

Construção de foguetes: possibilidades e propostas para o ensino de Química

Paulo Vitor Teodoro de Souza¹ (PG)*, Nicéa Quintino Amauro² (PQ), Rafael Cava Mori (PQ)³.

*paulovitor.teodoro@ifgoiano.edu.br

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Catalão/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEduC), Universidade de Brasília. ²Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia. ³Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC.

Palavras-Chave: foguetes, projetos de ensino, interdisciplinaridade.

RESUMO: ESTE TRABALHO APRESENTA PROPOSTAS DIDÁTICAS REALIZADAS POR MEIO DE PROJETOS DE ENSINO DE NATUREZA INTERDISCIPLINAR, QUE BUSCAM PROPICIAR MAIOR ENVOLVIMENTO DOS ALUNOS NAS ATIVIDADES ESCOLARES. SÃO DISCUTIDAS ALGUMAS PROPOSTAS BASEADAS NA CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE FOGUETES, TEMA RELACIONADO AO ENSINO DE CONTEÚDOS DE DISCIPLINAS ESCOLARES DE ÁREAS DIVERSAS. UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE FOGUETES NO ENSINO É APRESENTADA, DESTACANDO-SE O TEOR DAS PROPOSTAS APRESENTADAS NA LITERATURA E OS CONCEITOS CIENTÍFICOS TRABALHADOS POR MEIO DELAS. POR FIM, APRESENTAMOS UMA POSSIBILIDADE DE INTERVENÇÃO, CONCEBIDA COMO UM PROJETO DE PESQUISA-AÇÃO, DISCUTINDO BREVEMENTE ALGUNS RESULTADOS INICIAIS QUE HABILITAM A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COMO UM PROJETO COM POTENCIAL PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS EM QUÍMICA.

INTRODUÇÃO

As aulas de ciências são, muitas vezes, questionadas em seus aspectos teórico-metodológicos, pois geralmente a educação escolar prioriza aulas expositivas e sem aplicabilidade no contexto extraclasse. Assim, a busca por metodologias de ensino de Ciências tem sido um campo de investigação, primando pela superação de um modelo pedagógico voltado para a memorização de regras, nomes e fórmulas.

Diante disso, uma possibilidade de trabalho que estimula o protagonismo discente nas atividades, bem como a articulação de disciplinas de diferentes áreas do conhecimento, diz respeito à realização de projetos pedagógicos na escola. De acordo com Amaral e Guerra (2012), o desenvolvimento de projetos escolares fornece subsídios para uma pedagogia dinâmica, centrada na criatividade e com o foco na aprendizagem dos educandos.

Conforme proposto por Almeida (1999), a prática pedagógica por meio do desenvolvimento de projetos propicia o estreitamento das relações professor-aluno e aluno-aluno. Por sua vez, Leite (2007) argumenta que, ao participar de um projeto, o estudante inicia o processo de elaboração do conhecimento mediante práticas vivenciadas por ele. Ainda segundo o referido autor, o protagonismo se constitui como aspecto central da metodologia de projetos, uma vez que, nessa, o estudante deixa de ser apenas espectador em sala de aula e passa a ser capaz de desenvolver atividades complexas para a apropriação de um determinado objeto de conhecimento cultural. Para Hernández e Ventura (2007) e Faria e colaboradores (2012), tais metodologias também favorecem ao estudante assumir responsabilidades, fomentando a tomada de decisão e incentivando trabalhos coletivos e interdisciplinares.

O papel da escola, segundo Hernández e Ventura (2007), deve se orientar para a preparação dos alunos, com vistas a um convívio responsável e atuante na sociedade, contrariando a premissa da educação apenas para a aquisição de

conteúdos escolares. É importante salientar que o trabalho escolar via projetos articula as aprendizagens escolares aos conhecimentos prévios dos alunos, os desafiando a aplicar os conteúdos escolares e cotidianos em estratégias e procedimentos para a resolução de problemas.

