

CONTRIBUIÇÕES DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA CINÉTICA QUÍMICA E NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.

Mariana Gomes Barbosa¹, Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral², Aguinaldo Robinson de Souza³

¹ Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, mg.barbosa@unesp.br

² Universidade Estadual Paulista, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, patricia.cabral@unesp.br

³ Universidade Estadual Paulista, Departamento de Química, Faculdade de Ciências, aguinaldo.robinson@unesp.br

INTRODUÇÃO

Há uma parcela significativa dos estudantes que apresentam dificuldades em compreender conteúdos de ciências e, especialmente, de química, quando a abordagem utilizada é a tradicional, conteudista e pouco conectada ao cotidiano. Nesta abordagem os estudantes se desinteressam e sentem-se pouco motivados pelo ensino de ciências. De acordo com Pereira e Oliveira (2013) isso ocorre principalmente no ensino médio, pois a disciplina de ciências desmembra-se em Biologia, Física e Química. Nessa fase, o aluno começa a ter uma visão mais aprofundada sobre cada disciplina, algumas contendo cálculos, outras com conteúdo sobre a estrutura da matéria e outras sobre seres vivos e, por conta disso, começa a sentir mais dificuldade no aprendizado, pois são mais informações para o aluno, em comparação ao Ensino Fundamental. Este cenário pode ser um dos motivos do desinteresse pelo ensino de ciências levando à uma falta de motivação a aprender.

Em vista do apresentado acima, a adoção de metodologias ativas e investigativas torna-se um caminho eficaz para promover aprendizagens significativas e, recompor o interesse ao aprender ciências. O referencial teórico que fundamenta este estudo abrange três eixos principais: o Ensino por Investigação, a Alfabetização Científica e o Ensino de Cinética Química.

O Ensino por Investigação, segundo Cañal e Porlan (1987), relatam sobre os princípios didáticos que dirigem o ensino por investigação contemplam os seguintes eixos: autonomia do aluno, interdisciplinaridade, comunicação adequada (entre a linguagem científica e os códigos de linguagem dos alunos) a liberdade e cooperação entre professores e alunos, além de um ambiente de aprendizagem que estimule a reflexão e o respeito.

Além disso, conforme discutido por Sasseron (2022) e Carvalho et al. (2010), trata-se de uma abordagem que coloca o estudante em posição ativa diante do conhecimento, estimulando-o a levantar hipóteses, testar ideias, analisar dados e construir explicações fundamentadas. Essa perspectiva se opõe ao modelo transmissivo tradicional e, ao mesmo tempo, exige do professor uma mediação intencional, direcionada e sensível às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Outro fator importante mostrado nesta pesquisa é a experimentação, considerada a pioneira do ensino por investigação. De acordo com Assai e Freire (2017, p. 154-155):

O trabalho experimental deve estimular o desenvolvimento conceitual, fazendo com que os estudantes explorem, elaborem e supervisionem suas ideias, comparando-as com a ideia científica, pois só assim elas terão papel importante no desenvolvimento cognitivo. Estudos mostram que os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da natureza da ciência quando participam de investigações científicas, onde haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão, ou seja, a experimentação não pode ser meramente ilustrativa, ou apenas para confirmar a teoria.

Além disso, para Bybee (2006), o ensino por investigação precisa ser implementado para que os alunos aprendam conceitos científicos. Nesse sentido, introduzir a alfabetização científica no desenvolvimento cognitivo da aprendizagem e pensar em alfabetização científica não significa formar futuros cientistas, mas possibilitar aos alunos a compreensão de fenômenos científicos e de suas relações com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais envolvidos (SUART, MARCONDES, 2018).

A Alfabetização Científica (AC) é discutida a partir da obra de Sasseron e Carvalho (2008), que propõem indicadores específicos que permitem avaliar o desenvolvimento da AC em contextos educacionais. Esses indicadores incluem seriação, classificação e organização de informações, raciocínios lógico e proporcional, levantamento e teste de hipóteses, elaboração de explicações, justificativas e previsões. Nesse sentido, a AC não é reduzida ao domínio conceitual, mas envolve capacidades cognitivas complexas que possibilitam ao estudante compreender fenômenos científicos, argumentar de maneira qualificada e participar criticamente da sociedade contemporânea.

Pensando nessa perspectiva, o ensino investigativo trouxe a contribuição para a construção da AC e, portanto, neste trabalho buscamos compreender e, apresentamos a seguinte questão de pesquisa: quais são as contribuições do ensino investigativo, através da experimentação para o ensino e aprendizagem de cinética química, para a AC?

