


**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA
DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS****INQUIRY-BASED TEACHING SEQUENCE (IBS) FOR UNDERSTANDING
DECARBONIZATION IN SCIENCE EDUCATION: DEVELOPING CRITICAL THINKING ON
CLIMATE ISSUES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-007>**Talvany Luís de Barros**Discente do Curso de Graduação em Ciências
Biológicas Universidade Estadual do Piauí – UESPI - Teresina - Piauí**Joira Mara Fernandes de Paiva Costa**Mestranda do PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
Universidade Estadual do Piauí – UESPI - Teresina - Piauí
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9479542874238879>**Paulo Lopes Sobrinho**Prof. Dr. do Curso de Ciências Biológicas
Universidade Estadual do Piauí - UESPI
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4363942541261097>**Lorran André Moraes**Prof. Dr. Universidade Estadual do Maranhão -UEMA
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8479768402300921>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3858-3059>**Maria Gardênia Sousa Batista**Prof. Dra. do Curso de Ciências Biológicas
Universidade Estadual do Piauí - UESPI
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/118410980618896>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8281-1277>**RESUMO**

Este trabalho desenvolve e propõe um programa estruturado voltado à promoção da descarbonização, entendida como o processo de redução sistemática das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE). Diante da crescente relevância da crise climática, intensificam-se os debates sobre padrões de consumo, adoção de energias mais limpas e diminuição das emissões de GEE que afetam diretamente o equilíbrio climático. A proposta fundamenta-se na aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) como metodologia de ensino, visando promover uma mudança cultural e cognitiva que favorece a formação, o engajamento e a autonomia no ambiente educacional. As atividades desenvolvidas estimulam à reflexão, discussão coletiva, a construção de argumentos e a resolução de problemas práticos, em contraposição ao modelo de ensino tradicional de ensino de Ciências entrado na memorização. Dessa forma, a abordagem permite que os estudantes não apenas compreendam os conceitos associados à descarbonização, mas também vivenciem o processo investigativo de construção de soluções, desenvolvendo habilidades essenciais para atuar diante dos desafios da transição para uma economia de baixo carbono.

Meio Ambiente: Estudos Interdisciplinares*SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS*



Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); Didática de Ciências Naturais; Ensino por Investigação; Transição Energética.

ABSTRACT

This work develops and proposes a structured program aimed at promoting decarbonization, understood as the process of systematically reducing Greenhouse Gas (GHG) emissions. Given the growing relevance of the climate crisis, debates are intensifying regarding consumption patterns, the adoption of cleaner energy sources, and the reduction of GHG emissions that directly affect climate balance. The proposal is based on the application of the Investigative Teaching Sequence (ITS) as a teaching methodology, aiming to promote a cultural and cognitive shift that favors training, engagement, and autonomy in the educational environment. The activities developed stimulate reflection, collective discussion, the construction of arguments, and the resolution of practical problems, in contrast to the traditional model of science education focused on memorization. In this way, the approach allows students not only to understand the concepts associated with decarbonization but also to experience the investigative process of constructing solutions, developing essential skills to act in the face of the challenges of the transition to a low-carbon economy.

Keywords: Problem-based Learning (PBL); Didactics of Natural Sciences; Inquiry-based Learning; Energy Transition.



1 INTRODUÇÃO

A descarbonização refere-se ao processo de redução progressiva das emissões de dióxido de carbono (CO_2) e de outros Gases de Efeito Estufa (GEE), contribuindo diretamente para a mitigação das mudanças climáticas (Mckinsey; Company, 2025). No contexto industrial, onde os níveis de emissões são expressivos, a implementação de programas de descarbonização torna-se essencial para alinhar as operações com acordos internacionais, como o Acordo de Paris (2015). Além disso, o tema figura entre as principais pautas das Conferências das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, sendo a mais recente COP30, sediada no Brasil, na cidade de Belém do Pará (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2025).

O termo está intrinsecamente associado à necessidade de transformar as matrizes energéticas globais, ~~que~~ historicamente baseadas em combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, por alternativas de baixa ou zero emissão de carbono (Schaeffer *et al.*, 2021).

O processo de descarbonização exige uma profunda transformação tecnológica e econômica, abrangendo a substituição gradual de fontes energéticas intensivas em carbono por fontes renováveis, como a solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, além do aprimoramento da eficiência energética e da eletrificação de setores estratégicos, como transportes e indústria (Goldemberg e Lucon, 2007).