Diante disso, o presente trabalho discute algumas propostas de ensino, baseadas na realização de projetos, focadas na construção de modelos de foguetes por parte dos estudantes. Como argumentaremos ao longo do texto, tais projetos possuem potencial para o ensino de conceitos químicos, ao mesmo tempo em que favorecem trabalhos interdisciplinares.

CONSTRUÇÃO DE FOGUETES: POSSIBILIDADES PARA PROJETOS

Tomita, Watanabe e Nebylov (2007), tratando especificamente do contexto japonês, relatam que a construção de foguetes possui grande apelo entre as crianças, integrando eventos festivos típicos daquele país. Trata-se, portanto, de uma estratégia que pode ser incorporada com bastante facilidade no ambiente escolar. Além disso, os autores mencionam que modelos de foguete empregando garrafas de Polietileno Tereftalato (PET), utilizando água pressurizada para a propulsão, são relativamente baratos, fáceis de elaborar e fáceis de testar. Suas limitações repousam na baixa capacidade propulsora (dadas as pequenas dimensões das garrafas PET que podem ser utilizadas) e em questões envolvendo segurança, como os limites da força estrutural do recipiente plástico em suportar altas pressões e a trajetória quase sempre errática dos foguetes lançados. Os pesquisadores argumentam que essas limitações podem gerar temas relevantes para o desenvolvimento de projetos de pesquisa por parte de estudantes universitários, no contexto de estudos envolvendo as áreas de Física e Engenharia Aeroespacial. Entre os temas passíveis de serem investigados nesses projetos estão as propriedades materiais das garrafas PET, a capacidade propulsora da água, a aerodinâmica dos modelos e a estabilidade do voo, entre outros.

Jayaram e colaboradores (2010) mencionam a existência de cursos introdutórios, para a carreira de Engenharia Aeroespacial, que buscam apresentar aos universitários calouros alguns conceitos e termos centrais, como princípios de aerodinâmica, desempenho, propulsão, estruturas e elementos sobre foguetes e mecânica orbital. Os pesquisadores relatam as atividades de um desses cursos, desenvolvido em uma universidade estadunidense, voltado para o desenvolvimento do que chamam de aspectos técnicos (conhecimento das ferramentas utilizadas nos ambientes profissionais, das formas de coletar e tratar dados e do estudo de variáveis como impulso, centro de massa e momento de inércia) e aspectos educacionais. Entre estes últimos encontram-se a capacidade de trabalhar em grupo, as habilidades comunicativas e o conceito de ética. De acordo com os autores, os projetos de construção de foguetes expõem os estudantes à excitação do exercício profissional de suas carreiras futuras, motivando-os para as demais disciplinas da graduação; criam um ambiente de competição amigável, estimulando a criatividade; visam propiciar um contexto de aprendizagem ativa, envolvendo habilidades de resolução de problemas, assim como a aquisição de um quadro conceitual; e promovem a articulação entre teoria e prática. No entanto, trata-se aqui da construção de modelos de foguetes mais elaborados, envolvendo materiais específicos, e não improvisações¹.

¹ Os dois trabalhos mencionados acima consideram as atividades de construção de foguetes como *hands-on projects*. Essa nomenclatura nos remete ao programa ABC da Educação Científica – Mão na Massa, desenvolvido em algumas localidades do Brasil. O projeto iniciou-se na década de 1990 com o programa estadunidense Hands On proposto por Leon Lederman (Prêmio Nobel de Física), estendendo-

