

## O ANTROPOCENO EM SALA DE AULA: UM CONVITE PEDAGÓGICO A OLHAR PARA O ONTEM, A ANALISAR O HOJE E A PENSAR O AMANHÃ

## THE ANTHROPOCENE IN THE CLASSROOM: A PEDAGOGICAL INVITATION TO LOOK AT YESTERDAY, ANALYZE TODAY, AND THINK ABOUT TOMORROW

## EL ANTROPOCENO EN EL AULA: UNA INVITACIÓN PEDAGÓGICA A MIRAR EL AYER, ANALIZAR EL HOY Y PENSAR EL MAÑANA

*Michel Mendes*<sup>1</sup>

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo estruturar uma proposta pedagógica a partir de articulações e diálogos possíveis e necessários entre o Antropoceno e o ensino de Ciências e Biologia, de modo a fomentar a formação política de estudantes diante do atual cenário de vida. Trata-se de um movimento reflexivo que convida a olhar para o passado e para a nossa própria história de vida como humanidade, a interpretar criticamente o presente e a pensar o futuro, a partir de problematizações e sugestões de caráter pedagógico, que extrapolam o conteúdo específico do ensino de Ciências e Biologia e o aproxima de questões do nosso tempo, da nossa Época, o Antropoceno.

**Palavras-chave:** Antropoceno. Formação Crítica. Ensino de Ciências e Biologia.

### Abstract

This work aims to structure a pedagogical proposal based on possible and necessary articulations and dialogues between the Anthropocene and the teaching of Science and Biology, in order to foster students' political formation in the face of the current life scenario. It is a reflective movement that invites us to look at the past and at our own life history as humanity, to critically interpret the present, and to think about the future, through pedagogical problematizations and suggestions that go beyond the specific content of Science and Biology teaching and bring it closer to the issues of our time, of our Epoch, the Anthropocene.

**Keywords:** Anthropocene. Critical Education. Science and Biology Teaching.

### Resumen

Este trabajo tiene como objetivo estructurar una propuesta pedagógica a partir de articulaciones y diálogos posibles y necesarios entre el Antropoceno y la enseñanza de ciencias y biología, con el fin de fomentar la formación política de los estudiantes ante el escenario vital actual. Se trata de un movimiento reflexivo que invita a mirar al pasado y a nuestra propia historia de vida como humanidad, a interpretar críticamente el presente y a pensar el futuro, a partir de problematizaciones y sugerencias de carácter pedagógico que trascienden el contenido específico de la enseñanza de ciencias y biología y lo aproximan a las cuestiones de nuestro tiempo, de nuestra Época, el Antropoceno.

**Palabras clave:** Antropoceno. Formación Crítica. Enseñanza de Ciencias y Biología.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, Brasil. E-mail: michel.mendes@ufg.br

[...] o futuro do único lugar onde a vida é conhecida é determinado pelas ações dos seres humanos. No entanto, o poder que os humanos exercem é diferente de qualquer outra força da natureza, porque é reflexivo e portanto, pode ser usado, retirado ou modificado (Lewis; Maslin, 2015, p. 178).

## 1. Introdução

O Antropoceno anuncia um paradoxo e uma encruzilhada civilizatória: a nossa própria dinâmica de vida pode encerrá-la. Essa contradição se situa em um contexto amplamente plural e não igualitário, em que poucos (responsáveis) dão o tom da roda da vida dentro de um modelo econômico que determina a vida de muitos (a maior parcela da população mundial) (Mendes, 2025).

Segundo Crutzen e Stoermer (2000) e Steffen *et al.* (2011), o conceito de Antropoceno foi proposto para destacar as transformações resultantes da interação entre os seres humanos e o meio ambiente em escala global. O termo indica que estariamos deixando a atual Época geológica, o Holoceno (últimos 11.700 anos) devido às ações humanas. Ou seja, o Antropoceno representa o período em que a humanidade passa a exercer influência significativa sobre o funcionamento do sistema-terra.

Apesar de o conceito de Antropoceno ter alcançado ampla difusão em diferentes campos do conhecimento em nível nacional e mundial, assumindo múltiplas interpretações, ele ainda não foi oficialmente reconhecido como uma nova Época geológica pela International Union of Geological Sciences (IUGS) (União Internacional de Ciências Geológicas), entidade responsável por essa classificação. A homologação de uma nova unidade geológica, seja uma Era, Época ou um Período, constitui um processo longo e rigoroso. Exemplo disso é a atual Época, o Holoceno, que somente foi oficializada pela IUGS após mais de cinquenta anos de debate (Chakrabarty, 2025).

Nesse sentido, em 2009 foi instituído o Anthropocene Working Group (Grupo de Trabalho do Antropoceno) (AWG, 2024), vinculado à Subcommission on Quaternary Stratigraphy (Subcomissão de Estratigrafia Quaternária) e, consequentemente, à International Commission on Stratigraphy (Comissão Internacional de Estratigrafia), com a finalidade de reunir evidências globais consistentes que pudessem fundamentar a caracterização dessa nova Época. Ressalto que esse debate ocorre em um contexto marcado por condicionantes políticos e neoliberais e pela disseminação de desinformação ambiental, frequentemente mobilizada para deslegitimar a ciência e enfraquecer as denúncias relacionadas aos impactos ambientais.

