

INVESTIGANDO O AQUECIMENTO GLOBAL PELO MÉTODO INVESTIGATIVO: UM RELATO SOBRE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA TEMÁTICA DO ODS 13

Kenia Naara Parra^{1,2}, Ettore Paredes Antunes²

¹Escola Estadual Professor Orlando Perez-DE São Carlos

²Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos,
keniaparra@ufscar.br, ettore@ufscar.br

INTRODUÇÃO

O espaço escolar possui uma dinâmica já consolidada que envolve o ensino e aprendizagem das disciplinas escolares, a interação professor-aluno, o uso de materiais e organização da sala. Ainda assim, essa dinâmica é limitada quando comparada ao potencial do que se pode ensinar e aprender na escola (SASSERON, 2018).

Sasseron (2018) elenca elementos da atividade científica que vão além da dinâmica rotineira da escola e que devem ser levados em consideração quando a proposta curricular da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é transformada em planejamento e execução de aulas. Para a autora, as práticas científicas e epistêmicas que visam a promoção de participação ativa e intelectual dos estudantes devem ser incluídas no processo de ensino e aprendizagem de modo que conhecimentos conceituais, procedimentais e epistêmicos fundamentam a reflexão e constituam a base para o desenvolvimento do pensamento científico. Dos elementos, destaca-se a investigação.

O ensino por investigação é entendido como uma abordagem didática em que o estudante é estimulado, diante de problemas, a construir rotas para sua resolução de modo que a elaboração de hipóteses se torna parte do aprendizado (CARVALHO, 2018). Os estudantes passam a ser formuladores de premissas no ensino por investigação pois ele envolve o contexto problemático, elaboração de perguntas e hipóteses, elaboração de procedimentos, coleta e análise de dados e a comunicação dos resultados com a possibilidade de lançamento de novas hipóteses e um novo ciclo de investigações, se necessário.

Carvalho (2018) discute que o ensino por investigação também desenvolve a compreensão da própria construção da ciência. É por meio Sequências de Ensino Investigativo (SEI) que aspectos da Filosofia, História, Sociologia e Epistemologia da Ciência, possibilitam o entendimento do conhecimento científico como socialmente construído, mutável, influenciado pela sociedade e cultura, como também, que existe uma multiplicidade de métodos científicos e justificativas quanto a importância da teoria para as pesquisas (MOURA, 2014).

A Agenda 2030 da ONU coloca a educação como eixo transversal para a consecução de todos os objetivos globais. Ao abordar questões como mitigação, adaptação, políticas públicas, ciência climática e impactos socioeconômicos, o ensino favorece o desenvolvimento de

pensamento crítico, autonomia intelectual e responsabilidade socioambiental, competências essenciais para o exercício da cidadania no século XXI.

Assim, a presente investigação trabalhou com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13): Ação contra a mudança global do clima. O estudo do ODS 13 nas escolas é fundamental para a formação de cidadãos capazes de compreender e enfrentar os desafios climáticos, como alterações de longo prazo nos padrões climáticos decorrentes de causas naturais e, sobretudo, de atividades humanas e que representam um dos maiores riscos globais contemporâneos. Nesse sentido, o ensino por investigação se torna uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento de competências científicas, tecnológicas e socioambientais que permitam aos estudantes interpretar criticamente esses fenômenos e atuar de forma responsável. Em especial, o item 13.3 da agenda menciona: “Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima”.

Desse modo, o presente relato de experiência tem como objetivo avaliar o desenvolvimento do ODS 13 “Ação contra a mudança global do clima”, especialmente na alfabetização científica cívica, definida por Fourez (2005) como “sociedade democrática” e por Milaré: *“(...) voltado à participação em debates que exigem conhecimentos científicos e senso crítico, delegando responsabilidades aos cidadãos e cidadãs dos estudantes”* (MILARÉ, 2021, p.28).

O objetivo específico foi bucar indícios de pensamentos e posturas sobre a complexidade do impacto humano no aquecimento global por meio da avaliação de hipóteses, procedimentos experimentais e conclusões em uma atividade sobre efeito estufa.