Ainda tratando do contexto internacional, há o trabalho de Fletcher e colaboradores (1999), que afirma que os foguetes servem à demonstração de importantes princípios da Física, da Química e das Engenharias, e que a construção de modelos pode ser uma atividade interessante a ser incorporada à educação formal. Os autores relatam então atividades envolvendo a construção de modelos utilizando papel alumínio e combustíveis sólidos, como a parafina – modelos que, segundo afirmam, conseguem voar até cerca de 6 m de altura. Segundo os autores, apesar da existência de modelos de foguetes prontos no mercado, é mais vantajosa a criação de protótipos, por parte dos próprios alunos, na sala de aula. Assim, eles têm a oportunidade de verificar a influência de diversas variáveis (quantidade de materiais empregados, comprimento do foguete, *design* como um todo, entre outras) no desempenho de seus modelos. Ao contrário das outras propostas que apresentamos acima, trata-se aqui de uma atividade que envolve certos riscos – os autores mencionam, inclusive, que os estudantes participantes das atividades devem estar munidos de óculos de proteção, e que cuidados devem ser tomados para se evitar incêndios –, já que os lançamentos dos modelos dependem de uma reação química de combustão. O trabalho também relata atividades envolvendo foguetes com propulsão a água pressurizada. Nesse caso, a abordagem de conteúdos de Química é prejudicada, destacando-se conceitos físicos, notadamente, aqueles associados à Terceira Lei de Newton. Em todo caso, é o mesmo princípio que aparece envolvido em qualquer das atividades: a conservação da energia.

Kagan, Buchholtz e Klein (1995) descrevem a construção de modelos de foguetes, utilizando garrafas PET com capacidade para 2 l, também com propulsão a água. Os autores afirmam que tais modelos podem voar a até 20 m de altura. Mencionam também que o movimento desses foguetes pode ser descrito por meio de uma Física que envolve a Segunda Lei de Newton, os conceitos de momento e velocidade relativa, o escoamento de fluidos e o princípio de Bernoulli, e a expansão adiabática de um gás ideal. Ao desenvolver um modelo para explicar o comportamento de um foguete em miniatura, os autores ilustram a forma como a Física pode ser aplicada em problemas da vida real, e afirmam que tal aspecto pode chamar a atenção dos estudantes.

No contexto brasileiro também há trabalhos que relatam a construção de modelos de foguetes em atividades didáticas (SOUZA, 2007; SOUZA e AMAURO, 2015).

Oliveira (2015) apresenta uma atividade envolvendo a construção de modelos de foguetes por parte de estudantes do 8º ano do ensino fundamental. Segundo o autor, tais atividades foram precedidas por uma etapa de pesquisa, realizada também pelos estudantes, em que quatro tipos diferentes de propulsão se tornaram candidatas a serem utilizadas nos modelos reais. Além da propulsão mecânica por meio de água pressurizada, os alunos sugeriram também três possibilidades de propulsão química: a

se à França em 1995 com o apoio de Georges Charpak (outro Prêmio Nobel de Física), onde adotou a denominação La Main à la Pâte. Aportou ao Brasil em 2001 como atividade de cooperação entre as academias de ciências brasileira e francesa, conduzida inicialmente em escala piloto por três centros, a Estação Ciência, a Fundação Oswaldo Cruz e o Centro de Divulgação Científica e Cultural. O Mão na Massa apresenta uma metodologia para o ensino de ciências baseada na investigação, com grande ênfase na educação infantil e nas séries iniciais do ensino fundamental. O programa preconiza a realização de atividades diferenciadas em sala de aula, priorizando a discussão, o planejamento, a experimentação e a observação, articulando a aprendizagem do conhecimento científico com o desenvolvimento das expressões oral e escrita (SCHIEL; ORLANDI, 2009). Tais características podem ser claramente observadas nos relatos de atividades envolvendo construção de foguetes mencionados até então, e em demais projetos que revisaremos ao longo desta seção.

partir da combustão do nitrato de potássio; pela junção de gelo seco com água; e, finalmente, pela reação entre vinagre (solução de ácido acético) e bicarbonato de sódio. O pesquisador também relata as atividades dos alunos durante a construção dos modelos – em que se elegeu a propulsão mecânica, que empregaria materiais mais acessíveis –, mencionando a ampla participação da classe e a riqueza dos debates desenvolvidos. Tais atividades, que culminariam no lançamento dos modelos, teriam possibilitado o estudo de diversos conceitos relativos à Física Clássica, especialmente, as Leis de Newton.

