

DO SIMULADOR AO FOGUETE: UMA SEI SOBRE LANÇAMENTO OBLÍQUO E ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Natan Trovó Lino¹

¹ Colégio Franciscano Nossa Senhora Aparecida, São Paulo (SP), natantrovolino@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação se consolidou como uma abordagem didática relevante para a promoção da Alfabetização Científica, deslocando o foco da memorização de conceitos para o desenvolvimento de práticas epistêmicas, como a proposição de hipóteses, a análise de dados e a construção de explicações baseadas em evidências (CARVALHO, 2018; SASSERON, 2018). No contexto do ensino de Física, especificamente na cinemática, é comum que os estudantes enfrentem dificuldades em conectar as equações matemáticas aos fenômenos reais. O lançamento oblíquo, muitas vezes tratado de forma abstrata, pode oferecer uma oportunidade rica para a investigação de variáveis físicas e a análise de erros experimentais.

Neste trabalho, relatamos uma experiência didática desenvolvida com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, pautada na estrutura de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) (CARVALHO, 2018). O objetivo do relato é descrever como a estruturação da SEI, partindo de um modelo virtual idealizado para uma experimentação física real, criou um cenário de conflito cognitivo propício para o desenvolvimento da argumentação científica baseada no padrão CER de um argumento (Claim-Evidence-Reasoning) (MCNEILL; KRAJCIK, 2008).

METODOLOGIA

As atividades foram realizadas em uma escola particular de educação básica da cidade de São Paulo (SP), envolvendo cerca de 150 estudantes da 1ª série do Ensino Médio, organizados em grupos de até 4 integrantes. A SEI foi desenvolvida de forma interdisciplinar (Física e Química) e executada ao longo de um trimestre, dividida em três etapas principais:

i. Problematização e Elaboração de Hipóteses:

Inicialmente, os estudantes utilizaram o simulador virtual PhET para investigar as variáveis do lançamento oblíquo em um ambiente sem a resistência do ar. Guiados por um roteiro investigativo, os grupos testaram lançamentos com diferentes ângulos e velocidades, chegando à hipótese coletiva de que o ângulo de 45° proporciona o maior alcance horizontal.

ii. Investigação Empírica (Experimento Físico):

Na etapa seguinte, os alunos construíram e lançaram foguetes de garrafa PET, impulsionados pela reação de vinagre com bicarbonato de sódio. A atividade exigiu o controle de variáveis, como a

proporção de reagentes e o ângulo da base de lançamento, e a coleta de dados experimentais. Os lançamentos foram filmados pelos estudantes, para posterior análise do tempo de voo, e houve a medição do alcance horizontal com o auxílio de uma trena.

iii. Sistematização e Argumentação:

A etapa final consistiu na produção de um Texto de Argumentação Científica. A proposta demandava que os estudantes comparassem os resultados experimentais obtidos com as previsões teóricas que foram calculadas a partir das equações do lançamento oblíquo. O processo de escrita seguiu um ciclo formativo: (i) planejamento, (ii) escrita da primeira versão, (iii) correção externa por um profissional da área de linguagens, (iv) devolutiva docente e escrita da versão final. A avaliação da versão final foi feita pelos docentes de Física e Química, utilizando uma rubrica adaptada do referencial de McNeill e Krajcik (2008), focada na estrutura de Alegação, Evidência e Raciocínio. O papel do professor, durante todo o processo, foi de mediador, instigando a reflexão sobre as discrepâncias entre o modelo ideal e os dados reais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação da SEI revelou que a estrutura da atividade foi importante para o engajamento dos estudantes. O contraste entre a “Física ideal” do simulador e a “Física real” dos foguetes gerou o conflito necessário para a investigação.

Enquanto no simulador o resultado era previsível, na quadra da escola os grupos obtiveram diferentes alcances horizontais para lançamentos com um ângulo 45° ou alturas que não condiziam com os cálculos teóricos. Os "erros" foram explorados pela mediação docente não como uma falha, mas como um problema a ser investigado. A partir disso, a discussão em sala migrou da simples conferência de gabarito para a análise de fatores reais: resistência do ar, aerodinâmica da garrafa, estabilidade da base, erros de medição, duração da reação química e vedação do sistema.

A produção textual (etapa iii) evidenciou a apropriação desse processo investigativo. Os textos mostraram que os alunos conseguiram utilizar os dados anômalos para construir argumentos complexos. Apresentamos abaixo um trecho do argumento de um estudante cuja hipótese inicial de que “A altura máxima atingida pelo foguete será menor que a altura calculada (prevista) por causa de fatores externos” foi refutada:

"Os dados mostram que a hipótese estava incorreta, já que o foguete atingiu uma altura maior do que a prevista. Isso pode indicar que a base se movimentou durante o lançamento [...]. Além disso, pode ter ocorrido uma reação química prolongada, continuando a liberar gases mesmo após o início do voo."

Neste trecho, percebe-se que os objetivos da SEI foram atingidos: o aluno não descartou o dado real para comprovar as previsões teóricas. Pelo contrário, ele utilizou a teoria para investigar as possíveis causas da divergência dos resultados experimentais, como a influência da reação química prolongada e a movimentação da base de lançamento.

Já os grupos que conseguiram resultados próximos ao ideal também precisaram justificar suas conclusões com rigor teórico, como observado na produção textual de outro estudante:

"O ângulo de 45° foi escolhido porque [...] as componentes horizontal (V_{ox}) e vertical (V_{oy}) da velocidade inicial são iguais, possibilitando o cálculo da velocidade inicial resultante e a previsão da altura máxima, garantindo um equilíbrio entre o tempo que o foguete permanece no ar e sua velocidade horizontal constante."

A avaliação dos textos, feita através de rubricas adaptadas, indicou que os processos de escrita e reescrita, durante as etapas de planejamento, primeira versão e versão final, foram fundamentais para que os estudantes organizassem o pensamento e construíssem entendimentos sobre as variáveis do lançamento oblíquo, conectando as evidências observadas na atividade experimental com as leis de movimento e a cinemática vetorial discutidas em sala.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada demonstra que o ensino de Física, quando pautado no ensino por investigação e estruturado para fomentar a argumentação, pode potencializar a aprendizagem de conceitos complexos como o lançamento oblíquo. A abordagem permitiu que os estudantes não apenas atingissem resultados previstos teoricamente, mas compreendessem as limitações dos modelos ideais frente à realidade experimental.

Observou-se, ainda, que as habilidades argumentativas desenvolvidas nesta SEI foram evidenciadas em outras atividades avaliativas, em que os estudantes passaram a utilizar a estrutura CER com maior autonomia. Conclui-se que a integração entre práticas experimentais investigativas e produção textual é uma estratégia com alto potencial para o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino Médio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Colégio Franciscano Nossa Senhora Aparecida, em especial à direção, à orientação pedagógica, à coordenação pedagógica e à equipe de Ciências da Natureza da escola, pela parceria na condução da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765- 794, 2018.

SASSERON, L. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

MCNEILL, K. L.; KRAJCIK, J. Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. *In*: COFFEY, J.; DOUGLAS, R.; BINDER, W. (Ed.). **Science Assessment: Research and Practical Approaches**. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press, 2008.