A descarbonização da economia mundial consiste no processo de eliminação gradual ou total das emissões de dióxido de carbono (CO_2), sobretudo aquelas provenientes da queima de combustíveis fósseis, com o objetivo de alcançar a neutralidade climática" (Viola, 2019, p. 10).

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são componentes gasosos da atmosfera, de origem natural ou antropogênica, capazes de absorver e reemitir radiação infravermelha, impedindo que o calor seja dispersado para o espaço e mantendo a temperatura da Terra em níveis adequados para a manutenção da vida. O aumento da concentração desses gases, impulsionado pelas atividades humanas, constitui o principal responsável pelo aquecimento global e pelas Mudanças Climáticas observadas nas últimas décadas (IPCC, 2023).

O aumento da temperatura média global é inequivocamente associado ao crescimento das concentrações atmosféricas dos Gases de Efeito Estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), resultantes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e das mudanças do uso do solo (IPCC, 2023).

O tema Descarbonização nas Escolas integra a agenda global de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas no contexto educacional. Sua abordagem ocorre, principalmente, em dois eixos: a) Educação, envolvendo práticas curriculares, formação crítica e processos de conscientização e b) Operação, relacionada à infraestrutura, gestão ambiental e redução da pegada de carbono das próprias instituições de ensino.



Este trabalho concentra-se na incorporação da temática da descarbonização ao currículo escolar, com o propósito de promover o letramento científico e fortalecer a cidadania planetária. Busca-se possibilitar que os estudantes compreendam de forma crítica a problemática climática e se tornem agentes de transformação em suas comunidades e na sociedade.

A escola, enquanto espaço de formação cidadã, deve incluir a pauta da descarbonização em suas atividades pedagógicas, capacitando os estudantes a analisar criticamente as fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e a propor soluções eficazes para a transição energética (Jacobi, 2005).

O modelo tradicional de ensino de Ciências, focado na exposição de conteúdo pelo professor e na postura passiva do aluno, já não atende às expectativas da sociedade contemporânea e dos próprios estudantes (Carvalho, 2013). Tal abordagem frequentemente falha em estabelecer conexões significativas entre o conhecimento escolar e o cotidiano dos alunos, limitando o desenvolvimento de competências necessárias para compreender e enfrentar desafios socioambientais complexos.

O desenvolvimento do ensino de Ciências deve acompanhar as transformações que ocorrem periodicamente na sociedade, as quais podem ser motivadas por uma variedade de fatores que incidem sobre a vida social. E neste íterim, as estratégias pedagógicas precisam ser adaptadas conforme as demandas e respostas apresentadas pelos estudantes, que também são afetados por tais mudanças (Estrela, 1992).

Diante dessas premissas, torna-se urgente repensar as práticas de ensino, deslocando o foco da simples quantidade de conteúdo para a qualidade e relevância dos temas abordados em sala de aula (Carvalho, 2013). As práticas pedagógicas devem incorporar metodologias que estabeleçam conexões significativas entre a teoria estudada e a realidade vivida pelo estudante, tanto dentro quanto fora da escola. Somente por meio dessa articulação é possível compreender as mudanças estruturais necessárias no ensino e ajustar de forma efetiva os conteúdos e abordagens pedagógicas.

Nesse contexto, novas perspectivas de ensino têm sido propostas, entre elas o Ensino por Investigação (EI) no âmbito do Ensino de Ciências. O EI pode ser implementado por meio de Atividades Investigativas (AI) isoladas ou por um conjunto articulado delas, formando as Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Tais atividades promovem a atuação ativa do aluno na construção do próprio conhecimento, estimulando:

- a) A reflexão e a discussão.
- b) O desenvolvimento de argumentos.
- c) A solução de problemas.
- d) A autonomia.

Esse conjunto de práticas favorece a adoção de uma postura ativa no processo de aprendizagem (Carvalho, 2013). Isso se deve ao fato de que uma SEI é caracterizada por uma atividade investigativa, onde

Meio Ambiente: Estudos Interdisciplinares

*SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS*



a participação do aluno não pode se limitar apenas à manipulação de materiais ou à observação passiva. Segundo destaca Carvalho (2004), o estudante deve ser levado a "refletir, discutir, explicar e relatar," conferindo ao seu trabalho características próprias da investigação científica (Carvalho, 2004, p. 21).

