

Conhecimento da engenharia associado ao lançamento de foguete de garrafa pet: experiência com meninas de escolas públicas do município de Gurupi-TO

Engineering knowledge combined with the pet bottle rocket launch: experience with public school girls in the municipality of Gurupi-TO

Conocimientos de ingeniería asociados al lanzamiento de cohete de botellas pet: experiencia con niñas de escuelas públicas del municipio de Gurupi-TO

Recebido: 02/08/2022 | Revisado: 19/08/2022 | Aceito: 21/08/2022 | Publicado: 29/08/2022

Flávia Borges de Menezes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0497-3259>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: flavia.b.menezes@unirg.edu.br

Erica Vitoria dos Santos Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1810-3561>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: ericavsalves@unirg.edu.br

Cesar Augusto de Oliveira Ferrante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7602-7387>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: cesar.f@outlook.com.br

Kátia Ferreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4154-179X>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: kattia-silva@hotmail.com

Antonio Jerônimo Netto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9088-3131>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: netto@unirg.edu.br

Rosângela Pimenta de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8189-7096>

Centro de Ensino Médio de Gurupi, Brasil

E-mail: rosangelapimenta43sousa@gmail.com

Marlene Evangelista dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4710-2253>

Escola Estadual Hercília Carvalho da Silva, Brasil

E-mail: marlenesantosevangelista409@gmail.com

Wilson Pereira Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6066-7577>

Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães, Brasil

E-mail: puilson347@gmail.com

Mireia Aparecida Pereira Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3035-6249>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: mireia@unirg.edu.br

Nelita Gonçalves Faria de Bessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0497-3259>

Universidade de Gurupi, Brasil

E-mail: eduambiental@unirg.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta um relato de experiência de um projeto de iniciação científica (IC) CNPq “Elas na Engenharia: Por que não?”, com a temática “lançamento de foguete”. A estratégia realizada foi uma intervenção no processo de aprendizado nas áreas de engenharias e afins. O estudo foi financiado pelo CNPq, com participação de professores docentes de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi (UnirG) e acadêmicas bolsistas de IC do curso, executado em cinco escolas públicas municipais e estaduais, com envolvimento de professoras bolsistas ATP e meninas bolsistas de IC junior. O objetivo foi apresentar às alunas das escolas públicas sobre a importância da inserção de mulheres nos cursos de engenharia, usando o lançamento de foguetes com garrafa pet e mostrando na prática os ensinamentos da química, física, matemática e mostrar as etapas do processo de construção e aprendizagem tendo a problematização

como estratégia. Os protótipos utilizados foram de vinagre e bicarbonato de sódio, e também de água e ar comprimido. Ambos tiveram resultados satisfatórios, sendo o de vinagre e bicarbonato de sódio com alcances maiores, com contribuições quanto ao despertar de escolares para as áreas das engenharias e inclusão de gênero.

Palavras-chave: Meninas e mulheres na engenharia; Mulher e ciência; CNPq; Lançamento de foguete.

Abstract

This article presents an experience report of a scientific initiation (CI) CNPq project "Elas na Engenharia: Por que não?", with the theme "rocket launching". The strategy used was an intervention in the learning process in engineering and related areas. The study was financed by CNPq, with the participation of Civil Engineering teachers from the University of Gurupi (UnirG) and IC scholarship students from the course, executed in five public municipal and state schools, with the involvement of ATP scholarship teachers and junior IC scholarship girls. The goal was to present to the public school students the importance of the insertion of women in engineering courses, using the launching of rockets with PET bottles and showing in practice the teachings of chemistry, physics, mathematics and showing the steps of the construction and learning process having the problematization as a strategy. The prototypes used were vinegar and baking soda, and also water and compressed air. Both had satisfactory results, but the vinegar and sodium bicarbonate prototypes had greater reach, with contributions as to the awakening of students to the areas of engineering and gender inclusion.

Keywords: Girls and women in engineering; Women and science; CNPq; Rocket launching.

Resumen

Este artículo presenta un informe de experiencia de un proyecto de iniciación científica (CI) CNPq "Elas na Engenharia: Por que não?", con el tema "lanzamiento de cohetes". La estrategia utilizada fue una intervención en el proceso de aprendizaje en las áreas de ingeniería y afines. El estudio fue financiado por el CNPq, con la participación de profesores de Ingeniería Civil de la Universidad de Gurupi (UnirG) y becarios de IC del curso, ejecutado en cinco escuelas públicas municipales y estatales, con la participación de profesores becarios de ATP y becarias de IC junior. El objetivo fue presentar a los alumnos de la escuela pública la importancia de la inserción de las mujeres en los cursos de ingeniería, utilizando el lanzamiento de cohetes con botellas de PET y mostrando en la práctica las enseñanzas de química, física, matemáticas y mostrando los pasos del proceso de construcción y aprendizaje teniendo la problematización como estrategia. Los prototipos utilizados fueron el vinagre y el bicarbonato de sodio, y también el agua y el aire comprimido. Ambos tuvieron resultados satisfactorios, pero los prototipos de vinagre y bicarbonato de sodio tuvieron mayor alcance, con aportes en cuanto al despertar de los estudiantes a las áreas de ingeniería e inclusión de género.

Palabras clave: Chicas y mujeres en la ingeniería; Mujeres y ciencia; CNPq; Lanzamiento de cohetes.

1. Introdução

O ambiente institucionalizado de ensino formal no Brasil assim como a sociedade em geral é carente de abordagens que visam incentivar estudantes a ingressarem em cursos superiores, técnicos ou tecnólogos, em áreas de conhecimento de engenharia, matemática, ciências da computação e afins. Dentre os desafios enfrentados tem-se na didática uma fragilidade, seja mediante a ausência de insumos necessários seja em lacunas da capacitação de professores para uma educação cada vez mais significativa e contextualizada, o que pode favorecer e influenciar estudantes a buscarem uma carreira de profissionalismo e conhecimentos, também, em cursos de exatas, tecnologias e afins. Segundo Santos e Oliveira (2019, p. 81), a entrada no Ensino Superior das mulheres é marcada pela segregação: elas ocupam carreiras acadêmicas vinculadas ao cuidado – enfermagem, psicologia, fonoaudiologia, pedagogia entre outras – enquanto eles estão nos cursos mais ligados à tecnologia – engenharia, computação, entre outros.

A matemática, química e física é vista como algo complexo, além disso, os cursos superiores nas áreas de exatas são vistos pela sociedade como profissões “para homens”, e até no mercado de trabalho, a presença masculina é maior. Para Carneiro et al. (2020), um dos mais antigos estereótipos é o da “profissão para homens”, pois forma um bloqueio sobre o interesse de meninas pelas áreas das Ciências Exatas, já que as mesmas se sentem inaptas a realizar e a estudar tais atividades e assuntos. Este processo de inserção feminina no espaço produtivo tem se consolidado a cada dia, deixando apenas de ser uma oscilação temporária, tornando o processo de incorporação das mulheres um fenômeno social contínuo, constante e persistente (Garcia; Conforto, 2012)

O processo de inclusão feminina nesses cursos no Brasil ocorre em ritmo lento, onde as mulheres são sentenciadas a pensar que cursos de exatas apresentam maior dificuldade de acessar um lugar no ambiente de trabalho que almejam futuramente, por exemplo, a engenharia civil e agrônômica por via de regra ter como características o contato direto a ambientes de trabalho como exposição ao sol, contato e manejo com máquinas, relações interpessoais predominantemente com homens e relações de trabalho marcadas por situações de assédios. Para Cerqueira et al. (2021) a mulher é vista como uma pessoa frágil e sem profissionalismo e por ser preterida, enquanto mulher, não poder ir ao encontro dos trabalhadores no campo ou pegar um transporte com um técnico colega de trabalho, por ele ser homem; persistindo medos tais como assédio ou estupro.

