaram que “apenas seguiu um roteiro de montagem de foguete”, como se pode observar na Figura 7. Vale notar que o aprendizado de ciências com atividades de lançamentos de foguetes é pautado na investigação, como é percebido pelas respostas à pergunta no formulário eletrônico, e, de acordo com Sasseron (2015), o ensino por investigação e argumentação possibilita o rompimento com uma cultura escolar que se pauta em práticas didáticas que não contextualizam com o que é próprio do campo de conhecimento da disciplina. Também nesse formato de atividade de ensino o estudante é o protagonista e ele é o responsável pela produção do próprio saber, enquanto o professor o auxilia. Tal configuração didática contribui para o combate do que Paulo Freire chama de educação bancária.

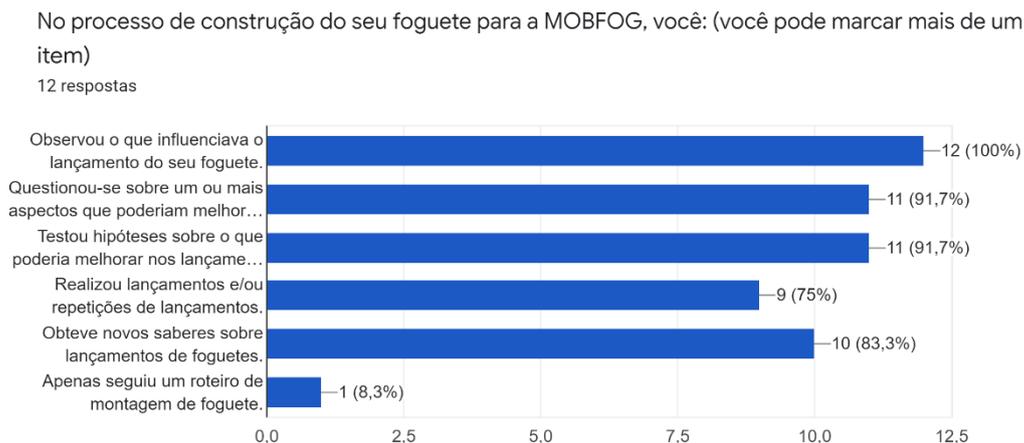


Figura 7: Passos Científicos na Construção de Foguetes.

Na mesma seção das duas últimas questões, foi perguntado sobre o que foi possível aprender com as atividades de lançamento de foguetes. Ressalta-se que a maioria dos que responderam (66,7%) marcaram que conseguiram aprender sobre todas as áreas de conhecimento e habilidades destacadas, como mostra a Figura 8.



Figura 8: Aprendizados com Lançamentos de Foguetes.

Na terceira seção, perguntou-se sobre o ângulo de lançamento de foguetes que garante maior alcance e a maioria (83,3%) marcou a opção de 45 graus, como é exibido na Figura 9. Isso mostra que os estudantes têm conhecimento físico da questão que envolve a atividade prática dos lançamentos.

Considerando seu aprendizado com lançamentos de foguetes de garrafas PET, o ângulo que permite você ter um maior alcance nos lançamentos é mais próximo de:

12 respostas

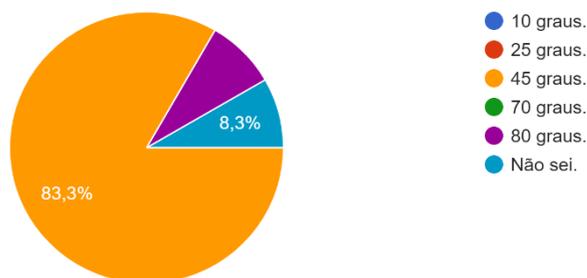


Figura 9: Ângulo de Lançamento para Maior Alcance.

Ainda na mesma seção, foi perguntado a posição do centro de massa em relação ao centro de pressão do foguete, dando as seguintes opções: “O centro de massa deve ficar atrás do centro de pressão, garantindo a estabilidade do foguete.”; “O centro de massa deve ficar à frente do centro de pressão, garantindo a estabilidade do foguete.”; “O centro de massa deve ficar na mesma posição do centro de pressão, garantindo a estabilidade do foguete.”; “O centro de massa deve ficar ao lado do centro de pressão, garantindo a estabilidade do foguete.”; e “Não sei.”. O resultado é mostrado na Figura 10. Apesar de 41,7% ter marcado a opção de que o centro de massa deve ficar à frente do centro de pressão, que é a correta como mostra o trabalho de Souza (2007), o restante dos participantes da pesquisa (58,3%) ficou dividido entre as outras respostas.

Em um foguete de garrafa PET, o centro de massa deve ficar em que posição em relação ao centro de pressão?