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) constitui uma metodologia de ensino-aprendizagem centrada no aluno, cujo objetivo é promover a construção ativa do conhecimento por meio da investigação de problemas, fenômenos ou questões. Ela difere da Sequência Didática (SD) tradicional por colocar a prática investigativa no centro do processo formativo, favorecendo a formulação de hipóteses, a argumentação e a reflexão crítica (Carvalho, 2013).

Este trabalho discute a concepção e implementação de um programa estruturado que integra uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo (SEI), considerando desafios como custos iniciais, barreiras tecnológicas e aspectos operacionais. Busca-se, assim, apresentar uma abordagem que articule teoria e prática, fortalecendo o ensino investigativo no contexto escolar.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico adotado para a construção desta SEI foi organizado conforme as etapas a seguir:

- **Definição do Tema/Conteúdo:** Foi escolhido o conteúdo curricular a ser trabalhado, visando permitir a exploração de conceitos e a formulação de diferentes hipóteses pelos alunos.
- **Identificação dos Objetivos:** Nesta etapa foram definidos os objetivos específicos (aquilo que o aluno deve saber e saber fazer), bem como as competências e habilidades previstas na BNCC que seriam desenvolvidas ao longo da sequência (Santos; Schnetzler, 2010).
- **Problematização elaboração da questão-mãe:** Formulou-se a Questão Investigativa Central (Descarbonização - Questão-Mãe), relacionada ao tema da descarbonização, funcionaria como eixo estruturante da SEI. Essa questão foi elaborada de modo desafiador, relevante e capaz de estimular o levantamento de hipóteses pelos alunos (Carvalho, 2013).



Sequência de Ensino Investigativa: Programa de Descarbonização

Público-Alvo

Estudantes do Ensino Fundamental II (8º e 9º ano) ou Ensino Médio (adaptável)

Carga Horária

10 aulas de 40 minutos.

Metodologia

A abordagem metodológica prioriza a aprendizagem ativa, onde os estudantes constroem seu conhecimento por meio de problemas reais e situações investigativas. As estratégias didáticas alternam entre trabalho individual, em duplas e grupos, com uso diversificado de espaços e recursos ao longo da sequência. O sistema de avaliação é processual, baseado no caderno de investigação, observação de participação e análise dos produtos gerados. O professor atua como mediador do processo de aprendizagem, fornecendo feedback contínuo e organizando os ambientes de aprendizagem. A metodologia promove tanto a construção de conceitos científicos sobre descarbonização quanto o desenvolvimento de habilidades investigativas e de consciência cidadã, alinhando-se aos princípios do ensino por investigação e da educação para a sustentabilidade.

Objetivo Geral

Promover a compreensão crítica dos desafios e soluções relacionadas à descarbonização, estimulando os estudantes a investigar impactos ambientais, sociais e tecnológicos do uso de combustíveis fósseis e alternativas sustentáveis.

Aula 1: Por que falar de descarbonização?

**Questão Norteadora:**

O que significa descarbonizar a sociedade e por que isso é necessário?

Atividades:

- Exibição de imagens e manchetes sobre mudanças climáticas, poluição e transição energética.
- Debate inicial (*brainstorming*) sobre as principais fontes de carbono no cotidiano.

Aula 2: Fontes de Emissão de Carbono

Questão Norteadora:

Quais são as principais fontes de emissão de CO₂ no Brasil e no mundo?

Atividades:

- Pesquisa em grupo com dados sobre transporte, energia elétrica, agricultura e indústria.
- Construção de mapas mentais com as fontes de emissão.

Aula 3: Excesso de Carbono

Questão Norteadora:

Como o carbono em excesso afeta o clima e a saúde?

Atividades:

- Apresentação sobre energia solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica.
- Visita a uma usina de energia renovável (virtual ou presencial).
- Análise comparativa de custos e benefícios das diferentes fontes de energia.

Aula 4: Programa de Descarbonização RenovaBio

Questão Norteadora:

Como o Brasil atua para reduzir emissões?

Atividades:

- Apresentação do RenovaBio e dos créditos de descarbonização (CBIOS).
- Leitura orientada a trechos de notícias e documentos simplificados.
- Debate sobre os benefícios e desafios do programa.

Aula 5: Energia sustentável como alternativa

**Questão Norteadora:**

Que fontes de energia podem substituir combustíveis fósseis?

Atividades:

- Pesquisa em duplas sobre solar, eólica, biomassa, hidrelétrica;
- Socialização em cartazes ou slides.

Aula 6: Investigando o transporte sustentável**Questão Norteadora:**

Como o transporte pode contribuir para a descarbonização?