Para Teixeira (2005), as mulheres ganharam muito espaço, não somente na construção civil, mas em todas as áreas que a humanidade necessita. Essa evolução é boa para quebrar paradigmas, e para inserir mais pessoas no mercado, o que melhora a qualidade de mão de obra. Para Bião (2022), quando mulheres e homens aprendem a dicotomizar suas qualidades e habilidades, as desigualdades de gênero tendem a se reproduzir, inclusive, nas preferências disciplinares e cursos superiores.

Del Priore (2014, p.05) diz que “vale conhecer os caminhos que as mulheres trilharam, pois, para que o século XXI seja delas, de todas elas, é preciso compreender os passos dados, corrigir rotas, sair de si própria e pensar no coletivo.”

Além disso, mesmo com as mulheres alcançando maiores níveis educacionais e de escolaridade, as diferenças continuam presentes em termos de posição e hierarquia social, no trabalho doméstico, profissional e representação política entre homens e mulheres (Hirata, 2018).

Conforme defende Ferrari et al (2018) a ciência precisa de mulheres para sobreviver, pois ao excluir as mulheres pesquisadoras, estamos limitando o contingente disponível de pessoas talentosas à metade da humanidade.

Alesi Mendes et al. (2020) diz que a participação das mulheres na engenharia civil apresentou aumento de 4% na última década: até 2010 o número de engenheiras civis representava cerca de 37% do total das profissionais registradas. Já as engenharias agrícola e agrônômica e as engenharias ambiental e sanitária e ambiental tiveram redução em sua participação: em 2010 elas representavam 22% e 16% das profissionais registradas.

De acordo com o levantamento, até o fim da primeira quinzena de dezembro de 2021, o Sistema Confea/Crea tinha 1.031.356 profissionais registrados. Desse total, 198.852 são mulheres e 832.504 são homens, o que representa 19,28% e 80,72%, respectivamente. (Programa Mulher Confea)

Fouad et al. (2017) analisaram as razões pelas quais as 1.464 engenheiras deixaram a engenharia, e concluíram que o ambiente não lhes deu a oportunidade de atender às suas necessidades relacionadas a conforto, segurança e realização. Destacam-se, nesse contexto, os comentários quanto a percepção de remuneração ruim e/ou injusta, condições de trabalho ruins, bem como um ambiente de trabalho inflexível, discriminação por parte de seus supervisores ou assédio sexual, menos oportunidades de avanço do que seus colegas de trabalho e falta de reconhecimento. Neste contexto, a Universidade de Gurupi – UnirG não se diferencia das demais instituições. É uma instituição de ensino superior pública municipal de Gurupi - Tocantins, e para o curso de engenharia possui cerca de 25% de mulheres que se inscrevem a cada vestibular e ainda com evasão variando de 3 a 10% já nos primeiros períodos, convergindo com a realidade nacional.

A primeira mulher engenheira formada no Brasil se graduou em 1919, entretanto, na década seguinte, o número já crescente de profissionais da engenharia no país elevou a demanda por uma organização coletiva para a regulamentação da profissão. (Manske & Dias 2021)

A Engenharia Civil enquanto curso de educação superior constitui uma das ramificações mais antigas do ensino da engenharia no Brasil, compondo um dos cursos especializados da Escola Politécnica do Rio de Janeiro em seu início (Telles, 1997).

A desigualdade de gênero também é reproduzida no meio educacional. A educação se difere de acordo com as perspectivas históricas do feminismo, em momentos se direciona para as reivindicações de escolarização, outras de qualificação

pessoal e profissional, em outras questões específicas que atendam as mulheres e projetos que possibilitem mudanças culturais nas maneiras de se educar meninos e meninas. A escolaridade não garante a igualdade de gênero (Tavares et al., 2014).

O despertar de escolares para o interesse em relação às áreas de engenharia é importante para prospectar maior inserção feminina nas graduações de forma a contribuir para uma cultura das profissões que não seja excludente de gênero. É sabido que mulheres têm nos últimos tempos ocupado cada vez mais os espaços sociais, alcançando posições de lideranças e postos antes ocupados apenas por homens. No entanto, essas grandes conquistas não ocorrem de maneira fácil, muito menos sem conflito. Isso se agrava ao pensarmos no momento político contemporâneo pelo qual passa o nosso país, marcado pela opressão, antidemocracia e discursos conservadores, delineados por setores religiosos e movimentos da extrema direita, práticas discursivas que tendem a discriminar grupos sociais minoritários inclusive no ambiente de trabalho, a exemplo das mulheres, sendo portanto necessário pesquisar sobre mulheres, nesse momento, uma vez que configura questionar esse contexto e enfrentar seus ditames (Lemes; Hellen, 2020).

Para Santos et al. (2021), durante muitos anos a Engenharia foi uma profissão amplamente associada aos homens, porque a nossa sociedade mantém uma cultura muito machista. Ainda hoje, o número de mulheres engenheiras é menor em comparação aos homens, mas a igualdade é algo cada vez mais procurado pelas mulheres no mercado de trabalho. As condições muitas vezes abusivas e desleais fazem com que elas não tenham as mesmas oportunidades de emprego, salário e cargo que os homens. Apesar desse cenário o ingresso de mulheres é crescente e isso é importante na construção dessa mudança.

Este estudo foi executado na cidade de Gurupi, Estado do Tocantins, pela Universidade de Gurupi – UnirG, pública municipal, com participação de docentes e discentes do curso de engenharia civil e inclusão de estudantes secundaristas e professoras das escolas públicas como bolsistas fomentadas pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), para evidenciar junto às meninas de escolas públicas sobre a importância da inserção das mulheres em cursos de ciências exatas, engenharias e computação. O objetivo foi desenvolver conhecimentos aplicados do núcleo curricular comum da formação das engenharias, com Iniciação científica na ampliação das possibilidades educacionais das séries do ensino formal, tendo como experiência o lançamento de foguete de dois tipos de protótipos de garrafa pet utilizando como combustível: vinagre e bicarbonato de sódio, ar-comprimido e água.

A experiência culminou na realização de campeonatos tanto dentro de cada unidade escolar quanto entre as escolas participantes do projeto, evidenciando o processo de participação com envolvimento escolar e assim conferindo a disseminação da prática e da experiência educacional, com ênfase na inclusão de gênero e na construção coletiva e ativa do conhecimento aplicado.

