

SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

Aquecimento Global: ciência, evidências e desinformação

Luiz Gustavo Franco

Projeto

Educação científica na era da pós-verdade: uma análise de oportunidades de aprendizagem em sala de aula ao longo do tempo

CNPq - Chamada Universal 2023

Processo: 401782/2023-9



Guia da sequência didática

Aquecimento global: ciência, evidências e desinformação

Como utilizar este material

A sequência foi planejada para turmas do Ensino Médio e pode ser desenvolvida em oito a dez aulas de 50 minutos. As atividades formam um percurso integrado, mas podem ser adaptadas conforme o tempo disponível, os conhecimentos prévios da turma e questões climáticas relevantes para o contexto local.

Visão geral

Atividade	Foco principal	Duração	Produto/registo
1	Questão sociocientífica, percepções e critérios de confiança	2 aulas	Posicionamento inicial e perguntas investigáveis
2	Efeito estufa, causas e evidências científicas	2 aulas	Modelo explicativo e dossiê de evidências
3	Dados, impactos, atribuição e justiça climática	2 aulas	Conclusão argumentada com limites e incertezas
4	Desinformação climática e circulação midiática	2 aulas	Mapa do percurso da informação
5	Mitigação, adaptação e comunicação pública	2 aulas	Plano de ação e produto midiático

1. Fundamentação teórica da sequência

O aquecimento global constitui um tema privilegiado para o ensino de Ciências no Ensino Médio, pois articula conhecimentos de Física, Química, Biologia, Geociências e Matemática a dimensões econômicas, políticas, culturais, territoriais e éticas. Embora exista amplo consenso científico sobre a influência humana no aquecimento observado, as decisões relacionadas ao enfrentamento das mudanças climáticas envolvem escolhas sobre energia, produção, consumo, mobilidade, conservação ambiental, adaptação e distribuição de responsabilidades. Por isso, o tema pode ser abordado como uma questão sociocientífica: um problema social complexo, relacionado à ciência, que exige a consideração simultânea de evidências, valores, interesses e consequências.

O trabalho com questões sociocientíficas cria oportunidades para que os estudantes mobilizem conhecimentos científicos em situações de participação social, analisem perspectivas distintas, construam argumentos e tomem decisões fundamentadas. Isso não significa apresentar como equivalentes posições que possuem sustentação científica muito desigual. A controvérsia pública sobre as respostas ao aquecimento global deve ser diferenciada de uma suposta controvérsia científica sobre sua existência ou sobre a principal contribuição das atividades humanas. Ao professor cabe promover a discussão de alternativas, responsabilidades e prioridades sem transformar o consenso científico em mera opinião entre outras (Zeidler et al., 2005).

A análise das mudanças climáticas também permite trabalhar características centrais da produção do conhecimento científico. A confiança nas conclusões não depende de um único gráfico, estudo ou cientista, mas da convergência entre diferentes linhas de evidência, da consistência com mecanismos físicos conhecidos, da comparação entre modelos e observações, da crítica entre especialistas e da síntese realizada por comunidades científicas. O Relatório de Síntese do Sexto Ciclo de Avaliação do IPCC reúne evidências sobre as causas, os impactos, os riscos e as possibilidades de resposta às mudanças climáticas, oferecendo um exemplo de produção coletiva e avaliação sistemática do conhecimento.

A circulação pública desse conhecimento ocorre, contudo, em um ambiente midiático no qual informações científicas convivem com simplificações, enquadramentos seletivos, falsas equivalências e campanhas de desinformação. Conteúdos enganosos podem explorar oscilações naturais do clima, episódios locais de frio, incertezas específicas ou erros pontuais para sustentar conclusões incompatíveis com o conjunto das evidências. Também podem utilizar gráficos recortados, especialistas fora de sua área, linguagem científica descontextualizada ou alegações de conspiração para fabricar a aparência de controvérsia.