METODOLOGIA

O presente trabalho é um recorte de ações organizadas pelo Grupo de Extensão Educação do IQSC-USP em que problemas são propostos aos estudantes em diferentes graus de liberdade ou níveis de abertura em experimentos teóricos e/ou práticos e, assim, professores e estudantes vão se identificando com o ensino por investigação em um processo contínuo.

Dentro desse escopo, foi aplicada uma atividade para 24 estudantes de uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual pertencente ao Programa de Ensino Integral da Diretoria de Ensino da Região de São Carlos em que a primeira autora atuou em 2024 como professora de química e Práticas Experimentais. A aplicação ocorreu ao final do segundo bimestre de 2024, em uma aula dupla da disciplina Práticas Experimentais.

A atividade continha um pequeno texto como mostrado na Figura 01.

Figura 01. Atividade aplicada.

Como o CO₂ interfere diretamente no efeito estufa no dia a dia?

Leandro estava na aula de Química e enquanto seu professor explicava sobre efeito estufa e suas consequências como aumento da temperatura, derretimento das calotas polares, ele observou uma imagem que mostrava uma molécula de CO₂ absorvendo calor e contribuindo para o efeito estufa. Em casa, Carlos, estava assistindo um programa de TV e ali observou um experimento feito com casca de ovo e vinagre que liberava dióxido de carbono. Ele ficou intrigado pois, lembrou da aula de Química sobre o dióxido de carbono ser um dos responsáveis pelo efeito estufa que contribui para o aumento da temperatura na Terra e que sem ela não seria possível a vida na Terra. Será que ao fazer esse experimento ele estaria contribuindo para o efeito estufa? Você poderia ajudar Carlos a explicar como esse fenômeno ocorre no nosso dia a dia?

https://www.eoole.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2Ffigure-3-Desenho-esquemático-do-efeito-estufa-da-

Fonte: Roteiro construído pelo Grupo EducAção

As questões a serem respondidas eram:

- 1- Elabore uma hipótese que possa ajudar Leandro a explicar esse fenômeno.
- 2- Utilizando os materiais, elabore um procedimento experimental que ajude a evidenciar se o CO₂ colabora para o aquecimento global.
- 3- Quais são os resultados esperados no seu experimento?
- 4- De acordo com os resultados esperados elabore uma conclusão.

Os materiais necessários foram disponibilizados tanto na atividade impressa quanto na mesa da professora, sendo: duas garrafas PET de 510mL, dois termômetros, duas bexigas, vinagre, bicarbonato de sódio, pinça, lâmpada incandescente, provetas de 100mL e espátula.

Para a realização da atividade investigativa, inicialmente, a sala foi organizada, a atividade foi distribuída e apresentada. Individualmente, cada estudante refletiu sobre o problema, propôs uma hipótese e um procedimento experimental para validação da hipótese, finalizando com os resultados esperados e conclusões. Esta aplicação sistemática classifica esta atividade no nível 3 em que problema e materiais foram dados (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2025). Ela foi preparada para ser aplicada como atividade teórica.

Para análise, foi considerada a elaboração de hipóteses, procedimento experimental e conclusão da atividade, a fim de avaliar a relação que os estudantes fizeram entre o experimento simulando o efeito estufa e os impactos negativos das ações humanas segundo a Alfabetização Científica (MILARÉ, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elaboração de Hipóteses:

A seguir, mostramos algumas hipóteses construídas pelos alunos:

i) *“A liberação de CO_2 na atmosfera absorve energia infravermelha e reemite a energia contribuindo para o efeito estufa.”* (E12)

ii) *“Ao liberar CO_2 no experimento com casca de ovo e vinagre, Leandro está reproduzindo um processo semelhante ao que ocorre na natureza. O CO_2 liberado é absorvido pela atmosfera, onde ele contribui pelo reter o calor do sol.”* (E23)

iii) *“O efeito estufa é o fenômeno atmosférico natural responsável pela manutenção da vida na terra, mantendo as temperaturas médias globais mas com ação do ser humano a temperatura aumenta, pois o CO_2 emite calor em todas as direções.”* (E3)

iv) *“Esse fenômeno é através dos “gases que soltamos” como exemplo o do desodorante que se chama “isobutano”, queima de combustíveis fósseis e até mesmo o desmatamento pois as árvores desempenham um papel fundamental, captura de dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, assim como na imagem o calor pode bater na nuvem e voltar em (CO_2)”* (E11).