12 respostas

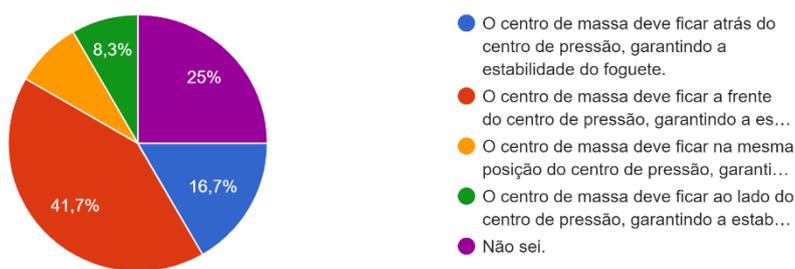


Figura 10: Posição do Centro de Massa em Relação ao Centro de Pressão.

Usando a Figura 11, com aleta e coifa circulados, questionou-se quais partes do foguete estavam marcadas e pode-se ver o resultado na Figura 12. Nesta pergunta, chama atenção para 50% das respostas ser “Aleta e tubo guia”, o que está incorreto. Entretanto, 41,7% marcaram corretamente o item “Coifa e aleta” e apenas 8,3% marcaram que não sabia. Isso ainda mostra que boa parte dos participantes desta pesquisa sabe nomear corretamente as partes de um foguete de garrafas PET.



Figura 11: Aleta e Coifa Circulados em Foguete.

As partes do foguete da imagem acima que estão circuladas em vermelho são chamadas de 12 respostas

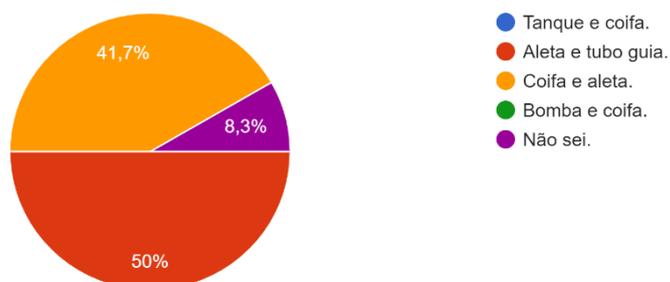


Figura 12: Partes de um Foguete de Garrafa PET.

Continuando na terceira seção de perguntas, foi questionado sobre qual é o equipamento que mede pressão na base do foguete e o resultado é mostrado na Figura 13. A maioria (66,7%) respondeu corretamente que o instrumento é manômetro, instrumento que afere pressão do fluido, enquanto o restante (33,3%) marcou “Barômetro”, que é outro equipamento que mede pressão atmosférica. Apesar de uma parte ter marcado o medidor de pressão errado, nenhuma das respostas foi para outros itens, o que mostra que os estudantes possuem conhecimento sobre instrumentos físicos como o manômetro – que é um medidor de pressão utilizado nas bases dos foguetes de garrafas PET construídos para lançamento.

O equipamento que mede a pressão na base do foguete é:
 12 respostas

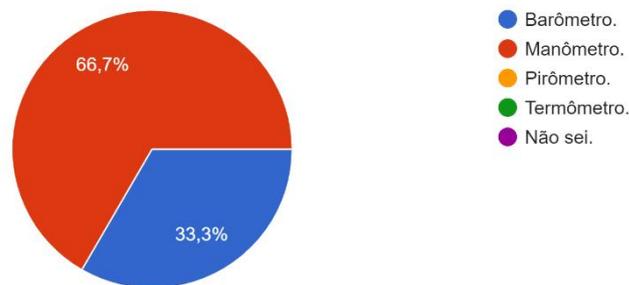


Figura 13: Equipamento que Mede a Pressão do Foguete.

A última pergunta do formulário foi relacionada com finalidades de foguetes na sociedade moderna, para a qual foi dada as opções que podem ser visualizadas na Figura 14, bem como o resultado das respostas. Os estudantes puderam marcar mais de uma opção. Nas respostas, chamou atenção que todos marcaram a opção “Colocar satélites em órbita.”, enquanto 91,7% marcaram “Levar astronautas para o espaço.” e 58,3% ficaram com “Realizar experimentos de microgravidade.”. Nenhum participante da pesquisa marcou o item “Induzir descargas atmosféricas (raios).”, apesar de estar relacionado com as finalidades de foguetes. Ninguém também marcou que não sabia. É interessante notar que os participantes estão informados acerca da finalidade dos foguetes.

Para além de foguetes de garrafas PET, foguetes são usados para diversos fins na sociedade moderna. O bilionário Elon Musk, por exemplo, es... servem para: (você pode marcar mais de um item)
 12 respostas

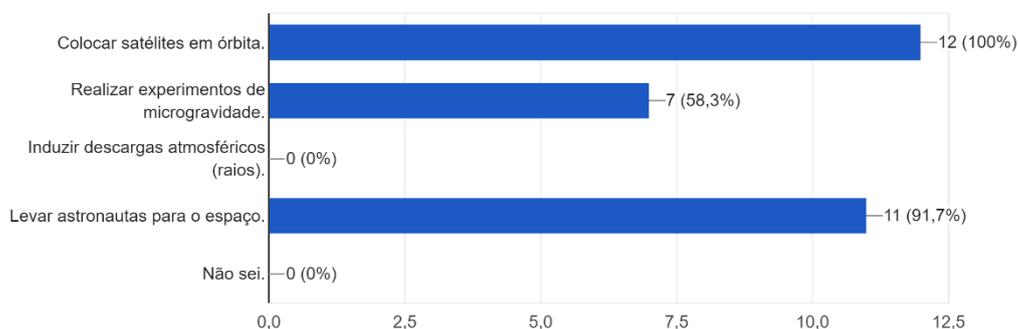


Figura 14: Finalidade dos Foguetes.