Por essa razão, a sequência busca fomentar práticas de letramento científico midiático. Os estudantes são convidados a rastrear alegações até suas fontes originais, comparar uma postagem com os dados ou estudos que ela menciona, verificar se a conclusão corresponde à escala temporal e espacial analisada, distinguir clima de tempo meteorológico e identificar quem produz, seleciona e comunica as informações. O objetivo não é oferecer uma lista mecânica de sinais de falsidade, mas desenvolver formas contextualizadas de avaliação das fontes, evidências, credenciais, interesses e processos de mediação (Höttecke; Allchin, 2020; Kresin et al., 2024).

A proposta pretende contribuir, finalmente, para a construção de uma confiança equilibrada na ciência. Essa confiança não corresponde à aceitação automática de qualquer declaração feita por uma autoridade, mas ao reconhecimento das práticas que tornam determinados conhecimentos mais confiáveis: transparência metodológica, avaliação crítica, especialização pertinente, convergência de evidências, revisão e possibilidade de correção. Ao mesmo tempo, reconhecer incertezas sobre a intensidade de impactos locais ou sobre cenários futuros não significa que nada seja conhecido. A aprendizagem esperada consiste em ajustar o grau de confiança à qualidade das evidências e compreender que decisões responsáveis frequentemente precisam ser tomadas mesmo quando permanecem incertezas.

Ideia central

A questão orientadora não é apenas “o aquecimento global existe?”, mas: como podemos avaliar o que sabemos, distinguir incerteza de desinformação e decidir coletivamente como responder aos riscos climáticos?

2. Objetivo da sequência e público-alvo

Público-alvo

Estudantes das três séries do Ensino Médio, com possibilidade de adaptação do aprofundamento conceitual, dos conjuntos de dados e do nível de autonomia investigativa.

Duração estimada

Entre oito e dez aulas de 50 minutos.

Objetivo geral

Analisar o aquecimento global como questão sociocientífica, mobilizando conhecimentos sobre efeito estufa, balanço energético, evidências climáticas, impactos e respostas sociais, de modo a desenvolver práticas de investigação, argumentação, letramento científico midiático e confiança equilibrada na ciência.

Objetivos específicos

- explicar a diferença entre efeito estufa natural, intensificação do efeito estufa e aquecimento global;
- distinguir tempo meteorológico, clima, variabilidade natural e tendência climática;
- formular perguntas e hipóteses investigáveis sobre causas e consequências do aquecimento global;
- interpretar séries temporais, anomalias de temperatura, dados de concentração de gases e outras evidências;
- reconhecer a importância da convergência entre diferentes linhas de evidência;
- avaliar relações entre impactos climáticos, vulnerabilidade social e desigualdade;
- diferenciar incertezas científicas legítimas de estratégias que utilizam a incerteza para produzir dúvida generalizada;
- identificar práticas de desinformação, como seleção parcial de dados, falsas equivalências e uso inadequado de especialistas;
- rastrear a origem de alegações e avaliar fontes, evidências, credenciais e contextos de circulação;
- construir argumentos fundamentados e considerar alternativas de mitigação e adaptação;
- produzir materiais de comunicação climática claros, responsáveis e adequados a públicos específicos;
- justificar por que determinadas instituições e processos científicos são dignos de confiança sem tratá-los como infalíveis.

3. Sequência de atividades

ATIVIDADE 1 | O clima em debate: que problema estamos enfrentando?

Duração sugerida: duas aulas

Levantar ideias prévias, introduzir o aquecimento global como questão sociocientífica e formular perguntas que orientarão a sequência.

Preparação

Prepare uma situação fictícia inspirada em um contexto local ou regional. Ela pode envolver ondas de calor, enchentes, estiagens, incêndios, elevação do nível do mar, alterações na agricultura ou aumento do consumo de energia. Evite iniciar a sequência com uma exposição de conceitos: o primeiro objetivo é tornar visíveis as explicações, dúvidas, valores e critérios de confiança mobilizados pela turma.