2. Metodologia

2.1 Caracterização do estudo

2.1.1 Tipo de estudo, local e público envolvido

Trata-se do estudo do tipo Relato de experiência que segundo Gonsalves (2003, p. 66), é aquela que se refere a um fenômeno que é reproduzido de forma controlada, submetendo os fatos à experimentação (verificação), buscando, a partir daí, evidenciar as relações entre os fatos e as teorias. Esta experiência foi desenvolvida no município de Gurupi, estado do Tocantins o relato refere-se a uma experiência ocorrida no decorrer do desenvolvimento do Projeto “Elas na Engenharia: Por que não?”, CNPQ/MCTIC - 031/2018 - Processo 442936/2018-4, execução 2021-2022, cujo objetivo referente ao eixo em questão foi “Desenvolver o conhecimento de física, matemática e química, aplicado a engenharia de forma interdisciplinar a partir do eixo integrador de lançamento de foguete de garrafas PET junto à comunidade escolar e universitária, com participação ativa feminina tanto de professoras e estudantes e promovendo de forma contextualizada o despertar quanto a vocação para ingressar na carreira das engenharias e fins bem como atuação no campo científico”. Os conhecimentos foram articulados a partir dos planos

de trabalho e conteúdo das disciplinas, levando em conta o percurso do ensino aprendizagem desde a construção até o lançamento do protótipo.

As escolas participantes foram no total de 5, localizadas no município de Gurupi – Tocantins, sendo 3 de ensino fundamental e municipais (Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães, Escola Municipal Odair Lúcio, Escola Municipal Gilberto Rezende Rocha Filho) e 2 escolas estaduais de ensino médio (Centro de Ensino Médio de Gurupi - CEM, Escola Estadual Cívico – Militar Hercília Carvalho da Silva) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização do grupo alvo participante do eixo integrador de conhecimento - “lançamento de Foguete”.

Escolas	Tipo de Ensino	Professores(as) (bolsistas ATP/CNPq)	Protótipo	Quantidade de alunos	Nº Equipes
Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães	Ensino fundamental	Prof. A	Água e ar comprimido	48	12
Escola Municipal Odair Lúcio	Ensino fundamental	Profa. B	Água e ar comprimido	36	9
Escola Municipal Gilberto Rezende Rocha Filho	Ensino fundamental	Profa. C	Água e ar comprimido	28	7
Centro de Ensino Médio de Gurupi - CEM	Ensino médio	Profa. D	Vinagre e Bicarbonato de sódio	60	15
Escola Estadual Cívico – Militar Hercília Carvalho da Silva	Ensino médio	Profa. E	Vinagre e Bicarbonato de sódio	20	5

Obs.: Em cada escola, o projeto contou com 3 alunas bolsistas de iniciação científica Júnior (ICJ), totalizando 15 escolares mulheres e com orientação de uma professora por cada escola, preferencialmente, e que foi bolsista ATP CNPq. Fonte: Autores (2022).

O projeto teve como participação docentes do curso de engenharia civil da UnirG, principalmente professoras engenheiras, 3 bolsistas acadêmicas de engenharia civil selecionadas por edital de seleção pública e formalizadas via PIT (Plano Individual de Trabalho – Interno da UnirG). Também 4 professoras e 1 professor, onde as escolas elegeram as professoras já atuantes nas áreas de matemática e/ou física e na ausência de professoras mulheres nestas áreas, foi elegível um professor, que prontamente se disponibilizou e foi acolhido pela equipe do projeto e comunidade escolar participante do projeto. Esta experiência teve como financiador o CNPq, e execução da Universidade de Gurupi - UnirG. Neste registro científico optou-se por intitular por letras do alfabeto os nomes dos (as) professoras (es) das escolas e nas imagens primar pelo sigilo e anonimato dos participantes, especialmente estudantes, tendo em vista os preceitos éticos relacionados à pesquisa envolvendo seres humanos, conforme resolução CNS (Conselho Nacional de Saúde) nº466/2012 e atualizações, o que permite a publicação de estudos do tipo relato de experiência sem preceder a submissão do estudo ao CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) devido às particularidades inerentes a um processo educacional já transcorrido, de relevante interesse social e coletivo visando a disseminação de uma experiência exitosa e passível de replicação no processo de ensino, pesquisa e extensão. Contudo, ressalta-se que as bolsistas IC junior tiveram termo de bolsas de ICJ devidamente assinados pelos pais e/ou responsáveis, por serem menores de idade, com consentimento para participação das ações e atividades do projeto.

As escolas participantes (Tabela 1) dividiram os alunos em equipes compostas de 3 a 5 alunos para a realização do campeonato de lançamento de foguete. Cada escola realizou um campeonato interno, as três escolas que escolheram o protótipo do foguete de ar comprimido e água foram classificadas as equipes em 1º e 2º lugar. Classificaram também 6 equipes de 1º, 2º

e 3º lugar dos dois colégios que escolheram vinagre e bicarbonato de sódio. Com os vencedores de cada escola foi realizado um campeonato entre as escolas dentro do estacionamento da UnirG.

2.1.2 Plano de trabalho e metodologia do processo de ensino aprendizagem

Além de todo o estudo de preparação para o protótipo, possuíram dentro do projeto planos de trabalhos, onde foram planejados cronogramas para as escolas para elaborar as escolhas do tipo de lançamento.

O método do Arco de Magueréz (Figura 1) foi usado como metodologia em toda a experiência, que se baseia segundo Berbel (2012), na resolução de problemas e com aplicação de etapas do processo de construção ativa dos conhecimentos. As intervenções e experiências podem ser tratadas em grande grupo (classe, turma e com a participação do professor), partindo da observação das necessidades do real para uma discussão tendo em consideração não só conhecimentos, mas a experiência de cada um para se chegar à criação da solução do problema naquela realidade observada.

Figura 1. Método do arco Charles Magueréz.



Fonte: Blog Sílabo/2018.

Através desse arco constituiu um cronograma que seria de reuniões com professores, e bolsistas, para acompanhar todo o processo de construção e lançamentos dos protótipos. As primeiras reuniões aconteceram para demonstração de todo o projeto e o objetivo, esses encontros demonstraram aos constituintes do projeto as dificuldades e puderam tirar dúvidas sobre.

Após reuniões com professoras bolsistas CNPq e Bolsistas UnirG CNPq foram instruídos a colocar em ação o projeto, buscando nos meios de comunicação (sites, blogs, youtube) e em artigos científicos protótipos e experiências educacionais de foguetes mais adequados para cada nível do ensino, faixa etária e escola. Esta etapa norteou a construção dos foguetes e elegeu materiais e métodos para construção do foguete e de sua base para o lançamento. Fez-se a divisão em dois tipos de lançamento: Ar comprimido e água para os alunos do fundamental, Vinagre e bicarbonato para os alunos do ensino médio (Tabela 1).

Foram elaborados conjuntamente os planos de ação contendo a característica do foguete, o público alvo, o cronograma das etapas de confecção e responsabilidades de forma a possibilitar a interação da equipe do projeto e gestão da experiência, resultando em projetos de IC de cada unidade escolar com ênfase no processo de ensino aprendizagem agregado e objetivos que seriam alcançados.

A Figura 2 mostra uma reunião oficial de apresentação do projeto aos professores, alunas, coordenadores das escolas o objetivo e importância da participação de todos. O envolvimento das alunas do ensino médio e fundamental das cinco escolas teve como objetivo desenvolver o protótipo de foguete de garrafas pets, conciliando com essas matérias, por meio de reação do vinagre e bicarbonato, e também protótipos de ar comprimido e água. Para as equipes de estudantes do ensino médio foi escolhido foguetes de vinagre e bicarbonato de sódio, e do fundamental devido a idade menor, o de ar comprimido e água, buscando maior segurança na construção e manejo de acordo com grupo etário. As garrafas pet eleitas foram do refrigerante “fanta”, pois possui um bico mais alongado e parecido um foguete real, e uma velocidade maior a ser alcançada.

