v7.n5.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E A CRISE CLIMÁTICA: CONEXÕES ENTRE O ENSINO DE QUÍMICA E O ENSINO DE GEOGRAFIA NA EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL

SCIENTIFIC EDUCATION AND THE CLIMATE CRISIS: CONNECTIONS BETWEEN THE TEACHING OF CHEMISTRY AND GEOGRAPHY TEACHING IN ENVIRONMENTAL AND SOCIAL EDUCATION

EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y LA CRISIS CLIMÁTICA: CONEXIONES ENTRE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA EN LA EDUCACIÓN SOCIOAMBIENTAL

Eleonora Celli Carioca Arenare[1]

e757791
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i5.7791

PUBLICADO: 05/2026

RESUMO

As transformações climáticas contemporâneas têm intensificado debates sobre o papel da educação científica na compreensão de fenômenos ambientais complexos. Este estudo analisa possibilidades de articulação entre o ensino de Química e o ensino de Geografia na abordagem educacional da crise climática. Trata-se de uma pesquisa de natureza teórica, desenvolvida por meio de revisão analítica de literatura recente (2020–2025), com base em produções sobre educação científica, química atmosférica, geografia do clima e educação ambiental crítica. Os resultados indicam que a compreensão das mudanças climáticas exige a integração entre processos físico-químicos e dinâmicas socioespaciais, superando abordagens disciplinares fragmentadas. Evidencia-se que a articulação entre diferentes campos do conhecimento amplia a alfabetização científica e favorece interpretações críticas das desigualdades socioambientais. Como contribuição, o estudo propõe a interdisciplinaridade como eixo estruturante para o ensino de Ciências, fortalecendo a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir nos desafios ambientais contemporâneos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Científica. Mudanças Climáticas. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

Contemporary climate transformations have intensified debates regarding the role of scientific education in understanding complex environmental phenomena. This study analyzes possibilities for articulating Chemistry and Geography teaching in the educational approach to the climate crisis. It is a theoretical study, developed through an analytical review of recent literature (2020–2025), based on works related to science education, atmospheric chemistry, climate geography, and critical environmental education. The findings indicate that understanding climate change requires the integration of physicochemical processes and socio-spatial dynamics, overcoming fragmented disciplinary approaches. It is evident that the articulation between different fields of knowledge enhances scientific literacy and fosters critical interpretations of socio-environmental inequalities. As a contribution, the study proposes interdisciplinarity as a structuring axis for science education, strengthening the formation of individuals capable of understanding and engaging with contemporary environmental challenges.

KEYWORDS: *Scientific Education. Climate Change. Interdisciplinarity.*

[1] Doutora pelo Curso de Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT, Licenciada e Bacharela em Química pela Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, AM.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RESUMEN
Las transformaciones climáticas contemporáneas han intensificado los debates sobre el papel de la educación científica en la comprensión de fenómenos ambientales complejos. Este estudio analiza las posibilidades de articulación entre la enseñanza de la Química y la Geografía en el abordaje educativo de la crisis climática. Se trata de una investigación de carácter teórico, desarrollada mediante una revisión analítica de literatura reciente (2020–2025), basada en producciones sobre educación científica, química atmosférica, geografía del clima y educación ambiental crítica. Los resultados indican que la comprensión del cambio climático requiere la integración de procesos fisicoquímicos y dinámicas socioespaciales, superando enfoques disciplinares fragmentados. Se evidencia que la articulación entre distintos campos del conocimiento amplía la alfabetización científica y favorece interpretaciones críticas de las desigualdades socioambientales. Como aporte, el estudio propone la interdisciplinariedad como eje estructurante para la enseñanza de las ciencias, fortaleciendo la formación de sujetos capaces de comprender e intervenir en los desafíos ambientales contemporáneos.