Situação-problema

Após uma série de eventos extremos, o município pretende elaborar um plano climático. Parte da população atribui os acontecimentos ao aquecimento global; outras pessoas afirmam que eventos semelhantes sempre ocorreram e que as medidas propostas prejudicariam a economia. Nas redes sociais circulam gráficos, vídeos de especialistas e mensagens contraditórias. A escola foi convidada a elaborar uma contribuição para a consulta pública.

Início

Solicite que os estudantes respondam individualmente:

1. O que pode estar acontecendo com o clima da região?
2. Um evento extremo isolado demonstra o aquecimento global?
3. Que informações seriam necessárias para avaliar o problema?
4. Em quais fontes ou instituições você buscaria essas informações?
5. Que evidência poderia fortalecer ou enfraquecer sua explicação?

Guarde os registros para retomá-los ao final da sequência. Eles permitirão acompanhar mudanças nas explicações, nos critérios de confiança e na forma de relacionar evidências e conclusões.

Desenvolvimento

Organize grupos e distribua cartões de atores sociais: pesquisadores do clima, defesa civil, agricultores, moradores de áreas de risco, setor industrial, juventude, povos e comunidades tradicionais, gestores públicos, jornalistas, organizações ambientais e trabalhadores de setores intensivos em carbono. Cada grupo deverá identificar preocupações, interesses, responsabilidades e informações necessárias para a tomada de decisão.

Peça aos grupos que formulem perguntas investigáveis, como:

- Como sabemos que a temperatura média global está aumentando?
- Quais fatores naturais e humanos influenciam o clima?
- Um inverno frio contradiz o aquecimento global?
- Como os cientistas estimam temperaturas do passado?

- Por que os impactos são diferentes entre lugares e grupos sociais?
- Como saber se um gráfico compartilhado nas redes sociais foi manipulado?
- Que medidas podem reduzir emissões e vulnerabilidades?

Fechamento

Pergunta orientadora

Como podemos avaliar as evidências sobre o aquecimento global e decidir respostas socialmente responsáveis em um ambiente marcado por incertezas, interesses e desinformação?

Registro para avaliação

Registre os critérios de confiança mencionados: experiência direta, autoridade, profissão, instituição, consenso, dados, proximidade geográfica, popularidade, linguagem utilizada ou alinhamento com crenças prévias.

ATIVIDADE 2 | O que a ciência diz? Investigando causas e evidências

Duração sugerida: duas aulas

Construir uma explicação para o aquecimento global e analisar a convergência entre diferentes linhas de evidência.

Preparação

Organize estações investigativas com materiais breves e acessíveis. Cada estação deve apresentar uma linha de evidência distinta, acompanhada de informações sobre a fonte, a escala temporal e as limitações do registro.

- séries de anomalias de temperatura global;
- concentrações atmosféricas de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa;
- registros obtidos em testemunhos de gelo;
- mudanças na massa de geleiras e mantos de gelo;
- aumento do conteúdo de calor dos oceanos;
- alterações no nível médio do mar;
- comparação entre modelos com apenas fatores naturais e modelos que incluem influências humanas.

Início

Apresente duas questões: “O efeito estufa é um problema?” e “O dióxido de carbono é o único fator que controla o clima?”. Peça que os estudantes construam uma explicação provisória, indicando o que sabem e o que ainda precisam investigar.

Desenvolvimento — modelo do efeito estufa

Utilize um esquema do balanço energético da Terra para discutir entrada de radiação solar, reflexão, absorção e emissão de radiação infravermelha. Os estudantes podem construir um modelo físico ou visual com cartões, setas e superfícies representando atmosfera, nuvens, gelo, oceanos e continente. A atividade deve priorizar relações e mecanismos, evitando a analogia inadequada de que os gases formam uma “tampa” que simplesmente aprisiona calor.

Questões para o modelo

Que energia entra no sistema? Que parte é refletida? Como a superfície aquecida transfere energia? Qual é o papel dos gases de efeito estufa? O que muda quando sua concentração aumenta? Que aspectos importantes o modelo não representa?