Para Ferrão (2017), a defesa do Antropoceno como Época que evidencia a influência humana sobre os sistemas biofísicos da Terra ampliou o escopo das discussões em âmbitos tanto acadêmico quanto não acadêmico. O autor destaca que “[...] *mais do que viajar, importa ‘viajar bem’* (Howlett; Morgan, 2001), ou seja, preservar o essencial da integridade inicial [...] e, ao mesmo tempo, assegurar sua funcionalidade através de novos usos [...]” (Ferrão, 2017, p.

209, grifo meu). Entretanto, por se tratar de um campo em disputa, que tensiona a lógica econômica global e os seus desdobramentos em termos de permanência ou transformação, esse “viajar bem” encontra resistências em discursos divergentes: de um lado, aqueles que legitimam o conceito em sua essência, como o Grupo de Trabalho do Antropoceno e outros pesquisadores; e de outro, os que o utilizam como metáfora ambiental, enfatizando os impactos humanos sobre o planeta e a urgência de mudanças, mas sem reconhecê-lo formalmente como uma nova Época geológica.

A afirmação de Howlett e Morgan (2001), citada por Ferrão (2017), é o ponto de aterramento deste trabalho, isto é, independentemente das nomenclaturas dadas a Época Humana, das defesas quanto à demarcação temporal de início dessa Época ou de qualquer outra associação científica e/ou política, o que está em jogo e importa é como essas informações circulam, formam e desinformam a sociedade, consequentemente, a escola e seu público. Essa é uma defesa para um “viajar bem”, que promova, criticamente, o debate e a compreensão acerca da problemática que se anuncia, embora já seja uma realidade, especialmente no que se refere ao ensino de Ciências e Biologia pela aproximação da agenda ambiental, ainda que não seja responsabilidade somente da área debater sobre o campo.

A pesquisa desenvolvida por Jayme e Mendes (2025) analisou a presença do termo Antropoceno e como é abordado nas sete coleções aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021, referentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio. Cada coleção é composta por seis volumes, totalizando 42 livros analisadas. Os resultados apontam que, em apenas três das sete coleções, e em somente quatro livros didáticos, há menção ao Antropoceno. As abordagens identificadas não contemplam a integração entre diferentes áreas do conhecimento necessária para a compreensão dos cenários contemporâneos, além de se apresentarem de modo superficial e baseadas em descrições genéricas. Embora esteja presente em menos da metade das coleções, o conteúdo relativo ao Antropoceno nos livros didáticos não promove, de maneira aprofundada e crítica, o debate indispensável à formação dos estudantes. Essa constatação evidencia que, dependendo da coleção escolhida pela escola, o tema pode sequer ser mencionado, a menos que os docentes acrescentem, de forma complementar, a discussão sobre a Época Humana, apesar das inúmeras conexões com as Ciências da Natureza (Jayme; Mendes, 2025).

Desse modo, o objetivo deste artigo é estruturar uma proposta pedagógica a partir de articulações e diálogos possíveis e necessários entre o Antropoceno e o ensino de Ciências e Biologia, de modo a fomentar a formação política de estudantes diante do atual cenário de vida. Portanto, o texto não apresenta procedimentos metodológicos, mas sim uma proposta de abordagem pedagógica reflexiva do termo Antropoceno em sala de aula, guiado a partir de três momentos: o ontem, o hoje e o amanhã, conforme apresentado a seguir.

## 2. Proposta pedagógica

Uma vez que este artigo se propõe a apresentar uma proposta pedagógica reflexiva para o ensino de Ciências e Biologia, que tenha como elemento central o debate sobre o Antropoceno, a vinculação teórico-metodológica é inspirada em Paulo Freire, ou seja, em um referencial crítico. A escolha se justifica pela necessidade de superar perspectivas ingênuas em sala de aula e ao abordar temáticas que se conectam ao Antropoceno, de modo a romper com dinâmicas bancárias, românticas e/ou fatalistas, como a crença na tecnologia como salvacionista ou até mesmo nos discursos colapsistas. O Antropoceno como campo científico avança em direções que, segundo Froehlich e Vieira (2024, p. 17): “[...] existem embates sobre como abordar e quais direções tomar nessa nova época: catástrofe ou oportunidade?”. Danowski e Viveiros de Castro (2014, p. 6-7) alertam que “As distopias, enfim, proliferaram e um certo pânico perplexo (pejorativamente incriminado como “catastrofismo”), quando não um entusiasmo algo macabro (recentemente popularizado sob o nome de “acceleracionismo”), parecem pairar sobre o espírito do tempo”.