PALABRAS CLAVE*: Educación Científica. Cambio Climático. Interdisciplinariedad.*

INTRODUÇÃO

Nas primeiras décadas do século XXI, a intensificação das mudanças climáticas passou a ocupar lugar central nos debates científicos e educacionais, evidenciando a necessidade de compreender fenômenos ambientais cuja complexidade ultrapassa os limites de explicações disciplinares isoladas. O aumento da temperatura média global, a recorrência de eventos climáticos extremos e as alterações em ciclos naturais fundamentais indicam que tais transformações resultam da interação entre processos físico-químicos e práticas sociais historicamente construídas.

No campo educacional, esse cenário coloca em evidência o papel da educação científica na formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente essas transformações. Contudo, ainda predominam abordagens fragmentadas do conhecimento, o que dificulta a compreensão integrada dos fenômenos ambientais. Nesse contexto, coloca-se o seguinte problema de pesquisa: como articular o ensino de Química e o ensino de Geografia de modo a favorecer uma compreensão integrada das mudanças climáticas no âmbito da educação científica?

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de superar a fragmentação disciplinar ainda presente no ensino de Ciências, especialmente diante de problemas complexos como a crise climática. A articulação entre diferentes áreas do conhecimento mostra-se fundamental para ampliar a alfabetização científica e possibilitar leituras mais críticas das desigualdades socioambientais. Além disso, a aproximação entre Química e Geografia permite integrar explicações sobre processos naturais e suas implicações territoriais, contribuindo para uma formação mais contextualizada e socialmente comprometida.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O ensino de Química, ao abordar conteúdos relacionados à composição da atmosfera, às transformações da matéria e aos fluxos de energia, oferece bases importantes para a compreensão dos mecanismos envolvidos no efeito estufa. Por sua vez, o ensino de Geografia contribui para analisar como esses processos se manifestam em diferentes territórios, evidenciando relações entre clima, uso do espaço, desenvolvimento econômico e desigualdades socioambientais.

Do ponto de vista metodológico, este estudo adota uma abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e analítica, fundamentada na revisão de produções acadêmicas das áreas de Ensino de Ciências e Educação Geográfica. A análise é orientada por categorias como interdisciplinaridade, integração curricular e abordagem socioambiental, buscando identificar possibilidades de articulação entre os saberes químicos e geográficos no tratamento da temática climática.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo geral analisar as possibilidades de articulação entre o ensino de Química e o ensino de Geografia na abordagem educacional das mudanças climáticas. Como objetivos específicos, propõe-se: compreender as contribuições da Química para a explicação dos processos atmosféricos; analisar o papel da Geografia na interpretação das dinâmicas territoriais do clima; e discutir a interdisciplinaridade como estratégia para o ensino da crise climática.

1. 1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Mudanças climáticas e educação científica

A educação científica, no contexto contemporâneo, é atravessada por demandas que extrapolam a transmissão de conteúdos disciplinares, sendo interpelada por questões ambientais, sociais e políticas que exigem formas mais complexas de interpretação da realidade. Nesse cenário, não basta organizar o ensino em torno de conceitos estabilizados; torna-se necessário promover modos de pensamento que permitam compreender processos dinâmicos, marcados por múltiplas interdependências. Isso implica reconhecer que o conhecimento científico se constitui em interação com transformações tecnológicas, arranjos sociais e sistemas naturais em permanente reconfiguração.

Tal inflexão exige uma reorganização do ensino de Ciências, deslocando-o de uma lógica centrada na memorização para práticas que favoreçam a análise, a problematização e a construção de interpretações fundamentadas. A aprendizagem científica passa, assim, a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

envolver a capacidade de articular diferentes níveis de explicação, integrando dimensões materiais, energéticas e sociais dos fenômenos estudados. Estudos recentes indicam que esse tipo de abordagem contribui para o desenvolvimento de posicionamentos críticos diante de problemas contemporâneos, ao mesmo tempo em que amplia a compreensão das implicações sociais do conhecimento científico (Hodson, 2024; Talanquer, 2024).