Leão, Oliveira e del Pino (2015) apresentam uma outra possibilidade para o lançamento de modelos de foguetes em sala de aula. Com efeito, se todos os trabalhos mencionados anteriormente incluíram o lançamento vertical dos modelos produzidos, esses autores lembram que tais modelos podem ser pensados também como “carrinhos”, visando lançamentos horizontais. Também diferentemente dos outros relatos, aqui os autores situam tal atividade no ensino de Química, embora tenham empregado ar comprimido no processo de propulsão. De qualquer forma, as propulsões via ar comprimido ou via reações de combustão operam de modo análogo. Assim, consideram que esse tipo de atividade pode auxiliar no ensino dos seguintes conteúdos: Terceira Lei de Newton, pressão atmosférica e as já mencionadas reações de combustão. Outro diferencial desse relato é o fato de ele envolver atividades realizadas com professores atuantes nas séries iniciais do ensino fundamental. Tais professores, respondendo a um questionário proposto pelos pesquisadores, demonstram ter apreciado a atividade do foguete-carrinho, sendo que 60% afirmaram que provavelmente a utilizarão em suas aulas.

Cuzinato e colaboradores (2015) descrevem atividades de extensão universitária realizadas por um docente e por sete discentes de cursos diversos (Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Engenharia Química e Engenharia de Minas). Tais atividades, visando despertar o interesse de alunos dos ensinos fundamental e médio pelas disciplinas de Física e Matemática, envolveram a elaboração de modelos de foguetes. Segundo os autores, a observação do lançamento dos foguetes (neste caso, equipados com paraquedas, facilitando a recuperação dos modelos) pode sugerir o estudo de diversos conteúdos e conceitos em Física: Segunda e Terceira Leis de Newton, gravitação, cinemática, balística e centro de massa.

Por fim, Souza (2007) fornece uma descrição detalhada sobre a montagem e o lançamento de um modelo de foguete, com propulsão a ar ou a água pressurizada. O autor menciona que o assunto compreende diversos conteúdos sobre Física, fornecendo uma lista exaustiva que, de certa maneira, serve como uma revisão de todos os conceitos abordados nas propostas que comentamos acima: Segunda e Terceira Leis de Newton, momento linear, velocidade relativa, escoamento de fluidos e expansão adiabática de um gás.

Portanto, as possibilidades para a construção e para o lançamento de modelos de foguetes podem se inserir em um conjunto bastante amplo de áreas estudadas em nível fundamental e médio nos cursos de Física: Mecânica (resistência dos materiais, forças, momento de inércia, Leis de Newton, impulso, pressão, centro de massa), Cinemática (leis do movimento, velocidade relativa, balística), Astronomia (gravitação, mecânica orbital), Termodinâmica (conservação da energia, expansão adiabática de gases) e Fluidodinâmica (aerodinâmica, escoamento de fluidos, equação de Bernoulli, equação de continuidade).

Por outro lado, existem também os projetos que, como vimos, buscarão aproximar o tema dos foguetes de conceitos estudados em Química. Nesse caso, as possibilidades praticamente se restringem aos estudos das reações químicas em geral

e, especificamente, das reações de combustão. No entanto, o fato de as reações químicas se constituírem em um conceito central da Química (ROSA; SCHNETZLER, 1998) favorece a que diversas subáreas ou outros conteúdos possam ser abordados em atividades que as envolvam. Assim, as atividades com foguetes que mencionamos sugerem o uso de combustíveis sólidos, especialmente a parafina, substância (na realidade, conjunto de substâncias) que se insere junto aos conteúdos iniciais da Química Orgânica do ensino médio; a combustão do nitrato de potássio, também sugerida como forma de propulsão dos modelos, pode integrar conteúdos sobre Termoquímica; e a reação entre ácido acético e bicarbonato, que libera gás carbônico e pode ajudar na propulsão, serve à abordagem de diversos conteúdos, como o conceito de reagente limitante nos estudos sobre Estequiometria.