Figura 2. Evento de apresentação do projeto com participação da gestão da UnirG, coordenação do projeto e equipe, Diretorias Regionais de Ensino (DREs), coordenadores pedagógicos das escolas, professores (as) e alunas bolsistas do CNPq/Unirg.



Fonte: Autores (2022).

Cada escola e meninas bolsistas, sob mentoria da professora da escola e apoio das coordenações pedagógicas, produziram e apresentaram o projeto aos alunos de várias classes, para desenvolver os foguetes e lançamentos. O centro de Ensino médio - CEM organizou uma palestra sobre os EPI's e segurança por meio de parceria com o Sistema S, sendo útil tanto na construção quanto no manejo e lançamento do foguete envolvendo vinagre e bicarbonato de sódio, pois, além de uma velocidade considerável o processo químico também pode causar lesões graves.

O projeto elaborado constituiu um cronograma de datas entre escolas, já que havia presente 3 escolas municipais de nível fundamental e 2 escolas estaduais de nível médio, o eixo foguete foram divididos em dois tipos de protótipo, o motivo foi que devido a reação química que produz o CO₂ poderia ser perigoso devido a pressão que poderia ocorrer acidentes, para isso, foi realizado um curso preparatório sobre segurança e EPIs, em parceria com SESI.

Após pesquisas dos protótipos buscou também um estudo para uma forma de aprendizado aos alunos, que possuíam certa dificuldade em despertar para física, matemática, química, buscando então curiosidade nas reações e como a construção desses foguetes faria um bom lançamento. Faz-se necessário pontuar que a atividade realizada com os foguetes não deixa de abordar os conteúdos específicos, outros sim apropriou-se de uma temática que explora os conteúdos propostos nas diretrizes nacionais (BRASIL, 2013)

2.1.3 Etapas do processo de construção dos foguetes ao lançamento

Os lançamentos de foguetes já são usados por muitas escolas como forma de ensinar a matemática, física e química de uma forma divertida para os alunos que possuem certa dificuldade nessas disciplinas. Existem também campeonatos mundiais de lançamento de foguete, como a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). A MOBFOG é uma olimpíada inteiramente experimental, pois consiste em construir e lançar, obliquamente, foguetes, a partir de uma base de lançamento, o mais distante possível. Foguetes e bases de lançamentos devem ser construídos por alunos individualmente ou em equipes de até três componentes. (Mobfog, 2020).

2.1.3.1 Confeção da base de lançamento

Para a confecção da base de água e ar comprimido foram utilizados cinco canos de PVC de 20 mm de diâmetro, sendo dois pedaços de 20 cm, um pedaço de 40 cm e dois pedaços de 10 cm de comprimento. Os canos serão conectados entre si usando-se 2 “caps”, 2 “joelhos ou cotovelos” e 1 “tê”. Os pedaços de 10 cm foram conectados num “te” e nos “joelhos”. Os dois pedaços de 20 cm foram conectados nestes “joelhos” e tapados com os “caps”. O pedaço de 40 cm (tubo de lançamento) foi conectado, primeiro, no “tê”, depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. A cola foi colocada na parte interna das conexões e nas pontas dos canos (conexões).

Um dos “caps” foi furado com o mesmo diâmetro da válvula de pneus de bicicleta. Para a vedação do ar, colocado dentro e fora do “cap” um quadrinho de 2x2 cm de câmara de ar de pneu, e atravessado pela válvula. No lado de fora foi colocada a arruela que acompanha a válvula e também colocado as porcas que também já vêm junto, apertando o máximo possível para o ar não sair.

Como forma de facilitar a colocação das conexões, foi marcado a profundidade de cada conexão nas pontas de cada cano. A cola foi colocada primeiro dentro da conexão e, em seguida, na ponta do cano, sempre de forma abundante e homogênea. Para fixar as abraçadeiras de náilon foi usada uma abraçadeira de metal que abre até 1”, abrindo o máximo possível. Foi posicionado as 8 “cabeças” das abraçadeiras de nylon sobre o anel de sustentação da garrafa, isto é, o “queixo” das 8 “cabeças” de nylon ficaram encostadas no anel de sustentação. Porém isso ainda não prende o foguete quando pressurizado na base de lançamento. Para isso foi cortado um pedaço de cano branco, similar àqueles usados em rede de esgotamento sanitário, de 40 mm de diâmetro com 4 cm de comprimento e feito dois furos diametralmente opostos, próximos de uma de suas extremidades. Foi amarrado um barbante de 20 cm de comprimento entre estes furos e depois amarrou outro com cerca de 4 ou 5 m de comprimento a partir daquele de 20 cm.

Para a confecção da base de vinagre e bicarbonato de sódio foi utilizado a mesma forma de construção da base de ar comprimido e água, porém no centro do cano de lançamento da base foi colocado uma ou duas varetas de churrasco bem pontiagudas separadas entre si, fixas por esparadrapo nas paredes do tubo.

A Figura 3 é um demonstrativo das bases dos dois protótipos desenvolvidos por alunos e professores das escolas públicas, que através de vídeos demonstrativos, artigos e blogs nos canais digitais desenvolveram as bases de cada lançamento. A figura **a** é uma base do protótipo cujo lançamento é vinagre e bicarbonato de sódio, e a figura **b** é uma base de lançamento do foguete que utiliza água e ar comprimido.

Figura 3. a) Base do foguete de vinagre e bicarbonato de sódio. b) Base do foguete de ar comprimido e água.



Fonte: Autores (2022).

Foguete à base de bicarbonato de sódio e vinagre

O experimento consiste em um protótipo de foguete feito com garrafa PET (Politereftalato de etileno), lançado utilizando combustível, a base de reação química de bicarbonato de sódio e vinagre, com a equação: $\text{NaHCO}_3 + \text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \rightarrow \text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Esta reação produz dióxido de carbono, água, íon sódio e íon acetato, aumentando a pressão interna ao lançar o foguete. As escolas que escolheram essa forma de lançamento usaram 750 ml de vinagre e 250 g de bicarbonato de sódio, todas as equipes utilizaram a mesma quantidade.

Foguete à base de água e ar comprimido

O outro modo de lançamento é um processo físico de água e ar comprimido. A água é introduzida na garrafa antes de transportá-la para a base, logo após inicia-se a pressurização e quando a pressão for a desejada libera-se a trava de segurança, permitindo que o foguete tenha a mobilidade para se deslocar. Como o ar comprimido da garrafa tende a igualar-se à pressão atmosférica, esta empurra a água pela boca da mesma, movimentando-a em sentido oposto. Rodrigues, Letícia Reis (2013, p 2).

Na Figura 4 é apresentada a construção das bases de lançamento e confecção dos protótipos de foguete de ar comprimido e água, por alunos da rede pública de ensino. Cada escola proporcionou aos alunos usarem a criatividade para a criação desses foguetes, que para eles seriam um evento em que a arte também entraria como forma de induzir os alunos a criar e entender o projeto. As equipes que escolheram o protótipo à base de água e ar comprimido usaram o equivalente a 750 ml de água para o lançamento.

Figura 4. Construção das bases, confecção e design dos protótipos pelos alunos da rede pública de ensino.



Fonte: Autores (2022).