Entre os temas que tensionam os limites das abordagens tradicionais destaca-se a crise climática. Longe de constituir um objeto circunscrito a uma única área do saber, o aquecimento global resulta da interação entre alterações nos ciclos físico-químicos da Terra e padrões históricos de produção, consumo e uso do espaço. Sua compreensão exige mobilizar conhecimentos sobre composição atmosférica, balanço energético e circulação de elementos químicos, articulando-os à análise de práticas econômicas e territoriais.

Nesse sentido, a abordagem das mudanças climáticas demanda a integração entre diferentes escalas e dimensões explicativas. A incorporação dessa perspectiva no ensino de Ciências amplia suas possibilidades formativas, ao favorecer a construção de interpretações que conectam evidências científicas a contextos históricos e políticos. Tal orientação contribui para uma alfabetização científica ampliada, capaz de sustentar a participação crítica em debates públicos e a compreensão das desigualdades socioambientais (UNESCO, 2024; Leichenko; O'Brien, 2025).

1.2. Contribuições do ensino de Química

No campo da educação química, a abordagem das mudanças climáticas requer a mobilização de conhecimentos que permitam interpretar transformações da matéria e da energia em escala planetária. A Química oferece instrumentos conceituais fundamentais para compreender processos atmosféricos, especialmente aqueles relacionados à presença e ao comportamento de substâncias que influenciam o balanço térmico da Terra. Nesse contexto, conteúdos como dinâmica dos gases traço, reações em fase gasosa e ciclos biogeoquímicos assumem centralidade (Talanquer, 2021; Mahaffy; Matlin; Whalen, 2022).

A compreensão do aquecimento global, por exemplo, envolve o estudo das propriedades estruturais e energéticas de moléculas presentes na atmosfera, como dióxido de carbono, metano e óxidos de nitrogênio. Essas substâncias interagem com a radiação infravermelha, contribuindo para a retenção de calor no sistema terrestre. A análise dessas interações exige o domínio de conceitos como geometria molecular, modos vibracionais e transferência de energia.

Além disso, o estudo do ciclo do carbono permite examinar fluxos de matéria que conectam diferentes esferas do planeta. Tais fluxos são profundamente influenciados por ações

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

humanas, como a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra. Dessa forma, evidencia-se que as mudanças climáticas decorrem da reconfiguração de equilíbrios químicos em interação com dinâmicas socioeconômicas (IPCC, 2021; Steffen et al., 2022).

Entretanto, o potencial formativo da Química depende de sua articulação com contextos mais amplos. Quando desvinculados das dimensões sociais e ambientais, os conceitos tendem a permanecer abstratos. Assim, torna-se fundamental integrar a compreensão dos processos moleculares a discussões sobre uso de recursos, modelos de desenvolvimento e desigualdades ambientais, favorecendo aprendizagens mais significativas e contextualizadas (Levy; Azevedo; Marques, 2023; UNESCO, 2024).

1.3. Contribuições do ensino de Geografia

A Geografia oferece aportes fundamentais para a compreensão das mudanças climáticas ao possibilitar a análise das dinâmicas espaciais e territoriais associadas aos fenômenos ambientais. Ao abordar o clima como resultado de interações entre elementos naturais e ações humanas, esse campo do conhecimento permite examinar como processos globais se manifestam de maneira diferenciada em contextos locais e regionais, evidenciando a heterogeneidade das realidades socioambientais.

A partir dessa perspectiva, o ensino de Geografia contribui para a interpretação das relações entre uso do território, organização do espaço e transformações climáticas, destacando fatores como urbanização, exploração de recursos naturais e modelos de desenvolvimento econômico. Esses elementos permitem compreender que os impactos das mudanças climáticas não se distribuem de forma homogênea, sendo condicionados por desigualdades históricas, sociais e territoriais (IPCC, 2021; Leff, 2021; Santos; Silveira, 2022).

1.4. Interdisciplinaridade e educação para a sustentabilidade

A articulação entre Química e Geografia evidencia a necessidade de superar a fragmentação disciplinar no ensino de Ciências. A crise climática resulta da convergência entre processos físico-químicos, dinâmicas econômicas, decisões políticas e formas de organização social, exigindo abordagens integradas.