Um resumo dos conceitos e conteúdos de Física e Química, passíveis de serem abordados juntamente à construção e ao lançamento de modelos de foguetes, é apresentado no Quadro 1. O quadro considera os tipos de propulsão mais utilizados entre as atividades relatadas na literatura.

Quadro 1: conceitos e conteúdos de Física e Química associados aos tipos de propulsão empregados nos modelos para uso em atividades didáticas.

propulsão	conteúdos	conceitos
mecânica (ar ou água pressurizada)	Mecânica	resistência dos materiais, forças, momento de inércia, Leis de Newton, impulso, pressão, centro de massa
	Cinemática	leis do movimento, velocidade relativa, balística
	Astronomia	gravitação, mecânica orbital
	Termodinâmica	conservação da energia, expansão adiabática de gases
	Fluidodinâmica	aerodinâmica, escoamento de fluidos, equação de Bernoulli, equação de continuidade
química (reação de combustão ou reações envolvendo liberação de gases)	Química Orgânica	parafinas
	Termoquímica	reação de combustão
	Estequiometria	reagente limitante

Os projetos que revisamos é também consideramos, em geral, que a atividade de construir e lançar modelos de foguetes é interessante e motivadora para a aprendizagem de conceitos científicos; pode ser mobilizada para outras aprendizagens, relacionadas à sociabilização; e, finalmente, possui um aspecto lúdico e divertido.

Além disso, observamos que o uso de foguetes é relatado em atividades compreendendo diversos níveis de ensino: desde o ensino de ciências na educação básica (ensinos fundamental e médio, no caso do Brasil); passando por atividades com

caráter de divulgação científica, em trabalhos de extensão dirigidos a um público diversificado; até graduandos de cursos como Física e Engenharia Aeroespacial; e, finalmente, professores de ciências em processo de formação contínua.

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA E RESULTADOS INICIAIS

Diante do exposto, desenvolvemos um projeto de intervenção didático-pedagógica em uma instituição pública de ensino na cidade de Catalão-GO. A proposta teve como foco principal a inserção dos estudantes da educação básica como protagonistas do processo de ensino-aprendizagem, e se inspirou nos trabalhos supracitados, envolvendo projetos de construção e lançamento de modelos de foguetes.

Concebemos esta investigação conforme os pressupostos da pesquisa-ação. Nessa modalidade investigativa o pesquisador atua como um participante que, diante de uma problemática, juntamente com os demais sujeitos com ela envolvidos, busca refletir e elaborar hipóteses sobre os problemas identificados (ENGEL, 2000).

Para a realização da pesquisa contamos com a participação e o envolvimento de 80 estudantes da primeira série do ensino médio. Nossa questão de pesquisa foi enunciada como: *que experiências a construção e o lançamento de foguetes – entendida como uma estratégia didática para o ensino de Química em articulação com outras disciplinas – poderia proporcionar a esses sujeitos?*

Para a coleta de dados foram utilizadas 9 aulas, cada uma com duração de 50 minutos. Durante a intervenção na escola registramos as atividades a partir de fotografias, da produção escrita dos estudantes e de gravações em áudio. As aulas foram organizadas segundo a sequência exposta no Quadro 2.

Quadro 2: aulas e atividades.

Aula(s)	Atividade(s)
1	Pesquisas na <i>internet</i> , por parte dos estudantes, sobre como poderiam ser construídos os modelos de foguetes.
2 e 3	Registro no quadro negro, por parte do docente, dos possíveis materiais a serem empregados na construção dos foguetes. Os materiais mais mencionados na listagem (garrafa PET, fita adesiva, areia, tesoura, papelão, alfinete, régua, saco plástico, chapas de raios-X) foram trazidos à sala de aula pelos próprios alunos, na Aula 3. Discussões iniciais de conceitos escolares relevantes para a compreensão das atividades com os foguetes: transformações físicas e químicas, reações químicas, Leis de Newton e formas geométricas.
4 e 5	Palestra de especialista em Astronomia, sobre o tema “lançamento de foguetes na atualidade”. Discussão, com participação do convidado, sobre questões de segurança e integridade física a serem observadas no momento de lançamento dos modelos.
6 e 7	Construção dos modelos de foguetes, pelos alunos reunidos em grupos, e observando-se as orientações da <i>internet</i> , as discussões ocorridas nas Aulas 2 e 3 e a palestra e discussão ocorridos nas Aulas 4 e 5.
8 e 9	Testes e lançamentos dos foguetes.