2.1.4 Método de lançamento do foguete

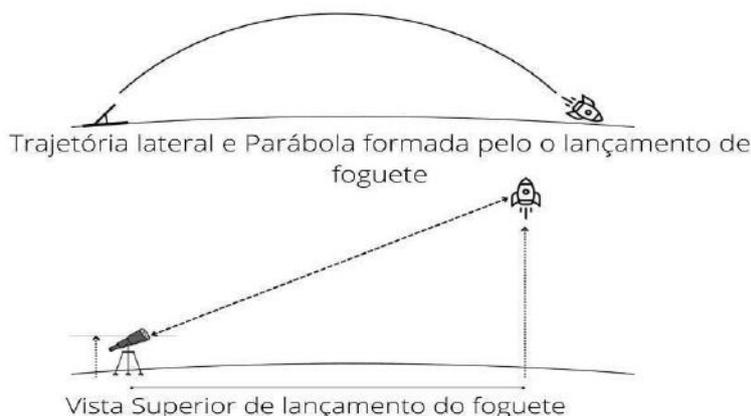
Com relação a seu funcionamento, o princípio envolvido na propulsão dos foguetes é definido como sendo uma classe de propulsão a jato que produz impulsos através da utilização de um propelente., onde o processo de propulsão ocorre principalmente através da queima de combustível armazenado, o que gera a pressão que impulsiona o funcionamento do foguete. (Sutton & Biblarz, 2001).

De acordo com a citação pode-se considerar a terceira Lei de Newton, também conhecida como Lei da ação e reação, estabelece que toda ação tenhamos uma reação de igual intensidade, porém em sentido oposto.

Na linguagem da terceira Lei de Newton, dizemos que os gases expelidos (ação) empurram o foguete em sentido contrário (reação). Onde essa força de reação deve ser maior que a força peso do foguete para que este seja colocado em movimento. A terceira Lei está sempre atuando independente de o foguete estar se movendo dentro ou fora da atmosfera terrestre. (Oliveira, 2019, p. 18 – 19)

A trajetória percorrida pelos foguetes no lançamento é uma parábola voltada para baixo, ou seja, uma função quadrática (função polinomial do segundo grau) conforme Figura 5 abaixo.

Figura 5. Vista lateral e vista superior de trajetória do foguete.



Fonte: Canva/2022

Os protótipos têm o mesmo objetivo em lançamento, que é o maior valor alcançado em metros. A forma de lançamento do foguete de ar comprimido e água foi executada através do acréscimo de 750 ml de água dentro do foguete de garrafa PET e encaixado na base. Após isso, é feito o bombeamento com a bomba de ar, até não conseguir mais pressionar. Então a corda que está ligada a base é puxada, fazendo com que o foguete seja lançado através da pressão da água e do ar comprimido.

O lançamento de bicarbonato de sódio e vinagre é através da adição de 750 ml de vinagre juntamente com um balão contendo 250 g de bicarbonato de sódio dentro da garrafa. O protótipo é colocado na base que possui um espeto pontiagudo para perfurar o balão provocando a mistura das duas substâncias. Ao acontecer a reação química, puxa-se a corda ligada a base do foguete para que ocorra o lançamento.

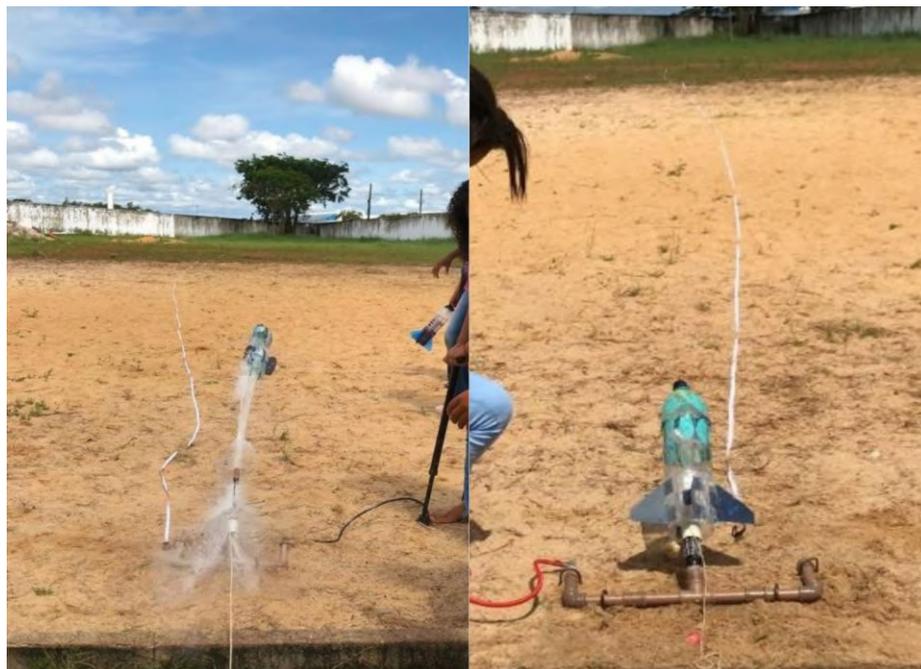
3. Resultados e Discussão

3.1 Campeonatos Internos

Os campeonatos internos tiveram um planejamento de datas em que cada professora e professor se prontificaram a preparar a escola para o campeonato. Obtiveram resultados positivos e todas as equipes que fizeram seus protótipos se divertiram e aprenderam de um jeito interessante a importância da física, matemática e química. Toda a equipe do projeto buscou ajudar uns aos outros diante das dificuldades encontradas durante o planejamento até a execução do lançamento.

A escola que iniciou o campeonato interno foi a Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães, que utilizou o protótipo de água e Ar comprimido e foi sucesso total entre alunos. O foguete vencedor voou uma distância de 62,7 metros da base e, assim com o as demais experiências das outras escolas, foi um resultado da construção pautada na aplicação concreta dos conhecimentos teóricos acessados em livros didáticos, artigos científicos e textos técnicos publicados em sites institucionalizados, feito pelos estudantes e com orientação da professora e/ou professor da unidade escolar e equipe do projeto pela universidade. A Figura 6 mostra detalhes do lançamento que ocorreu na quadra de areia da escola, onde alunas do ensino fundamental se destacaram ao liderar seus grupos.

Figura 6. Meninas no Lançamento de foguete de ar comprimido e água na Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 7 foi o lançamento do Centro de Ensino Médio de Gurupi, que usou como lançamento o protótipo de bicarbonato de sódio e vinagre com 750 ml de vinagre e 250 g de bicarbonato de sódio, o maior alcance foi de 101,7 metros.

Figura 7. Lançamentos de Foguetes de Vinagre e Bicarbonato de Sódio do Centro de Ensino Médio de Gurupi.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 8 é do lançamento da Escola Municipal Odair Lúcio que usou o protótipo de ar comprimido e água, e obteve um alcance de 68 metros de distância, e foram classificados para a próxima etapa da competição entre escolas.

Figura 8. Lançamentos dos foguetes de água e ar comprimido da Escola Municipal Odair Lucio.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 9 mostra o lançamento da Escola Municipal Gilberto Rezende escolheu o lançamento de ar comprimido e água, e o resultado de maior distância foi de 57 metros.

Figura 9. Lançamentos dos foguetes de água e ar comprimido da Escola Municipal Gilberto Rezende Rocha Filho.



Fonte: Autores (2022).

A Escola Estadual Cívico – Militar Hercília Carvalho da Silva não obteve resultados. O protótipo escolhido foi de vinagre e bicarbonato de sódio e todas as equipes tiveram erros ao lançar, conseqüentemente foram desclassificadas para o

campeonato final. Cada escola participante buscou pesquisar e construir seus protótipos. A forma de lançamento também foi de escolha da escola.