A interdisciplinaridade, nesse contexto, não se reduz à justaposição de conteúdos, mas implica a construção de relações conceituais que conectem diferentes níveis de análise. No ensino de Ciências, isso envolve articular explicações moleculares e interpretações territoriais, permitindo compreender tanto os mecanismos do efeito estufa quanto suas implicações sociais e espaciais.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Essa perspectiva dialoga com abordagens críticas da educação ambiental, que compreendem os problemas ecológicos como indissociáveis das relações de poder e dos modelos de desenvolvimento. Ao incorporar essas dimensões, o ensino de Ciências amplia seu alcance formativo, contribuindo para a construção de leituras que considerem implicações éticas, políticas e sociais do conhecimento científico (Morin, 2020; Fazenda, 2021; Klein, 2022; Loureiro, 2020; Sauvé, 2024; UNESCO, 2023).

2. METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como revisão teórico-analítica de literatura, com abordagem qualitativa e orientação interpretativa. Diferentemente de levantamentos descritivos, adota-se um desenho analítico que combina busca sistematizada do corpus com análise temática das produções selecionadas.

2.1. Estratégia de busca e fontes de dados

A identificação das publicações foi realizada nas seguintes bases: Scopus**,** Web of Science**,** SciELO**,** ERIC e Google Scholar. Complementarmente, foram consultados relatórios institucionais de organismos internacionais (por exemplo, IPCC, UNESCO e UNEP), dada sua relevância para o tema.

A busca ocorreu entre janeiro e março de 2026, utilizando combinações de descritores em português, inglês e espanhol, com operadores booleanos:

a) (“ensino de Química” *OR* “educação química” *OR* “*chemical education”)* AND (“mudanças climáticas” *OR* “crise climática” *OR “climate change*”)

b) (“geografia” *OR* “geografia do clima” *OR* “*geography” OR “climate geography”) AND* (“educação científica” *OR “science education*”)

c) (“interdisciplinaridade” *OR “interdisciplinarity*”) *AND* (“educação ambiental” *OR “environmental education”)*

d) (“química atmosférica” *OR “atmospheric chemistry”) AND* (“ensino” *OR “teaching”)*

Foram aplicados filtros quando disponíveis (área de Educação/Ciências, tipo de documento e período).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.2. Critérios de inclusão e exclusão

2.2.1. Inclusão

a) Publicações entre 2020 e 2025 (recorte adotado para garantir atualidade do debate), com exceção de obras clássicas indispensáveis ao enquadramento teórico;

b) Artigos em periódicos avaliados por pares, livros acadêmicos e relatórios institucionais reconhecidos;

c) Estudos que tratam explicitamente de pelo menos um dos eixos:

(i) Ensino de Química (com ênfase em química atmosférica e ciclos biogeoquímicos);

(ii) Geografia do clima (território, vulnerabilidade e desigualdades);

(iii) Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica;

d) Textos disponíveis integralmente em português, inglês ou espanhol.

2.2.2. Exclusão

a) Publicações sem relação direta com ensino de Ciências/Química/Geografia ou com a temática climática;

b) Trabalhos opinativos sem fundamentação teórica/metodológica;

c) Duplicatas entre bases;

d) estudos cujo foco principal seja tecnologia educacional ou inclusão digital sem articulação com o objeto deste artigo.

2.3. Procedimento de seleção do *corpus*

O processo ocorreu em três etapas:

1. Triagem inicial (título e resumo)**:** eliminação de estudos fora do escopo temático;
2. Leitura integral**:** verificação de aderência aos critérios de inclusão e exclusão;
3. Composição do corpus final**:** seleção das produções com maior densidade teórica e pertinência ao problema de pesquisa.