Desenvolvimento — circuito de evidências

Em grupos, os estudantes percorrem as estações e completam um dossiê:

6. O que foi medido ou reconstruído?
7. Qual tendência ou padrão aparece?
8. Que explicação é compatível com os dados?
9. Que limitações ou incertezas existem?
10. Como esta evidência se relaciona com as demais?
11. A fonte permite localizar os dados ou métodos originais?

Após o circuito, cada grupo deve selecionar três linhas de evidência e construir um argumento explicando por que o aquecimento atual não é sustentado por um único indicador. Promova a comparação entre argumentos e introduza a ideia de convergência de evidências.

Fechamento**Síntese investigativa**

O que podemos afirmar com maior segurança sobre as causas do aquecimento observado? Que aspectos ainda apresentam incerteza? Por que essas incertezas não anulam a conclusão principal?

ATIVIDADE 3 | Dados e impactos: o que os números mostram?**Duração sugerida: duas aulas**

Relacionar evidências climáticas a impactos socioambientais, distinguindo tendência, variabilidade, risco, atribuição e vulnerabilidade.

Preparação

Selecione conjuntos de dados de dois ou três casos, preferencialmente combinando uma escala global e uma realidade próxima dos estudantes. Podem ser analisados dias de calor extremo, precipitação, secas, incêndios, produtividade agrícola, disponibilidade hídrica, doenças sensíveis ao clima ou nível do mar.

Início

Apresente uma manchete como: “Aquecimento global causa a enchente” ou “Frio recorde prova que o planeta não está aquecendo”. Solicite que os estudantes indiquem o que seria necessário investigar antes de aceitar ou rejeitar a afirmação.

Desenvolvimento

Os grupos deverão analisar os dados segundo o roteiro:

12. Identifiquem a variável, a unidade, a escala espacial e o período.
13. Diferenciem valores absolutos, médias, tendências e anomalias.
14. Procurem padrões, mudanças, oscilações e valores extremos.

15. Expliquem o que os dados permitem afirmar e o que não permitem.
16. Indiquem fatores físicos e sociais que podem influenciar o impacto.
17. Formulem uma hipótese sobre a relação com as mudanças climáticas.
18. Listem informações adicionais necessárias para uma atribuição mais segura.

Explique que a ocorrência de um evento específico depende de múltiplos fatores. Estudos de atribuição avaliam se a mudança climática alterou a probabilidade ou a intensidade de determinados eventos, em vez de simplesmente classificá-los como “causados” ou “não causados” pelo aquecimento global.

Justiça climática

Apresente dois territórios expostos a um risco semelhante, mas com infraestrutura, renda, acesso à saúde, moradia e capacidade de resposta diferentes. Peça aos estudantes que expliquem por que exposição não é sinônimo de impacto e como vulnerabilidade e desigualdade influenciam os danos.

Pergunta sociocientífica

Quem deve assumir os custos da prevenção, da adaptação e das perdas climáticas? Que critérios poderiam orientar uma decisão justa?

Fechamento

Cada grupo deverá elaborar uma conclusão em quatro partes:

- o que os dados permitem afirmar;
- qual relação é plausível, mas exige evidências adicionais;
- quais incertezas permanecem;
- quais grupos podem ser mais afetados e por quê.

ATIVIDADE 4 | Laboratório de desinformação climática

Duração sugerida: duas aulas

Investigar alegações climáticas em circulação nas mídias, avaliando fontes, evidências, raciocínios e estratégias de persuasão.

Preparação

Selecione materiais de diferentes naturezas: publicação de instituição científica, notícia jornalística, vídeo de divulgação, postagem com gráfico, opinião, conteúdo impreciso e material desinformativo. Anonimize usuários comuns e informe previamente quando um material contiver alegações falsas ou enganosas.