3.2 Campeonato Final

A competição entre escolas ocorreu no dia 02 de abril de 2022 no campus I da Universidade de Gurupi, começou às 08h00min da manhã, onde quatro escolas participaram da competição entre elas. Sendo que três escolas competiram com lançamento de foguete de ar comprimido e água, e uma escola competiu entre as próprias equipes, na busca entre primeiro, segundo e terceiro lugar. A escola vencedora do protótipo de vinagre e bicarbonato de sódio foi o Centro de Ensino Médio de Gurupi com a maior distância de 87 metros. Para o protótipo de água e ar comprimido a equipe vencedora foi a da Escola Estadual Odair Lúcio com o maior alcance de 74 metros. A Figura 10 demonstra o final do projeto com o campeonato final entre as escolas, e a entrega de prêmios para as equipes campeãs.

Figura 10. Campeonato final entre as escolas.

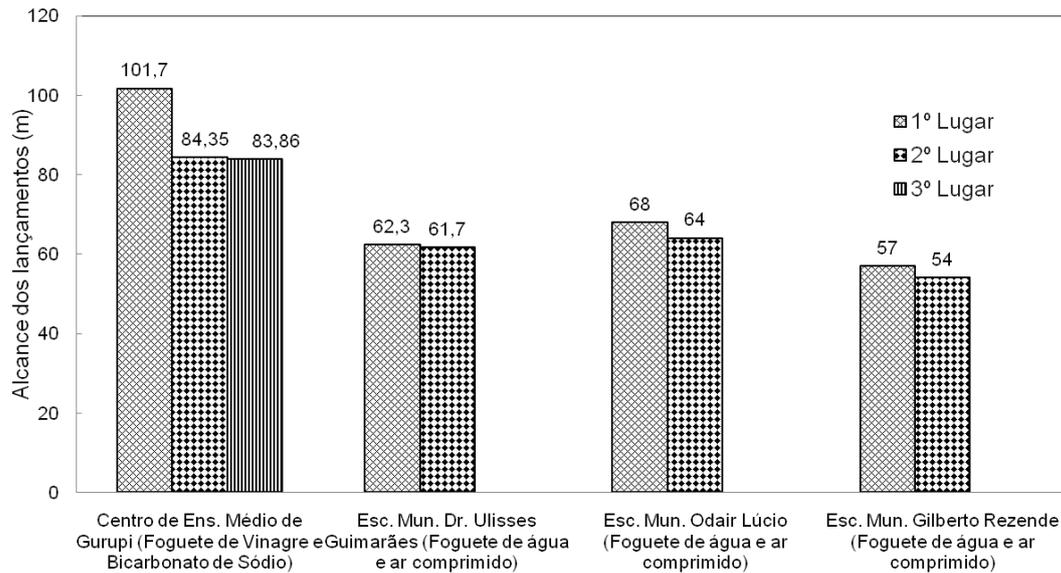


Fonte: Autores (2022).

3.3 Resultado dos lançamentos

O gráfico da Figura 11, mostra os resultados obtidos nos campeonatos internos de cada escola participante. A escola que utilizou o foguete de vinagre e bicarbonato de sódio (Centro de Ensino Médio de Gurupi) obteve aproximadamente 47% a mais no alcance dos lançamentos, comparado com as demais escolas que utilizaram o foguete de água e ar comprimido.

Figura 11. Alcance (m) dos lançamentos dos protótipos de foguete do tipo garrafa Pet e diferentes reagentes: desempenho dos campeonatos internos.

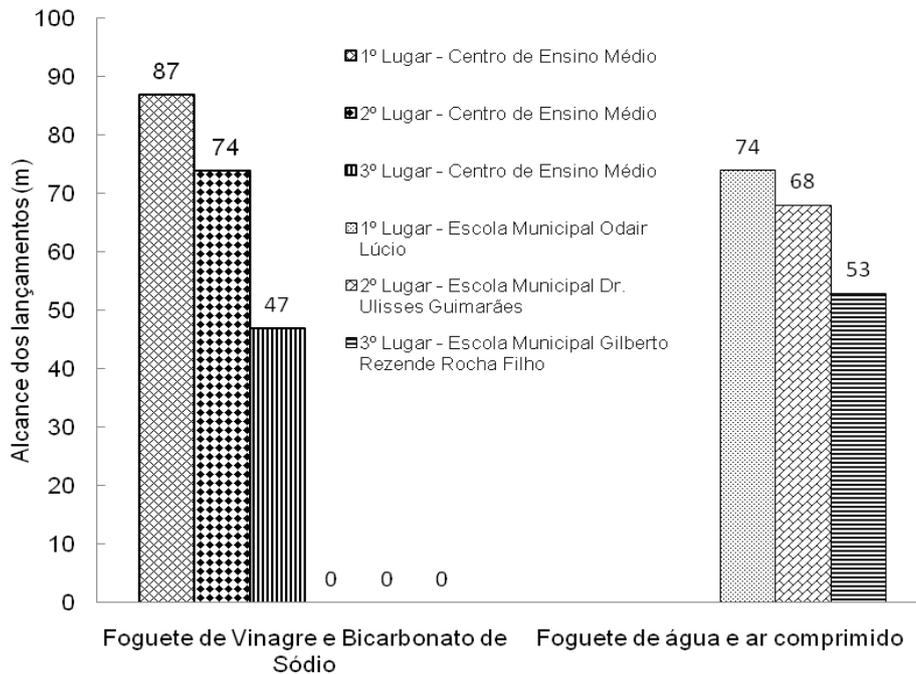


Fonte: Autores (2022).

O resultado do campeonato final entre as escolas é apresentado no gráfico da Figura 12. As equipes que utilizaram o protótipo do foguete de vinagre e bicarbonato de sódio obtiveram resultados do alcance do lançamento cerca de 6% maior na média do que as equipes que utilizaram o protótipo de água e ar comprimido.

O alcance do foguete de vinagre e bicarbonato de sódio foi cerca de 30% menor comparado à distância nos campeonatos internos. Já o de água e ar comprimido teve um desempenho parecido no campeonato final.

Figura 12. Alcance (m) dos lançamentos dos protótipos de foguete do tipo garrafa Pet e diferentes reagentes: desempenho do campeonato externo/final.



Fonte: Autores (2022).

As equipes vencedoras usando os reagentes vinagre e bicarbonato de sódio foram todas do Centro de Ensino Médio de Gurupi. O grupo do 1º lugar com uma distância de 87 metros, 2º lugar com 74 metros e 3º lugar com 47 metros.

As escolas vencedoras dos protótipos cujos reagentes usados foram a água e ar comprimido foram a Escola Municipal Odair Lúcio em 1º lugar com alcance de 74 metros, em 2º lugar a Escola Municipal Dr. Ulisses Guimarães com alcance de 68 metros, e em 3º lugar a Escola Municipal Gilberto Rezende Rocha Filho com alcance de 53 metros.

3.4 Percepção das escolares sobre o conhecimento associado a engenharia, matemática e física pela experiência do eixo foguete

Com a finalização do eixo foguete foram aplicados questionários para as Bolsistas IC Júnior das escolas, como forma de informar suas perspectivas dentro do projeto, e também suas dificuldades. Apenas 11 responderam, pois, houve evasão do projeto devido a transferência para outras escolas que não faziam parte do projeto e durante a execução do eixo.