Ao final, constituiu-se um *corpus* analítico intencional, composto por produções representativas dos três eixos definidos, assegurando equilíbrio entre literatura de educação química, geografia do clima e educação ambiental.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.4. Procedimento de análise

A análise foi conduzida por meio de análise temática de conteúdo, em três movimentos articulados:

a) Codificação inicial: identificação de unidades de sentido relacionadas aos eixos do estudo (química atmosférica, dinâmicas territoriais do clima, interdisciplinaridade);

b) Construção de categorias analíticas: organização das unidades em categorias como: *processos físico-químicos do clima*, *territorialização dos impactos*, *integração curricular* e *educação ambiental crítica*;

c) Interpretação relacional: articulação entre categorias, buscando evidenciar convergências, tensões e lacunas na literatura, especialmente no diálogo entre Química e Geografia no ensino das mudanças climáticas.

Esse procedimento permitiu não apenas sistematizar conceitos recorrentes, mas também analisar como diferentes campos teóricos se conectam na explicação e no ensino da crise climática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise desenvolvida neste estudo evidencia que a compreensão educacional das mudanças climáticas exige um deslocamento em relação aos modelos tradicionais de organização do conhecimento escolar, ainda fortemente marcados por segmentações disciplinares. Os dados teóricos analisados indicam que a crise climática não pode ser apreendida por meio de abordagens isoladas, uma vez que resulta da convergência entre processos naturais, transformações tecnológicas e dinâmicas sociais historicamente constituídas. Tal constatação reforça a necessidade de construir referenciais pedagógicos capazes de articular diferentes escalas de análise e múltiplas dimensões explicativas.

No âmbito do ensino de Química, os resultados apontam que conteúdos relacionados à composição da atmosfera e às interações entre matéria e energia constituem elementos fundamentais para a interpretação dos mecanismos associados ao aquecimento global. A compreensão das propriedades físico-químicas de gases como dióxido de carbono, metano e óxidos de nitrogênio permite analisar como determinadas estruturas moleculares interagem com a radiação infravermelha, influenciando o balanço energético do sistema terrestre. Entretanto, quando tratados de forma descontextualizada, tais conteúdos tendem a permanecer restritos ao plano conceitual, limitando sua capacidade de promover interpretações mais amplas sobre a realidade.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A análise também revela que a ampliação do potencial explicativo desses conhecimentos depende de sua articulação com leituras que considerem as dimensões espaciais e sociais dos fenômenos climáticos. Nesse sentido, a contribuição da Geografia mostra-se central ao possibilitar a problematização das formas pelas quais os efeitos das mudanças climáticas se distribuem de maneira desigual no espaço. Aspectos como padrões de ocupação territorial, modelos de desenvolvimento econômico, acesso a recursos naturais e condições de infraestrutura influenciam significativamente a forma como diferentes populações experienciam os impactos ambientais. Essa perspectiva evidencia que o fenômeno climático, embora global em sua dinâmica, manifesta-se de maneira diferenciada em contextos específicos.

A integração entre Química e Geografia, conforme evidenciado na análise, não se limita a uma justaposição de conteúdos, mas implica a construção de um campo interpretativo mais abrangente, no qual processos naturais e relações sociais são compreendidos de forma indissociável. Essa articulação permite que conceitos científicos sejam mobilizados como ferramentas para interpretar questões concretas, aproximando o ensino de Ciências das problemáticas contemporâneas. Ao relacionar, por exemplo, emissões de gases de efeito estufa a práticas produtivas, transformações no uso do solo e padrões de consumo, o processo educativo passa a incorporar dimensões que ultrapassam a explicação estritamente técnico-científica.

Nesse contexto, o Quadro 1 – Síntese analítica das contribuições disciplinares para a compreensão da crise climática sistematiza os principais eixos identificados na análise.

Quadro 1. Síntese analítica das contribuições disciplinares para a compreensão da crise climática

Campo do conhecimento	Contribuição analítica
Química	Interpretação dos processos atmosféricos, interações moleculares e ciclos biogeoquímicos
Geografia	Análise das dinâmicas territoriais, desigualdades socioespaciais e vulnerabilidades ambientais
Educação científica	Articulação interdisciplinar e formação de pensamento crítico

Fonte: Elaboração própria (2026)

A sistematização apresentada evidencia que a compreensão da crise climática depende da convergência entre diferentes campos do conhecimento, cada um contribuindo com dimensões específicas de análise. Ao mesmo tempo, destaca-se o papel da educação científica

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como espaço de mediação, responsável por integrar essas perspectivas em processos formativos orientados à construção de sentidos.