Diante do apresentado, no âmbito do ensino de química, escolheu-se trabalhar especificamente com o conteúdo de cinética química, pois de acordo com Paiva e Silva (2019, p. 220),

Estudos de cinética química são considerados muito abstratos e caracterizados por excesso de cálculos matemáticos, fatos que diminuem o interesse dos alunos em aprender sobre este conteúdo. Sabe-se também que conteúdos ministrados ao estudante desconectados da vida diária, não fazem sentido algum, tornando o ensino conteudista desnecessário.

Diante das considerações apresentadas acima, o conteúdo de cinética química foi escolhido como o foco do presente estudo. Pela natureza das reações químicas, a cinética oferece um campo bastante fértil para o desenvolvimento de atividades experimentais e investigativas que permitem aos estudantes observarem, comparar e interpretar fenômenos próximos ao seu cotidiano. Apesar, também, de existir outros assuntos da disciplina de química, em que o aluno sente dificuldade na aprendizagem, acreditamos que o tema escolhido permite uma aproximação e um retorno do interesse pelo estudo da ciência química.

Os fatores que alteram a velocidade de uma reação química, muitas vezes, se tornam abstratos para os alunos e não conseguem assimilar e compreender o conteúdo. E por conta disso, foi realizada esta pesquisa através da experimentação investigativa a fim de analisar quais as contribuições do Ensino Investigativo para a AC.

METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa caracteriza-se como qualitativa e baseada em um estudo de caso, conforme orientações de Gil (2021), em específico foram utilizados como foco a observação participante e a análise de documentos desenvolvidos durante o processo da pesquisa. O contexto de aplicação envolveu uma turma da segunda série do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Jaú (SP), onde os alunos participavam regularmente de aulas práticas no laboratório de ciências.

Todos(as) os(as) alunos(as), presentes no dia da aplicação da pesquisa, participaram, foram exatos nove alunos, porém, somente os responsáveis de cinco alunos – 3 meninas e 2 meninos entre 15 e 16 anos - autorizaram o uso dos dados dos questionários que foram utilizados nesta pesquisa. Os responsáveis assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi desenvolvida com uma turma do segundo ano do ensino médio, contudo, todos(as) os(as) estudantes demonstraram um alto nível de participação e interesse. Os(as) estudantes conduziram o experimento com atenção e cuidado, responderam ao questionário de maneira séria e estavam profundamente empenhados em aprender, investigar e solucionar o problema que lhes foi apresentado.

Para esta investigação, elaborou-se uma proposta experimental contemplando uma situação-problema contextualizada e um roteiro de experimentação (roteiro experimental) - contendo experimentos denominados de A, B, C e D que envolviam os estudos das velocidades de uma reação química - com abertura para tomada de decisões apresentadas pelos estudantes, atendendo aos requisitos de uma atividade investigativa de grau 3 conforme os critérios de Carvalho et al. (2010).

Os experimentos envolveram os quatro fatores que influenciam a velocidade das reações químicas: temperatura, superfície de contato, concentração e catalisador. A situação-problema criada apresentava um enredo presente no cotidiano envolvendo a história de uma professora que gostaria de desenvolver um jantar para os seus colegas, com um cardápio baseado no preparo de alimentos – como o cozimento de batatas - e bebidas (suco), bem como o uso de comprimidos efervescentes, elementos muito familiares aos estudantes.

A partir desse cenário, os alunos foram convidados a levantar hipóteses sobre como determinadas escolhas poderiam influenciar a rapidez ou a efetividade das reações envolvidas e identificadas na preparação do jantar. Em seguida, realizaram os experimentos divididos em grupos, registrando as observações individuais e coletivas, e ao final responderam a um questionário analítico com questões abertas cujo objetivo da pesquisadora foi encontrar vestígios dos indicadores da AC nas respostas desenvolvidas pelos(as) estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como parte da realização da pesquisa, a primeira etapa da aplicação foi a leitura compartilhada da situação-problema entre a professora pesquisadora e os(as) alunos(as) participantes. A segunda etapa constituiu na realização dos experimentos pelos alunos e a observação da professora pesquisadores; na terceira etapa foram analisadas as respostas do questionário proposto.

A análise das falas dos estudantes durante a leitura compartilhada, da observação da professora pesquisadora durante a execução dos experimentos e das respostas aos questionários permitiu identificar diversos indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Antes mesmo da realização dos experimentos, os(as) estudantes já demonstravam uma capacidade de levantamento de hipóteses ao sugerir soluções para acelerar o cozimento das batatas, melhorar o preparo do suco ou otimizar a dissolução do comprimido de vitamina C. Tais hipóteses, ainda que simples, revelaram a mobilização inicial na busca de raciocínios lógicos e proporcional e indicam que os(as) alunos(as) possuíam conhecimentos prévios relevantes.