A Figura 13 mostra o resultado da avaliação da ação após sua conclusão, evidenciando a satisfação das Bolsistas IC Junior e o que as motivou bem como suas pretensões futuras, juntamente com professores, em dar continuidade às atividades do projeto ou similares futuramente, a fim de dar continuidade e ampliar as possibilidades de implementar experiências educacionais no âmbito escolar.

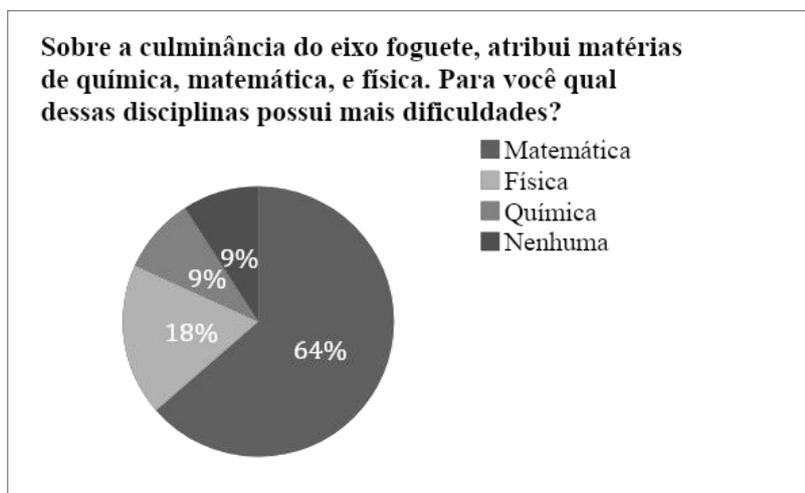
Figura 13. Resultado da avaliação de estudantes bolsistas de ICJ, dimensão “Satisfação das bolsistas diante do projeto”.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 14 mostra quais disciplinas na área de exatas as meninas (Bolsistas) possuem mais dificuldades, a matemática foi a mais votada com 64%. O objetivo foi mostrar como as dificuldades que as bolsistas IC Junior enfrentam nessas disciplinas. Verifica-se que a matemática é a mais complexa para elas, por ser mais da metade das alunas do ensino fundamental e ainda não tiveram aulas de química e física.

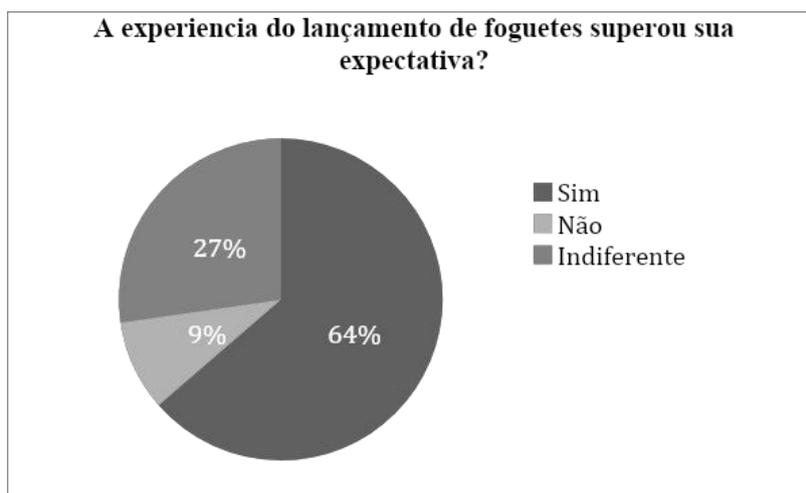
Figura 14. Resultado da avaliação de estudantes bolsistas de ICJ, dimensão “Disciplinas que as bolsistas têm mais dificuldades”.



Fonte: Autores (2022).

A Figura 15, mostra o resultado da avaliação ao questionar as estudantes se o projeto superou as expectativas enquanto bolsistas, algumas questionaram aos outros integrantes do projeto sobre a dificuldade que foi encontrar uma forma de ajudar todos os alunos que participaram das competições e como isso atribuiria o aprendizado deles, buscando ampliar a representatividade da percepção relatada por elas. Por esta razão, algumas bolsistas votaram indiferente e não, evidenciando que naturalmente as percepções dos estudantes permitem a aceitação da expressão de superação da expectativa ou mesmo indiferença, natural do processo da construção ativa e coletiva.

Figura 15. O eixo foguete superou suas expectativas.



Fonte: Autores (2022).

De acordo com as perguntas elaboradas para as bolsistas sobre o conhecimento adquirido durante o eixo, o que mais chamou atenção e foi destacado por elas referem-se ao trabalho feito em equipe e a experiência da construção do protótipo e a força do lançamento, estando as mesmas satisfeitas quanto a experiência ter contribuído para o despertar para os conhecimentos das áreas de exatas, engenharias e computação nas escolas, tendo a mulher seu lugar possível e necessário.

Algumas estudantes também citaram como a química influenciou na resposta advinda do foguete de vinagre e bicarbonato de sódio, o que as fizeram despertar quanto a aplicação concreta de um conhecimento teórico e posterior aplicação do mesmo na prática, passando pela problematização, com uma curiosidade sobre as reações químicas e como isso ajudaria no lançamento e seu respectivo alcance.

4. Conclusão

O projeto de iniciação científica “Elas na Engenharia: Por que não?” e seu objetivo de incentivar meninas das escolas públicas a ingressarem em cursos superiores da área de exatas, engenharias e computação conseguiu, com a presente experiência, evidenciar a importância das mulheres nesse meio de forma a contribuir para o entendimento quanto a igualdade de gênero nas profissões, sobretudo, nas áreas referidas. A experiência contou com a adesão das escolas, atingindo os escolares e professores, deixando o legado e as possibilidades de replicação nos anos seguintes, o que contribui para a sustentabilidade futura da ação nas escolas e assim a permanência contínua da motivação, especialmente de meninas para carreiras das áreas referidas. Esta abordagem poderá contribuir para a futura maior representatividade de mulheres em algumas profissões, marcadas pelo gênero masculino. Algumas empresas atualmente já buscam por mulheres no mercado das engenharias, pois tem mostrado ao mundo que são detalhistas, competentes e com habilidades tais quais organização e agilidade em favor das soluções de problemas. Contudo, sabe-se que ainda seja um grave problema de nossa sociedade o fator excludente de gênero em determinadas profissões, cabendo às universidades, a sociedade civil e governo atuarem ativamente na minimização deste problema de recorte histórico e recorrente cotidianamente no mundo atual.

O projeto realizou uma experiência com foguetes e garrafas pet, com meninas de escolas públicas da cidade de Gurupi-Tocantins, conseguindo promover evidências e fortalecer práticas de ensino aprendizagem, com interação escola universidade, de forma a despertar para visões de futuro quanto às profissões e atitudes frente aos desafios da sociedade, excludente de gênero feminino no mercado de trabalho. A construção dos protótipos dos foguetes possuiu um planejamento, um projeto, que é exatamente o que a engenharia se propõe. O lançamento dos protótipos usando diferentes reagentes evidenciou como a química,

física e matemática são importantes para o alcance do lançamento, evidenciando a integração dos conhecimentos e aplicação concreta dos conceitos. Isto foi fortalecido em medida que foi observada a reação química entre os dois componentes, vinagre e bicarbonato de sódio, a água com o ar comprimido gerando uma pressão para o lançamento, e a parábola formada pelo foguete ao lançar, com representatividade do conhecimento relativo também a matemática.