Outro aspecto relevante identificado refere-se à centralidade das discussões sobre desigualdade e justiça climática. A literatura analisada indica que os impactos ambientais não se distribuem de forma homogênea, sendo condicionados por fatores econômicos, políticos e territoriais. Regiões historicamente marcadas por processos de vulnerabilização social tendem a apresentar maior exposição a riscos climáticos, ao mesmo tempo em que possuem menor capacidade de resposta diante desses eventos. Essa assimetria evidencia que a crise climática está profundamente relacionada a estruturas de desigualdade que atravessam diferentes escalas, do local ao global.

No caso de países latino-americanos, essa dinâmica assume contornos particularmente expressivos, uma vez que coexistem elevada biodiversidade, intensa exploração de recursos naturais e desigualdades sociais persistentes. Eventos como secas prolongadas, enchentes e alterações nos regimes de precipitação impactam diretamente modos de vida, sistemas produtivos e condições de acesso a recursos essenciais. Tais elementos reforçam a importância de incorporar, no ensino de Ciências, abordagens que considerem não apenas os aspectos físicos do fenômeno climático, mas também suas implicações sociais e territoriais.

A análise evidencia, ainda, que a articulação entre diferentes perspectivas disciplinares contribui para ampliar o alcance formativo da educação científica. Ao integrar conhecimentos da Química e da Geografia, o ensino passa a oferecer condições para que os estudantes compreendam a complexidade dos fenômenos ambientais, reconhecendo suas múltiplas determinações. Esse movimento favorece a construção de leituras mais críticas da realidade, possibilitando a identificação de relações entre práticas humanas, transformações ambientais e processos de desigualdade.

Por fim, os resultados indicam que a educação científica pode desempenhar um papel estratégico na formação de sujeitos capazes de interpretar e problematizar os desafios ambientais contemporâneos. Ao deslocar o foco de uma abordagem centrada exclusivamente na transmissão de conteúdo para uma perspectiva orientada à análise crítica e à contextualização, o ensino de Ciências amplia sua contribuição para a formação cidadã. Nesse sentido, a crise climática emerge não apenas como um tema de estudo, mas como um eixo estruturante para a reorganização das práticas pedagógicas, exigindo novas formas de pensar, ensinar e aprender no contexto educacional contemporâneo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.1. Implicações pedagógicas para a educação científica

As reflexões desenvolvidas ao longo deste estudo permitem afirmar que a abordagem educacional das mudanças climáticas exige uma reorganização das práticas pedagógicas tradicionalmente centradas em compartimentalizações disciplinares. A complexidade dos fenômenos climáticos impõe a necessidade de construir percursos formativos que articulem diferentes campos do conhecimento, favorecendo leituras integradas da realidade. Nesse contexto, a aproximação entre Química e Geografia não se configura apenas como uma estratégia didática, mas como uma exigência epistemológica decorrente da própria natureza multifacetada da crise climática.

Ao mobilizar conceitos da química atmosférica — como interações moleculares, balanço energético e ciclos biogeoquímicos — em diálogo com interpretações geográficas sobre território, uso do espaço e dinâmicas socioeconômicas, torna-se possível desenvolver práticas educativas que conectem processos naturais a contextos historicamente situados. Essa articulação permite que o conhecimento científico deixe de ser apresentado como um conjunto abstrato de informações e passe a ser compreendido como uma ferramenta interpretativa para analisar problemas concretos. Assim, o ensino de Ciências pode contribuir para que os estudantes reconheçam as relações entre padrões de produção e consumo, transformações ambientais e distribuição desigual de impactos climáticos, ampliando a compreensão das interdependências entre sociedade e natureza (Talanquer, 2021; Klein, 2022; UNESCO, 2023).