No primeiro exemplo de hipótese, o estudante relacionou a presença do CO_2 ao efeito estufa, porém não relacionou o efeito às fontes de CO_2 , que inclusive podem ser naturais. Já na segunda fala, pode-se notar a correlação entre o experimento com a casca do ovo e vinagre que Leandro vira na televisão e o fenômeno natural do efeito estufa, ambos relacionados ao CO_2 e com consequente retenção de calor. Entretanto, faltou mencionar o impacto das atividades humanas. Na fala do estudante E3, nota-se o entendimento de que é um fenômeno natural que é acentuado pelas atividades humanas. E o exemplo do estudante E11 evidencia não só o entendimento de que o CO_2 é o gás gerado no experimento quanto de que ele também é produzido pelo homem. É importante observar que o estudante também se coloca como parte da ação quando escreve “gases que soltamos” demonstrando ter a consciência de que é agente causador e que o efeito estufa não é algo apartado dele. Para reforçar sua hipótese, ele traz exemplos do cotidiano como uso de desodorantes e queima de combustíveis fósseis. Também cita o desmatamento como uma ação prejudicial pois as árvores captam o CO_2 da atmosfera.

Geralmente, a hipótese é proposta a partir dos conhecimentos prévios do indivíduo e direcionará a experimentação, enquanto a mesma não for substituída. As hipóteses e as estratégias experimentais podem ser revistas e modificadas ao longo da experimentação. Esses exemplos mostram a diversidade de pensamentos que foram captados e ao mesmo tempo estimulados em

Observa-se que alguns estudantes, como E9, relacionaram o sistema elaborado ao fenômeno planetário, apontando que a garrafa seria a Terra; a mistura de gases dentro da garrafa e bexiga seria o ar atmosférico, e a lâmpada seria o sol como fonte de calor. Entretanto, nenhuma resposta mencionou que a ação de misturar o vinagre e bicarbonato de sódio representaria as ações humanas que intensificam a geração do gás carbônico e o efeito estufa.

Além disso, a maioria não propôs um experimento controle entendendo que avaliar a temperatura do sistema com CO_2 seria o suficiente. Um experimento paralelo só foi considerado após a discussão geral da turma e alguns questionamentos feitos por um dos alunos que observou que havia duas unidades de cada material.

Elaboração das Conclusões

A maioria dos estudantes apresentou dificuldade para desenvolver conclusões. A falta de tempo, foi um dos fatores limitantes em poucos casos, sendo a dificuldade com a escrita o fator principal. A seguir mostramos alguns exemplos:

i) “que o CO_2 deixa o ar mais quente” (E14)

ii) “O CO_2 mantém o calor, aumentando a temperatura, mostrando como ele influencia no aquecimento do planeta” (Aluno 13)

iii) “O sol não causa ou não contribui para o efeito estufa, o maior causador é o CO_2 a liberação através(sic) dos gases.” (E22)

Na primeira fala, a conclusão é superficial, sem aprofundamento tanto sobre o que gera o gás quanto sobre o que devemos fazer para mudar essa realidade. O segundo exemplo, relaciona o CO_2 ao aquecimento do planeta, mas também não aborda o impacto humano nesse processo. Já no terceiro exemplo, nota-se que o estudante mostra uma mudança pessoal no seu entendimento sobre o efeito estufa, deixando de atribuí-lo ao sol e responsabilizando o gás carbônico gerado. O estudante dá indícios de que o gás provém da liberação, mas não deixa claro quais as fontes.