Neste trabalho faremos apenas o relato de alguns resultados iniciais obtidos com a aplicação dessa proposta didática.

Na Aula 1 foi perceptível a motivação dos educandos, ao realizar suas pesquisas, por assuntos que extrapolavam os conteúdos específicos de sala de aula. Assim, foi necessário intervir para que suas consultas adquirissem maior foco, centrando-se em temas que se relacionassem com a construção e o lançamento de foguetes com materiais alternativos.

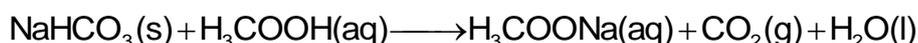
Nas Aulas 2 e 3 percebemos que alguns alunos se envolveram nas discussões mais do que outros. Por exemplo, alguns grupos se adiantaram e trouxeram foguetes prontos, construídos com garrafas PET. Dialogamos com os estudantes sobre os materiais empregáveis na construção dos foguetes e discutimos os fatores interferentes que poderiam diminuir a distância de alcance após o lançamento. Por exemplo, o formato da garrafa interfere na resistência do ar, sendo a escolha por garrafas mais ou menos cilíndricas um fator importante para a aerodinâmica dos foguetes. Nesse momento as discussões centraram-se em conceitos de Física. Outros conteúdos mobilizados tinham origem na Matemática, já que as discussões conduziram a turma para o estudo de conceitos de Geometria (plana e espacial), como área da circunferência e volume do cilindro. Tais conceitos foram aplicados na tomada de medidas dos materiais empregáveis na construção dos modelos, utilizando-se régua e equações matemáticas. Além de tentarmos integrar conteúdos de Física e Matemática, explicitamos aos educandos que eles poderiam explorar sua criatividade para customizar os foguetes, buscando, inclusive conhecimentos trabalhados nas aulas de Artes para ajudá-los no acabamento dos protótipos.

Relatemos como foram trabalhados os aspectos relacionados à Química. Inicialmente, o professor solicitou aos estudantes para que apontassem exemplos de transformações de materiais. Foram citados: repartir uma folha, cortar madeira, evaporação da água, apodrecimento de frutas, queima de materiais, confecção de bolo, dentre outros. O docente então conduziu os alunos a observarem que tipos de mudanças (cor, textura, volume, tamanho, formato, estado físico) teriam ocorrido nos materiais envolvidos nessas transformações. Com a construção de um quadro, foi possível observar que alguns desses exemplos envolviam mudanças na composição dos materiais. A partir daí, foram introduzidas algumas considerações sobre os conceitos de transformação física e transformação química. Examinando-se o caso das transformações químicas, foram introduzidos novos conceitos: reagente(s), produto(s), coeficientes estequiométricos. Então, explicou-se que uma das formas de propulsão que poderia ser utilizada para o lançamento dos foguetes seria a decorrente de uma reação química. A reação sugerida foi a produção de gás carbônico por meio da mistura entre ácido acético e bicarbonato de sódio. Percebeu-se que os estudantes já possuíam alguns conhecimentos prévios sobre as propriedades desses reagentes. Explicou-se que o ácido acético pode ser encontrado no vinagre, e mais conteúdos químicos puderam ser apresentados, como os conceitos de solução, soluto e solvente.