Além disso, essa perspectiva favorece a construção de propostas pedagógicas que valorizam a problematização e a investigação como princípios organizadores do processo de ensino-aprendizagem. Ao invés de restringir-se à transmissão de conteúdos previamente estruturados, o ensino de Ciências pode ser orientado por questões sociocientíficas que mobilizem diferentes saberes e estimulem a análise de situações reais. Problemas como eventos climáticos extremos, crises hídricas, mudanças no uso do solo e impactos ambientais locais podem ser incorporados como eixos estruturantes das práticas educativas, possibilitando a construção de aprendizagens mais significativas e contextualizadas.

Outra implicação relevante refere-se ao papel da educação científica na formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente informações e posicionar-se diante de desafios contemporâneos. Em um cenário marcado pela circulação intensiva de dados, pela disseminação de desinformação e pela complexidade das controvérsias científicas, torna-se fundamental desenvolver processos formativos que articulem conhecimento conceitual, análise crítica e participação social. Nesse sentido, a alfabetização científica assume uma dimensão ampliada, que envolve não apenas a compreensão de conceitos, mas também a capacidade de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

avaliar evidências, compreender incertezas e reconhecer implicações éticas e políticas associadas ao conhecimento científico.

Essa abordagem implica, ainda, repensar o papel do professor como mediador de processos de construção do conhecimento. A atuação docente passa a demandar não apenas domínio conceitual, mas também a capacidade de articular diferentes linguagens, promover diálogos interdisciplinares e criar condições para que os estudantes estabeleçam relações entre conteúdos escolares e problemáticas sociais. Dessa forma, a formação de professores emerge como um elemento central para a efetivação de práticas pedagógicas comprometidas com a compreensão crítica das questões ambientais (Loureiro, 2020; Sauvé, 2024; Saito; Loureiro, 2024).

Adicionalmente, as discussões aqui desenvolvidas apontam para a necessidade de incorporar dimensões éticas e políticas ao ensino de Ciências. A crise climática não se restringe a um problema de ordem técnica ou científica, mas envolve disputas em torno de modelos de desenvolvimento, uso de recursos naturais e distribuição de responsabilidades. Ao considerar essas dimensões no espaço educativo, torna-se possível promover uma formação que ultrapasse a neutralidade aparente do conhecimento científico, favorecendo a construção de posicionamentos críticos e socialmente engajados.

Por fim, destaca-se que a integração entre diferentes áreas do conhecimento, aliada à problematização de questões socioambientais, pode contribuir para ressignificar o ensino de Ciências no contexto contemporâneo. Ao articular explicações científicas com análises sociais e territoriais, a educação científica amplia seu potencial formativo, passando a desempenhar um papel estratégico na formação de sujeitos capazes de compreender a complexidade das transformações ambientais e de participar, de forma crítica, na construção de alternativas para o enfrentamento da crise climática.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as possibilidades de articulação entre o ensino de Química e o ensino de Geografia na abordagem educacional das mudanças climáticas, partindo do reconhecimento de que a crise climática constitui um fenômeno complexo, cuja compreensão exige a integração entre diferentes campos do conhecimento. A análise desenvolvida ao longo do trabalho permite afirmar que a interpretação das mudanças climáticas não pode ser sustentada por explicações disciplinares isoladas, uma vez que envolve, simultaneamente, processos físico-químicos e dinâmicas socioespaciais.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Nesse sentido, evidenciou-se que o ensino de Química contribui de forma decisiva para a compreensão dos mecanismos que regulam o funcionamento do sistema climático, especialmente no que se refere às interações entre matéria e energia na atmosfera. Por sua vez, o ensino de Geografia possibilita analisar como esses processos se manifestam de maneira desigual nos diferentes territórios, evidenciando relações entre uso do espaço, desenvolvimento econômico e vulnerabilidades socioambientais. A articulação entre esses dois campos amplia, portanto, as possibilidades de compreensão dos fenômenos climáticos, ao integrar dimensões naturais e sociais em uma mesma perspectiva analítica.