Após avaliarmos as respostas da terceira seção, percebe-se que os entrevistados têm conhecimentos específicos sobre diversos tópicos relacionados com foguetes. Como defende Solino, Ferraz e Sasseron (2015), o ensino por investigação permite que os alunos construam, envolvendo-se com situações-problema, entendimentos sobre ciência. No caso da MOBFOG, as situações-problema envolvem ângulos, centro de massa, centro de pressão, dentre outros conhecimentos científicos que os estudantes entram em

contato ao tentar conseguir seus alcances. Essa prática também permite resgatar a motivação e interesse dos estudantes para a ciência, visto que a participação na competição é uma atividade extracurricular. Clement, Custódio e Filho (2015) argumentam sobre o impacto de atividades relacionadas com o ensino por investigação e a dimensão motivacional dos alunos. Como se percebeu ao longo dos resultados aqui apresentados, os estudantes conseguiram, ao longo do processo de construção de foguetes, dialogar com diversos conhecimentos científicos, o que não ocorreria bem no formato educacional bancário com alunos desmotivados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ultrapassado formato educacional no qual os estudantes são meros depósitos de conhecimento não é interessante, pelo contrário, torna a aprendizagem desanimadora. Em contrapartida com essa configuração didática, existem atividades como a MOBFOG que ajudam o professor a fazer com que seu estudante seja protagonista na construção do saber.

Conforme foi observado com este trabalho, a MOBFOG contribui para os estudantes aprenderem sobre diversos assuntos da Física, principalmente, mas ainda se concluiu que houve aprendizados da Química, da Astronáutica e de outras áreas. Também se ressalta que tal aprendizado é pautado no ensino por investigação, no qual os alunos são motivados a encontrar soluções para suas situações-problemas.

É com atividades como a MOBFOG que os estudantes não vão apenas memorizar e reproduzir, da maneira que ocorre no modelo bancário, e sim aprender para aplicar na realidade. No mundo atual, no qual a ciência é cada vez mais necessária, não deve haver mais espaço para um cenário educacional no qual o estudante não consegue aplicar os conhecimentos científicos obtidos em sala de aula ao seu dia a dia. A educação bancária, criticada por Paulo Freire, mostra-se ineficiente e conflitante com as necessidades modernas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Styven Gomes de; MARQUES, Natany Silverio; ARAÚJO, Marcelo Tozo de; RAMOS, Tiago Clarimundo. O FOGUETE DE GARRAFA PET NO ENSINO DE FÍSICA. **Ciclo Revista (ISSN 2526-8082)**, v. 3, n. 1, 2018.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRITO, Carolina; PAVANI, Daniela; LIMA JR, Paulo. Meninas na ciência: atraindo jovens mulheres para carreiras de ciência e tecnologia. **Revista Gênero**, v. 16, n. 1, 2015.
- CACHAPUZ, Antônio et al. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
- CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; FILHO, José de Pinho Alves. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.
- FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências?. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

- FREIRE, Paulo. Educação “bancária” e educação libertadora. **Introdução à psicologia escolar**, v. 3, p. 61-78, 1997.
- KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LEAL, Maycon Marcos et al. OBA E MOBFOG: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA COM LANÇAMENTOS DE FOGUETES. **In: IV Congresso Nacional de Educação**, 2017.
- LEAL, Maycon Marcos; COSTA, Thiago de Lima; MOURA, Pablício Carlos Rodrigues de. A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES E CONCEITOS ASTRONÔMICOS EM PREPARAÇÃO PARA OBA E MOBFOG NO ÂMBITO DA ESCOLA MUNICIPAL
- LEITE, Raquel Crosara Maia; FEITOSA, Raphael Alves. Como contribuições de Paulo Freire para um ensino dialógico das ciências. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 8, 2011.
- LUIZ, Fabio F.; SOUZA, Luiz Eduardo S.; DOMINGUES, Paulo H. Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, 2016.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. Ensino de ciências: desafios à formação de professores. **Revista Educação em Questão**, v. 23, n. 9, p. 53-65, 2005.
- NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylio Laganá; DE MENDONÇA, Viviane Melo. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista histedbr on-line**, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010.
- ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2012.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.
- SILVA, Valéria Cristina Lima da. A utilização de protótipos de mini-foguetes como estratégia da promoção de aprendizagem significativa das leis do movimento de Newton, em nível médio. 2009.
- SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-6, 2015.
- SOUZA, James Alves de. Um foguete de garrafas PET. **Física na escola**, v. 8, n. 2, p. 4-11, 2007.