Sobre a dificuldade em escrever, Fourez (2005) considera um indivíduo alfabetizado cientificamente quando, entre outros fatores, tem a capacidade de comunicação, encontrando maneiras de se expressar. Assim, observa-se a necessidade de trabalho contínuo com o ensino por investigação, pois ele coloca o estudante em situações desafiadoras de reflexão e propostas de ideais que muitas vezes não são realizadas no ensino convencional. Sasseron (2018) discute como o verbo explorar pode ser pouco específico e compreender desde uma observação, apresentação do conteúdo pelo professor ou atuação ativa dos estudantes na investigação de características ou fenômenos e os fatores relacionados a eles. É válido ressaltar também, a flutuação dos estudantes da turma, pois muitos trabalham e diminuem a frequência, especialmente às sextas-feiras, dia da aula o que dificulta o acompanhamento gradual.

O enfrentamento da crise climática exige que cidadãos analisem dados, avaliem riscos e compreendam cenários projetados por pesquisas científicas. Trabalhar com dados reais, como séries históricas de temperatura, emissões de CO₂, níveis de gelo marinho e registros de eventos extremos, fortalecem a alfabetização científica.

Relacionar esses eventos ao atual modelo de Governança Global e o estado atual das democracias liberais também é importante, e será inserido no planejamento quando a atividade for novamente ofertada. Tais políticas não favorecem o combate às alterações climáticas, uma vez que atuam exclusivamente na extração de recursos, na produção de bens, no consumo e na acumulação de capital. Deve-se cobrar por mudanças estruturais na política e na economia para lidar com a gravidade da mudança climática e as suas consequências, uma vez que estão intimamente ligadas aos agentes como o Estado e corporações transnacionais e às práticas como desmatamento, extrativismo, agronegócio, transportes e, em uma estrutura lógica de injustiça socioambiental em que o cidadão é a vítima (FRANÇA; BUDÓ; DIAS, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi relatada a experiência de uma docente do Ensino Médio de uma escola pública de São Carlos-SP, na qual evidenciou-se uma possibilidade de aproximar o ensino por investigação da temática do aquecimento global - o ODS 13, e que pôde ser explorada para além do currículo, uma vez que permitiu reflexões sobre as causas do efeito estufa, contribuindo para a formação integral dos estudantes e atendendo às recomendações da Agenda 2030 da ONU.

O ensino por investigação é uma abordagem pedagógica que requer intencionalidade, planejamento e tempo para ser realizado de forma gradativa. Assim, é importante ter apoio para discussão, planejamento e avaliação das atividades. A formação continuada ou Grupo de Desenvolvimento Profissional como o Grupo EducAção são muito importantes nesse processo.

Por fim, conforme mostrado no presente relato, é possível desenvolver o aspecto cívico da alfabetização científica por meio da investigação, isto é, introduzir na escola atividades que unam o pensamento científico crítico, criativo e investigativo com questões sociais e problemáticas contemporâneas, tais como o aquecimento global.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Grupo de Extensão EducAção (Número do Processo FAPESP: 2022/05934-0) pela colaboração com a atividade investigativa empregada no trabalho e à gestão da Escola Estadual em que a atividade foi aplicada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências**, p.765-794, 2018.
- FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. r. ed. 3. reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 2005.
- FRANÇA, K. Á.; BUDÓ, M. D. N.; DIAS, F. V. O aquecimento global no discurso parlamentar brasileiro: denúncia e negação de responsabilidade do agronegócio. **Revista Direito, Estado e Sociedade**, n. 63, 2023.
- KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém química 2**: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo. 2. ed. São Carlos: Pedro & João, 2015.
- MEC, Ministério da Educação (2017). **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília: Secretaria da Educação Básica.
- MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J. P. A. **Alfabetização Científica e Tecnológica na educação em Ciências**: fundamentos e práticas. São Paulo: Livraria da Física, 2021.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**. v. 7, n.1, p. 32-46, 2014.
- SASSERON, L. H. 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**, p. 1061-1085, 2018.
- SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public Understanding of Science Is Becoming Vitally Needed in Development and Industrialized Countries Alike. **American Scientist**, v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975.