Os resultados também indicam que a interdisciplinaridade, longe de se restringir à justaposição de conteúdos, constitui um princípio estruturante para o ensino de Ciências no contexto contemporâneo. Ao promover o diálogo entre Química e Geografia, torna-se possível construir abordagens pedagógicas que favoreçam a análise de problemas concretos, permitindo que o conhecimento científico seja mobilizado na interpretação de situações reais e socialmente situadas. Essa integração contribui para o desenvolvimento de uma alfabetização científica ampliada, na qual os estudantes são capazes de estabelecer relações entre conceitos, contextos e implicações dos fenômenos estudados.

Do ponto de vista pedagógico, a articulação entre esses campos implica a necessidade de reorganizar práticas de ensino, de modo a superar a fragmentação disciplinar ainda predominante. Isso envolve a construção de propostas que integrem conteúdos de química atmosférica a análises geográficas do território, possibilitando que os estudantes compreendam tanto os mecanismos do aquecimento global quanto suas consequências sociais e espaciais. Tal perspectiva favorece a construção de aprendizagens mais significativas, ao conectar explicações científicas a contextos vividos e problemáticas contemporâneas.

Por fim, conclui-se que a educação científica pode desempenhar um papel estratégico na formação de sujeitos capazes de compreender a complexidade da crise climática, desde que se organize a partir de abordagens que articulem diferentes dimensões do conhecimento. A integração entre o ensino de Química e o ensino de Geografia apresenta-se, nesse contexto, como uma possibilidade consistente para ampliar o alcance formativo do ensino de Ciências, contribuindo para a construção de leituras mais críticas e contextualizadas sobre os desafios socioambientais contemporâneos.

REFERÊNCIAS

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 2021.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

HODSON, Derek. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. *International Journal of Science Education*, v. 46, n. 3, p. 245–260, 2024. DOI: https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2263363

IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009157896

KLEIN, Julie Thompson. *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University Press, 2022.

LEFF, Enrique. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder*. Petrópolis: Vozes, 2021.

LEICHENKO, Robin; O'BRIEN, Karen. *Climate and society: transformations for a sustainable future*. Cambridge: Polity Press, 2025.

LEVY, Beatriz; AZEVEDO, Maria; MARQUES, João. Educação científica e mudanças climáticas: desafios contemporâneos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências*, v. 18, n. 2, p. 45–62, 2023. DOI: https://doi.org/10.51189/ensicla2023/18654

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Educação ambiental crítica*. São Paulo: Cortez, 2020.

MAHAFFY, Peter; MATLIN, Stephen; WHALEN, Joan. Chemistry and the environment: a global perspective. *Pure and Applied Chemistry*, v. 94, n. 9, p. 1023–1035, 2022. DOI: https://doi.org/10.1515/pac-2021-1106

MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

SAITO, Carlos; LOUREIRO, Carlos. Educação ambiental e justiça climática. *Ambiente & Sociedade*, v. 27, p. 1–20, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0153r1vu2024L1OA

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. Rio de Janeiro: Record, 2022.

SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental: possibilidades e limites. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 19, n. 1, p. 12–28, 2024.

STEFFEN, Will et al. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*, v. 9, n. 1, p. 1–18, 2022. DOI: https://doi.org/10.1177/20530196221079068

TALANQUER, Vicente. Progressive chemical thinking: a framework for developing chemical literacy. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 4, p. 1123–1131, 2021. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01234

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

TALANQUER, Vicente. Chemical thinking in sustainability contexts. *Journal of Chemical Education*, v. 101, n. 2, p. 567–575, 2024. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00823

UNESCO. *Education for Sustainable Development: a roadmap*. Paris: UNESCO, 2023.

UNESCO. *Transforming education for climate action*. Paris: UNESCO, 2024.

Digitally signed by RECIMA21 REVISTA CIENTIFICA MULTIDISCIPLINAR LTDA:40166538000195.
Timestamp: 2026-04-29 13:59:06 -03.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.