Os protótipos usando vinagre e bicarbonato de sódio tiveram alcance de 47% maior que o de ar comprimido e água. Já no campeonato entre escolas o foguete de vinagre e bicarbonato de sódio obteve um resultado de 6% maior que o de água e ar comprimido. Deixou claro que a reação química do vinagre e bicarbonato de sódio possui uma pressão maior ao lançamento que o processo físico de água e ar comprimido.

Portanto, o projeto no tocante a execução deste eixo integrador do conhecimento, denominado lançamento de foguete, contribuiu para o papel social e científico da universidade, ao buscar o engajamento da sociedade nas políticas institucionalizadas de ensino, pesquisa e extensão, com integração universidade-sociedade, e somando seus esforços as políticas de fomento do governo federal, tais quais está vigente política pública do CNPq. Isto porque visa estimular a formação de mulheres para as carreiras de ciências exatas, engenharias e computação no Brasil, bem como para despertar o interesse vocacional de alunas da Educação Básica e do Ensino Superior por essas profissões e para a pesquisa científica e tecnológica.

Neste sentido, encorajamos as universidades em articulação com os segmentos representativos das escolas públicas a continuarem realizando experiências educacionais significativas, podendo acessar recursos financeiros por meio dos editais e com a submissão de projetos, sendo o aporte de recurso fundamental para motivação das estudantes com bolsas de IC, professores e viabilização de materiais, comumente escassos para novas experiências. Da mesma forma, encorajamos as unidades escolares a buscarem as universidades para viabilização de experiências e/ou projetos em parceria, com integração aos seus respectivos projetos pedagógicos. Entende-se que grupos vulneráveis, dada a historicidade dos fatos e contextos, sobretudo em nosso País, requerem de políticas públicas e arranjos institucionalizados por parte do Estado para que, por exemplo, meninas estudantes de escolas públicas possam vislumbrar continuidade dos estudos e conquista de espaço das mulheres no mercado de trabalho, minimizando o fator excludente de gênero ora contextualizado no presente relato.

Referências

- Bem, J. S. D., Santos, M. D. L. D., Waismann, M., & Ferreira, R. H. D. S. (2021). Mulheres na engenharia: uma conquista importante num mercado de trabalho com tradição masculina.
- Berbel, N. A. N. (2012). *Estratégias de ensino-aprendizagem*. (32a ed.): Editora Vozes.
- Bião, L., Souza, & Pimentel, C. (n.d.). Mulheres Na Engenharia: Relato De Experiência Do Projeto Elas Mudam O Mundo Women In Engineering: Experience Report Of Women Change The World Project Categoria do Trabalho: Relato De Experiência Área Temática: Gênero e Sexualidade. <https://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/revistaextensao/article/download/2501/1571>
- Carneiro, S. G., Silva, G. C., Silva, L. A. da, Costa, V. G. da, & Silva, A. V. da. (2020). Mulheres Nas Ciências De Exatas, Engenharia E Computação: Uma Revisão Integrativa. *Humanidades E Tecnologia (Finom)*, 20(1), 159–175. http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/999
- Cerqueira, P. C., Pontes, E. A. S., & Melo, B. M. de. (2021). A mulher no mundo do trabalho: a escolha do curso “masculino” e a inserção no estágio. *Research, Society and Development*, 10(13), e209101321046. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21046>
- Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica. (n.d.). <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>
- Do Carmo Ferreira, F. (2014). DEL PRIORE, Mary. *Histórias e Conversas de Mulher*. São Paulo: Planeta do Brasil, 2013, 303 p. *História e Cultura*, 3(3), 381-384.
- Ferrari, N. C., Martell, R., Okido, D. H., Romanzini, G., Magnan, V., Barbosa, M. C., & Brito, C. (2018). Geographic and gender diversity in the Brazilian academy of sciences. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2 suppl 1), 2543–2552. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170107>
- Fouad, N. A., Chang, W.-H., Wan, M., & Singh, R. (2017). Women’s Reasons for Leaving the Engineering Field. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00875>.
- Garcia, L. D. S., & Conforto, E. (2012). A inserção feminina no mercado de trabalho urbano brasileiro e renda familiar. *Saúde em Debate*, 36(95), 523-532.
- Gonsalves, E. P. (2003). *Iniciação à pesquisa científica*. (3a ed.) Editora Alínea.

Hirata, H. (2018). Gênero, Patriarcado, Trabalho E Classe. *Revista Trabalho Necessário*, 16(29). <https://doi.org/10.22409/tn.16i29.p4552>

Lemes, H. C. D. S. Práticas sociais e identidades profissionais de mulheres engenheiras: problematizando gênero e resistência feminina nas relações de trabalho. 2020. 98 f. Dissertação(Mestrado Interdisciplinar em Educação, Linguagem e Tecnologias) - Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária Anápolis de Ciências Socioeconômicas e Humanas, Anápolis,GO.

Manske, L. P., & Dias, M. S. de L. (2022). A Divisão Sexual Do Trabalho E As Trajetórias Das Mulheres Na Engenharia Civil No Brasil. *Entropia*, 5(10), 60–75. <https://doi.org/10.52765/entropia.v5i10.343>

Mendes, A. T., Neto, A. P. De V., Mendes, K. C. M., & Silveira, M. De M. A Participação Das Mulheres Na Engenharia No Tocantins. 2020. Tcc (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Gurupi, Gurupi, 2020.

Mulheres no Sistema. (n.d.). *Engenheira*. <https://www.programamulherconfea.com/mulheresnoistema>

Oba - Olimpíada Brasileira de Astronomia. (n.d.). [Www.oba.org.br](http://www.oba.org.br). <http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&pag=conteudo&idconteudo=586&idcat=29&subcat=>

Rodrigues, L. R., Rocha, A. C., de Camargo Bortholin, R., & Marangoni, A. C. Projeto Interdisciplinar: Foguete A Propulsão De Água E Pressão De Ar.

Santos, E. F., & de Oliveira, C. M. G. (2019). Educação profissional feminina: uma análise do programa mulheres mil no IFS-Campus Lagarto. *Universidade Federal da Paraíba. Revista Temas em Educação*, 28(3).

Sousa De Oliveira, F. (2019). Universidade Federal De Mato Grosso Campus Universitário Do Araguaia Instituto De Ciências Exatas E Da Terra Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física - Polo Barra Do Garças Lançamentos De Foguetes Como Uma Ferramenta Pedagógica Para O Ensino De Física. https://ri.ufmt.br/bitstream/1/3160/1/DISS_2019_Fernando%20Sousa%20de%20Oliveira.pdf

Sutton, G. P., & Seifert, H. S. (1950). Rocket Propulsion Elements. *Physics Today*, 3(2), 31–32. <https://doi.org/10.1063/1.3066790>

Tavares, E., Lima, M., De, C., & Pereira-Guizzo, S. (N.D.). Por Que Não A Engenharia? Estratégias De Inclusão Das Meninas Nas Ciência Exatas. <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/616/1/por%20que%20n%c3%a3o%20a%20engenharia%20...%20getec.pdf>

Teixeira, Z., & Leone, E. T. (2005). As mulheres e o mercado de trabalho. www.universia.com.br.

Telles, P. C. D. S. (1997). Evolução geral da Engenharia no Brasil. *Engenharia: IE*, 521, 41-7.