A reação química entre ácido acético e bicarbonato de sódio recebeu algumas representações no quadro negro. A primeira foi:

fermento químico + vinagre \longrightarrow acetato de sódio + água + gás carbônico

Mais tarde, foi apresentada a seguinte representação:



Ao incentivar que os estudantes compreendessem as relações e correspondências entre as duas formas, foi possível abordar alguns aspectos concernentes aos níveis de representação do conhecimento químico (JOHNSTONE, 1982), articulando-se os níveis macroscópico e simbólico. Para finalizar a aula, explicou-se que seriam utilizados 500 ml de vinagre e 250 g de fermento, sem que se mencionasse a questão da proporcionalidade entre reagentes e produtos – embora o processo de balanceamento de uma equação química tivesse sido tangenciado.

As Aulas 4 e 5, com o auxílio do palestrante convidado, levaram a que os alunos entendessem que os foguetes são um tipo de veículo que se desloca em alta velocidade, com a função de transportar cargas e pessoas ao espaço. Segundo o convidado, anualmente centenas de foguetes são lançadas ao espaço, movimentando cerca de 25 bilhões de dólares por ano. Além disso, a palestra trouxe à discussão alguns fatos históricos, por exemplo, a corrida espacial ocorrida durante a Guerra Fria. Por fim, quanto às questões de segurança envolvendo o lançamento dos modelos, ressaltou-se que a distância mínima (entre estudantes e modelo) a ser observada no lançamento seria de 3 m, e o traje mais adequado para atividade seria avental, óculos de segurança, calça e sapato fechado.

Por fim, as Aulas 6 a 9 envolveram a construção e o lançamento dos modelos. Os estudantes se envolveram intensamente nessas atividades. Notou-se que os educandos gostam desse tipo de aula. Além dos conteúdos específicos que pudemos abordar durante a realização do projeto, possibilitamos a socialização, o trabalho em equipe e estimulamos a inserção dos alunos em um processo de resolução de problemas.

CONCLUSÕES

A proposta de trabalho por nós apresentada almeja um ensino diferente daquele em que os estudantes são meros expectadores no processo de ensino-aprendizagem. A situação-problema apresentada, no caso, a construção e o lançamento de modelo de foguetes, buscou trabalhar conhecimentos químicos de forma articulada com conteúdos de outras disciplinas, como Física, Geografia, Matemática e Artes e História.

Nesse sentido, cumpre relatar um fato que não mencionamos na seção anterior. No dia do lançamento dos foguetes houve também a participação de docentes de outras disciplinas, como Geografia, Português, Biologia e Artes. Observemos, no entanto, que isso não necessariamente caracteriza a atividade com tendo sido interdisciplinar. Autores como Pires (1998) e Pombo (2005) discutem a questão; este último, inclusive, recorda que nem sempre “o todo não é a soma das partes” (p. 10). Assim, unir professores de diferentes áreas do conhecimento para discutir um determinado assunto não implica, obrigatoriamente, na realização de uma atividade interdisciplinar. Para que alguma proposição seja interdisciplinar deve haver, primeiramente, uma *inter*-relação, envolvendo integração recíproca e diálogo, para além de mero complemento. Portanto, se este trabalho talvez não possa ser caracterizado como interdisciplinar, ao menos inicia uma inter-relação entre diferentes disciplinas e contribui para atenuar a incomunicabilidade entre diferentes saberes.

A proposta viabilizou a abordagem, mais ou menos aprofundada dependendo caso, dos seguintes conteúdos em Química, muitos dos quais não estão referidos no Quadro 1: evidências de transformações químicas, balanceamento de equações, substâncias, misturas e representações de fenômenos químicos. Além de abordar esses conceitos (e conceitos de outras disciplinas), o trabalho também proporcionou

estímulos à criatividade dos estudantes e fortaleceu os laços entre alunos, mediante o trabalho em equipe.