Cuidado pedagógico

Não peça aos estudantes que repitam ou divulguem alegações falsas sem contextualização. Priorize a investigação e a correção fundamentada, evitando ridicularizar pessoas que possuem dúvidas ou preocupações.

Início

Apresente dois gráficos visualmente convincentes, mas construídos com escalas, períodos ou recortes diferentes. Pergunte como escolhas de representação podem alterar a interpretação sem que nenhum número tenha sido inventado.

Desenvolvimento

Cada grupo receberá uma alegação, por exemplo: “o clima sempre mudou”; “cientistas não concordam”; “o CO₂ é natural, portanto não pode causar aquecimento”; “um inverno frio refuta o aquecimento global”; “modelos climáticos nunca acertam”; ou “ações humanas são pequenas demais para alterar o clima”. As alegações devem ser tratadas como objetos de investigação, não como posições equivalentes.

Utilize o roteiro:

19. Definam a alegação de forma verificável.
20. Localizem a fonte original e reconstruam o percurso da informação.
21. Verifiquem a especialização e a pertinência das credenciais apresentadas.
22. Identifiquem quais dados ou estudos são citados e se sustentam a conclusão.
23. Observem período, escala, unidade, eixo, referência e possíveis recortes seletivos.
24. Comparem a afirmação com sínteses científicas e fontes independentes.
25. Identifiquem estratégias de raciocínio: falsa dicotomia, seleção parcial, exigência de certeza absoluta, teoria conspiratória, especialista inadequado ou confusão entre clima e tempo.
26. Classifiquem a alegação e indiquem o grau de segurança da conclusão.

Mapa do percurso da informação

Produto do grupo

Dado ou estudo original → instituição ou especialista → veículo ou plataforma → postagem atual → público. Registre lacunas e transformações ocorridas em cada etapa.

Classificação argumentada

- informação sustentada pelas evidências;
- informação correta, mas incompleta ou descontextualizada;
- afirmação legítima ainda incerta;
- interpretação controversa;
- informação imprecisa;
- conteúdo desinformativo;
- material insuficiente para uma conclusão.

Fechamento

Discuta por que linguagem técnica, aparência profissional ou presença de um especialista não garantem confiabilidade. Ao mesmo tempo, destaque que a avaliação contextual não exige começar do zero: sínteses produzidas por instituições transparentes e comunidades de especialistas constituem recursos importantes para cidadãos não especialistas.

ATIVIDADE 5 | Soluções em foco: decidir e comunicar

Duração sugerida: duas aulas

Sistematizar as aprendizagens, comparar estratégias de mitigação e adaptação e produzir uma comunicação pública responsável.

Preparação

Retome a situação-problema da primeira atividade. Informe que a turma participará de uma assembleia climática escolar ou municipal. Distribua papéis: comissão científica, juventude, moradores de áreas vulneráveis, setor de energia, transporte, agricultura, saúde, trabalhadores, organizações comunitárias, gestores e equipe de comunicação.

Início

Entregue a todos os grupos uma base comum de informações: perfil de emissões, riscos locais, custos aproximados, benefícios adicionais, limitações e prazos de diferentes medidas. Oriente a distinção entre mitigação, adaptação e resposta a perdas e danos.

Desenvolvimento — avaliação de propostas

Cada grupo deverá avaliar medidas como eficiência energética, transporte coletivo, energias renováveis, proteção de ecossistemas, reflorestamento, planejamento urbano, alertas de eventos extremos, infraestrutura de drenagem, adaptação da agricultura e proteção à saúde.

27. Que problema a medida procura enfrentar?
28. Qual evidência sustenta sua eficácia?
29. Em que prazo seus resultados aparecem?
30. Quais custos, benefícios e efeitos indesejados podem ocorrer?
31. Quem recebe os benefícios e quem assume os custos?
32. Que incertezas precisam ser comunicadas?
33. Como a medida pode ser acompanhada e revisada?