Durante a experimentação investigativa, durante a realização da segunda etapa, observou-se uma elevada participação dos(as) estudantes, que se mostraram engajados, colaborativos e motivados em comparar as reações e compreender a correlação entre as variáveis envolvidas. Essa etapa evidenciou claramente indicadores como a seriação e organização de informações, especialmente quando os grupos discutiam qual das condições experimentais afetaria, em maior ou menor grau, a velocidade das reações. Além disso, foram apresentadas justificativas e explicações construídas com base na observação direta dos fenômenos, o que representa um avanço significativo com relação ao simples relato descritivo, comum em práticas tradicionais de laboratório.

Nas respostas ao questionário, durante o desenvolvimento da etapa três, os(as) estudantes demonstraram evolução conceitual e capacidade de utilização da linguagem científica adequada, como relatado a seguir. Termos como “concentração”, “superfície de contato” e “temperatura” passaram a ser usados em substituição a expressões do senso comum, como “suco forte”, “batatas cortadas ou inteiras” e “quente ou frio”, respectivamente, revelando apropriação progressiva do discurso científico, ou seja, uma possível evidência da contribuição do Ensino Investigativo na promoção da AC. Os(as) estudantes também foram capazes de explicar as diferenças observadas entre comprimidos inteiros e triturados, relacionando suas observações aos fatores que influenciam a velocidade das reações químicas.

Em suma, os resultados desta pesquisa demonstram que a experimentação investigativa é uma metodologia potente para promover a AC, pois estimula o estudante a desenvolver habilidades essenciais do fazer científico, tais como a observação crítica, a elaboração de hipóteses, testar novas ideias, analisar dados e fundamentar, cientificamente, as suas explicações. Além disso, a abordagem investigativa favoreceu a motivação e o interesse pela disciplina, pois aproximou conceitos abstratos da ciência Química aos aspectos da vida cotidiana dos(as) estudantes, permitindo, assim, que pudessem atuar como protagonistas do processo de ensino e de aprendizagem durante uma abordagem eficaz e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve o objetivo de investigar as contribuições do experimento investigativo no processo de ensino e de aprendizagem de conceitos da cinética química e a promoção da AC, buscando investigar quais indicadores, propostos por Sasseron e Carvalho (2008), foram possíveis de identificar por meio das falas e respostas de questões orientadas aos alunos(as). Constatou-se que todos os indicadores de AC foram encontrados nesta pesquisa, mesmo que não estivessem identificados todos em uma única resposta, mas, todos de alguma maneira aparecem no decorrer das respostas elaboradas pelos estudantes e contribuíram para a construção do conhecimento em cinética química e a promoção da AC nos alunos.

A metodologia utilizada neste trabalho não exigiu que os alunos elaborassem um roteiro experimental, mas permitiu que eles pudessem fazer modificações no roteiro apresentado, para que fosse investigado se haveria alguma mudança em relação ao resultado esperado. Os alunos se mostraram receosos quanto a isso, pois modificaram poucos detalhes do roteiro experimental; isso demonstrou que não estão acostumados a vivenciar atividades experimentais investigativas como as desenvolvidas no presente estudo e, que mais oportunidades podem ser oferecidas ao longo das aulas de Química. Em contrapartida, durante a execução dos experimentos, os(as) alunos(as) se apresentaram muito engajados(as) com as atividades propostas.

Por fim, conclui-se que o ensino por investigação e, os dados coletados neste trabalho, aliado ao uso de experimentos contextualizados, representam uma estratégia didática eficaz para superar dificuldades conceituais e promover aprendizagens mais profundas e significativas. Esta pesquisa reforça a necessidade de que práticas investigativas sejam mais frequentes no ensino de Ciências e da Química, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, como parte essencial da formação científica e cidadã dos(as) estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAI, N. D. de S; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 153-172, 2017.
- BYBEE, R. W. Achieving Scientific Literacy. **The Science Teacher**, v. 62, n. 7, p. 28-33, 2006.
- CAÑAL, P.; PORLAN, R. Investigando la realidad próxima: un modelo didactico alternativo. **Enseñanza de las Ciencias, Barcelona**, v.5, n. 2, p. 89-96, 1987.
- CARVALHO, A. M. P. SASSERON, Lúcia Helena. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências – V. 13 (3)**, p. 333-352, 2008.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning. **Coleção ideias em ação**, 2010.
- GIL, Antonio C. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. Barueri - SP: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9786559770496. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770496/>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- PEREIRA, J. F.; OLIVEIRA, B. E. D; COSTA, O. A. Dificuldades no Aprendizado de Química no 9º ano do Ensino Fundamental. In: A. **Ciências Exatas e da Terra - 4. Química - 8**. 65ª Reunião Anual da SBPC, julho de 2013.
- SILVA, D. R. A; PAIVA, M. A. V. Metodologia Investigativa no Ensino da Cinética Química. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 9, n. 01, 2019.
- SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um Licenciando de Química visando o Ensino por Investigação e a promoção da Alfabetização Científica. **Revista Ensaio: Belo Horizonte**, v. 20, 2018.