Enfrentando as dificuldades vividas pelos profissionais da maioria das escolas de educação básica no Brasil – envolvendo infraestrutura, condições de trabalho precárias, pouco incentivo para formação continuada e desvalorização do magistério –, a proposta apontada neste trabalho procura superar um ensino de ciências fragmentado e sem aplicabilidade em um contexto não escolar.

O presente estudo não se esgotará no presente trabalho que, como afirmamos, apresenta apenas resultados iniciais, e que poderão ser diferentes se analisados em outros contextos. No entanto, acreditamos no potencial transformador que a divulgação de tais ações possui, já que elas podem inspirar e mobilizar outros agentes envolvidos com a luta por condições de trabalho, reconhecimento/valorização da profissão docente e ensino de qualidade para os jovens brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. B. **Projeto**: uma nova cultura da aprendizagem. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1999.

AMARAL, C. L. C.; GUERRA, A. S. Utilizando a pedagogia de projetos para despertar o interesse da ciência em alunos do Ensino Fundamental II. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2012.

CUZINATTO, R. R.; D'AMBROSIO, A. M.; ANDRADE, H. F.; DUARTE, B. R.; LORENCETTI, V. C.; MAÉSTRI, S. A.; MARTINS, R. D.; TOLEDO FILHO, M. F. Rocketeers UNIFAL-MG: o ensino de física através do lançamento de foguetes artesanais. **Revista Ciência em Extensão**, Botucatu, v.11, n. 3, p. 40-62, 2015.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 16, p. 181-191, 2000.

FARIA, T. M.; BRITO, B. A.; PAULA, S. M.; MATOS, V. S.; TELES, D. R. F.; CLEMENTE, T. M.; GOMES, I. J. M. T.; CUNHA, A. M. O. O papel do ensino por projetos na construção de conhecimento científico: trabalhando conceitos de educação ambiental utilizando formigas como objeto de estudo. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 9-23, 2012.

FLETCHER, A. S.; CATO, J. A.; BARRET, J. A.; HUEBNER, J. S. Micro-rockets for the classroom. **American Journal of Physics**, New York, v. 67, p. 1031-1033, 1999.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas.

JAYARAM, S.; BOYER, L.; GEORGE, J.; RAVINDRA, K.; MITCHELL, K. Project-based introduction to aerospace engineering course: a model rocket. **Acta Astronautica**, Elmsford, n. 66, p. 1525–1533, 2010.

JOHNSTONE, A. Macro and microchemistry. **School Science Review**, Hatfield, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982

KAGAN, D.; BUCHHOLTZ, L.; KLEIN, L. Soda-bottle water rockets. **The Physics Teacher**, Washington, v. 33, p. 150-157, 1995.

LEÃO, M. F.; OLIVEIRA, E. C.; DEL PINO, J. C. Formação de professores voltada para promover aprendizagens com significado por meio de um ensino dinâmico. **Pedagogia em Foco**, Iturama, v. 10, n. 4, p. 4-18, 2015.

LEITE, L. H. A. Pedagogia de projetos e projetos de trabalho. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 13, n. 73, p. 62-69, 2007.

OLIVEIRA, A. C. Viagem às alturas: confecção de foguetes com garrafas PET. **EBR – Educação Básica Revista**, Sorocaba, v. 1, n. 2, p. 135-141, 2015.

PIRES, M. F. C. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 173-182, 1998.

POMBO, O. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 3-15, 2005.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 8, p. 31-35, 1998.

SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de ciências por investigação**. São Carlos: Centro de Divulgação Científica e Cultural/Compacta Gráfica e Editora, 2009.

SOUZA, J. A. Um foguete de garrafas PET. **Física na Escola**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 4-11, 2007.

SOUZA, P. V. T.; AMAURO, N. A construção e lançamento de foguetes como estratégia potencial na busca por aulas interdisciplinares – um estudo de caso. **Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n.22, p. 91-99, 2015.

TOMITA, N.; WATANABE, R.; NEBYLOV, A. V. Hands-on education system using water rocket. **Acta Astronautica**, Elmsford, n. 63, p. 1116-1120, 2007.