Assembleia pública

Organize exposições iniciais, perguntas cruzadas, apresentação de objeções e negociação de prioridades. Dois estudantes podem observar o uso de evidências, o reconhecimento de incertezas, os apelos a valores e as mudanças de posição durante o debate.

Produção final

Cada grupo deverá produzir um material dirigido a um público específico: vídeo curto, podcast, infográfico, carrossel, carta à comunidade, reportagem, exposição ou painel de perguntas frequentes. O material deverá:

- explicar uma evidência climática sem distorcê-la;
- diferenciar o que é conhecido do que permanece incerto;
- indicar fontes e permitir o rastreamento das informações;
- corrigir uma estratégia de desinformação sem amplificá-la;
- apresentar uma ação de mitigação ou adaptação;
- considerar impactos desiguais e responsabilidades;
- utilizar linguagem adequada ao público.

Revisão entre pares

Antes da versão final, os materiais devem ser revisados por outro grupo segundo quatro dimensões: precisão científica, qualidade das evidências, transparência sobre limites e incertezas e adequação comunicativa. Os autores deverão registrar quais sugestões incorporaram e justificar as demais decisões.

Fechamento da sequência

Retome os registros da primeira atividade e peça que os estudantes respondam novamente às perguntas iniciais. Acrescente:

- O que significa confiar de forma equilibrada na ciência do clima?
- Como diferenciar uma incerteza científica de uma dúvida fabricada?
- Que cuidado você adotará antes de compartilhar uma alegação climática?
- Sua explicação ou posição mudou? Que evidência ou interação contribuiu para isso?

Síntese individual

Confiar de maneira equilibrada na ciência do clima significa reconhecer a força de conhecimentos produzidos e criticados coletivamente, avaliar fontes e evidências, compreender limites e incertezas e permanecer aberto à revisão sem tratar toda alegação como igualmente plausível.

4. Avaliação da aprendizagem

A avaliação deverá ser processual e considerar conteúdos conceituais e práticas epistêmicas, midiáticas e sociopolíticas mobilizadas ao longo do percurso. Podem ser analisados:

- formulação de perguntas investigáveis;
- construção e revisão de modelos explicativos;
- interpretação de séries temporais, escalas, unidades e anomalias;
- relação entre evidências, mecanismos e conclusões;
- reconhecimento de convergência, limitações e incertezas;
- distinção entre clima, tempo meteorológico e variabilidade natural;
- avaliação de fontes, credenciais e processos de mediação;
- rastreamento da origem de alegações;
- identificação de raciocínios falhos e recortes seletivos;
- construção e avaliação de argumentos;
- consideração de vulnerabilidade, justiça e responsabilidade;
- qualidade científica e comunicativa do produto final;
- transformação dos critérios de confiança.

A comparação entre os registros iniciais e finais pode evidenciar mudanças não apenas nas posições, mas na qualidade das justificativas. Um estudante pode manter sua opinião e, ainda assim, avançar ao incorporar dados, reconhecer limites, avaliar fontes e considerar consequências para diferentes grupos.

5. Referências bibliográficas

- ALLCHIN, Douglas. Ten competencies for the science misinformation crisis. *Science Education*, v. 107, n. 2, p. 261–274, 2023. <https://doi.org/10.1002/sce.21746>.
- HÖTTECKE, Dietmar; ALLCHIN, Douglas. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, v. 104, n. 4, p. 641–666, 2020. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. *Understanding and addressing misinformation about science*. Washington, DC: The National Academies Press, 2024. <https://doi.org/10.17226/27894>.
- SCHEUFELE, Dietram A.; KRAUSE, Nicole M.; FREILING, Isabelle; BROSSARD, Dominique. Misinformation about science in the public sphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 118, n. 15, e2104068118, 2021. <https://doi.org/10.1073/pnas.2104068118>.
- ZEIDLER, Dana L.; SADLER, Troy D.; SIMMONS, Michael L.; HOWES, Elaine V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, v. 89, n. 3, p. 357–377, 2005. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>.