Atividades:

- Comparação de emissões entre veículos a combustão, híbridos e elétricos;
- Estudo de caso: ônibus elétricos no Brasil;
- Debate sobre acessibilidade e custos.

Aula 7: Agricultura e descarbonização**Questão Norteadora:**

Como o campo pode reduzir emissões?

Atividades:

- Análise de práticas como plantio direto, biocombustíveis e reflorestamento;
- Roda de conversa sobre o impacto do agronegócio no clima.

Aula 8: Analisando dados reais**Questão Norteadora:**

O Brasil está conseguindo reduzir suas emissões?

Atividades:

- Trabalho com gráficos e relatórios simplificados (ex.: SEEG/Observatório do Clima);
- Exercício de interpretação de dados e comparação histórica.

Aula 9 - Projeto investigativo: Minha comunidade pode descarbonizar?**Meio Ambiente: Estudos Interdisciplinares**

*SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS*

**Questão Norteadora:**

O que pode ser feito na escola e no bairro para reduzir emissões?

Atividades:

- Os grupos propõem pequenas ações (horta escolar, coleta seletiva, uso racional de energia, campanha educativa);
- Elaboração de plano de ação simplificado.

Aula 10 - Socialização e avaliação**Questão Norteadora:**

O que aprender sobre descarbonização e como podemos agir?

Atividades:

- Apresentação dos projetos dos grupos (cartazes, vídeos, dramatizações);
- Autoavaliação e avaliação coletiva sobre o percurso investigativo;
- Sistematização do conceito de descarbonização como processo coletivo e multidimensional.

Recursos Didáticos

-
- Garrafas PET, tachas, lâmpadas para experimento.
- Projetor ou quadro multimídia.
- Notícias, relatórios simplificados e gráficos.
- Materiais recicláveis para produção dos projetos.

Avaliação

- **Formativa:** registros individuais no caderno de investigação, participação em debates, análises de dados.
- **Somativa:** apresentação final do projeto coletivo e reflexão escrita sobre o papel da descarbonização no futuro.



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio da descarbonização transcende a esfera tecnológica e econômica, exigindo, sobretudo, uma transformação profunda na forma como compreendemos e ensinamos as questões climáticas. A implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) revela-se como um elemento catalisador nesse processo, possibilitando a transição de um modelo educacional centrado na memorização para uma abordagem que prioriza o desenvolvimento de competências investigativas e críticas.

Neste sentido, a SEI proposta não apenas favorece a compreensão de conceitos científicos relacionados às mudanças climáticas, mas também estimula o engajamento ativo dos estudantes e/ou participantes na busca por soluções contextualizadas à realidade em que estão inseridos. Ao vivenciarem todas as etapas do processo investigativo, os educandos desenvolvem habilidades necessárias para compreender e enfrentar os desafios complexos da descarbonização em seus contextos comunitários e regionais.

Além disso, este trabalho evidencia que iniciativas pedagógicas inovadoras podem fortalecer a formação de uma consciência socioambiental crítica, indispensável para a construção de uma cultura escolar comprometida com a sustentabilidade. Apesar de seus avanços, reconhece-se que a implementação de SEI enfrenta desafios, como limitações estruturais, necessidade de formação docente contínua e resistência a mudanças metodológicas. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem estratégias para ampliar sua aplicabilidade, investigando impactos em longo prazo e possibilidades de integração interdisciplinar.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A. M. P. de. O Ensino de Ciências e a Proposta de Ensino por Investigação. In: **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O ensino de ciências e a proposta de ensino por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

ESTRELA, Maria Teresa. **Teoria e prática de observação de classes: uma análise da dimensão pedagógica**. 2. ed. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1992.

Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21(59), 7-20. <https://revistas.usp.br/eav/article/view/10203> Acesso em: 22.10.2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [S.l.]: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf Acesso em: 22.10.2025.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 126, p. 189-205, set./dez. 2005.

MCKINSEY & COMPANY. **What is decarbonization?** Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-decarbonization>. Acesso em: 21 nov. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **COP30 no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/301371-cop30-no-brasil>. Acesso em: 21 nov. 2025.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. (Orgs.). **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SCHAEFFER, Roberto *et al.* Trajetórias de descarbonização de longo prazo para o Brasil: resultados do projeto Deep Decarbonization Pathways. **Revista Brasileira de Energia**, v. 30, n. 1, p. 23-45, 2021.

VIOLA, Eduardo. A descarbonização da economia mundial. In: **O Brasil e o Clima**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2019. p. 10-35.