Refletir sobre o Antropoceno via pensamento Freireano pressupõe “pensar certo”, conceito freireano que implica em conceber o diálogo como princípio educativo, uma via de escuta e valorização do outro; respeitar os saberes que chegam à escola e suas formas de produção; reconhecer-se como seres inconclusos e, portanto, humildes, abandonando certezas que oprimem outros modos de ver e habitar o mundo; e rejeitar qualquer manifestação de preconceito, comprometendo-se com uma postura ética, coerente, responsável e engajada com a transformação social (Freire, 1996, 1987). É um convite para exercitar a curiosidade epistemológica, para colocar em movimento questionar a curiosidade do senso comum. Em contraste, “pensar errado” corresponde, segundo Freire (1996, 1987), à lógica da superioridade, do autoritarismo, da educação bancária e antidialógica, bem como à desvalorização dos saberes populares frente aos saberes científicos.

A mudança em questão implica (re)conhecer o território que se vive e se questionar sobre inúmeros fatores que atravessam o cotidiano da escola, do bairro, da cidade e suas aproximações com acontecimentos regionais, nacionais e mundiais. Afinal, pensar o Antropoceno não representa buscar sinais ou evidências de impactos ambientais de larga escala, mas sim fenômenos e problemas ora diários ora alternantes, mas que se repetem; outros que são velhos conhecidos e até esquecidos ou abstraídos, outros revestidos com novas roupagens, modernos, mas ainda assim antigos, e até mesmo novos problemas.

Exemplo dessa leitura acerca do velho e do novo são os tecnofósseis (artefatos produzidos pela humanidade) (Zalasiewicz *et al.*, 2014; Zalasiewicz, 2018; Zalasiewicz *et al.*, 2022) que serão enfatizados posteriormente: a problemática do plástico não é recente, mas agora tem assumido a escala micro, sendo encontrado em nossos pulmões, na água que bebemos, no leite materno, nas nuvens dentre outros. A problemática do plástico era uma preocupação em relação aos impactos para a vida de outros animais, especialmente os

marinhos<sup>2</sup>, que, infelizmente, transborda noticiários e livros, mas agora nos toca, literalmente está dentro de nós, embora não possamos visualizar a olho nú (o que torna a compreensão social ainda mais difícil).

É justamente ao buscar compreender como chegamos até aqui e ao explorar outras possibilidades de análise que esta proposta pedagógica para o ensino de Ciências e Biologia no contexto do Antropoceno ganha potência. Ela nos convida a imaginar novos horizontes e a não sucumbir aos fatalismos da vida, ecoando a provocação presente no título do livro de Layrargues e Sato (2024): *Se o mundo vai acabar, por que deveríamos reagir?* Para Orr (2020, p. 270):

O nosso trabalho como educadores não coincide com o alcance, a escala e a urgência dos desafios que enfrentamos atualmente, e que os nossos descendentes enfrentarão ao longo dos séculos da “longa emergência”. Existem muitas razões para isto, contudo, a mais importante é a nossa tendência a ignorar a dura realidade de que o uso e a disposição da terra, do ar, da água, dos bosques, dos oceanos, dos minerais, da energia e da atmosfera são inevitavelmente políticos, e tem a ver com “quem obtém o quê, quando e como”. Em outras palavras, não temos tanto uma crise ambiental como um fracasso maciço das instituições políticas e dos governos para prever e prevenir o que se converteu na “longa emergência”.

Por extensão, Cartea (2024, p. 7) problematiza que “o discurso colapsista, qualquer que seja a sua conceptualização e a sua concretude empírica, tende a excluir, por sua impossibilidade, a perspectiva educativa: enunciar um colapso acaba com os horizontes da esperança”. Nesse caminho, Freire (1987, 1996) enfatiza que sem esperança não há luta, não há emersão social diante das condições de opressão, não há libertação, o que pode fortalecer os discursos colapsistas.

É sobre essas aproximações, em diferentes perspectivas educativas, que apresento a seguir sugestões de abordagem sobre o Antropoceno para as aulas de Ciências e Biologia. Não serão abordados elementos específicos sobre os conteúdos do ensino de Ciências e Biologia, mas sim aspectos que podem ser utilizados em sala de aula para enriquecer o debate sobre a Época humana, comportando-se como uma proposta pedagógica reflexiva, considerando diferentes tempos, o passado, o presente e o futuro, afinal, segundo Haraway (2016, s/p): “O Antropoceno marca descontinuidades graves; o que vem depois não será como o que veio antes”.

---

<sup>2</sup> Os estudos “Fragments da destruição: impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira” (Magno, 2024) e “Raio-x dos resíduos na costa brasileira: descobertas da 1<sup>a</sup> expedição ondas limpas na estrada” (Gonçalves *et al.*, 2024) apresentam, de maneira atualizada e didática, o cenário da presença do plástico no litoral brasileiro e seus impactos sobre a vida marinha. Recomendo ainda a leitura do abrangente relatório “The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health” (A Comissão Minderoo-Mônaco sobre Plásticos e Saúde Humana) sobre o impacto do plástico na saúde humana, embora a pesquisa também enfatize as consequências para outros domínios (Landrigan *et al.*, 2023).

## 2.1 Olhando para o passado

Olhar para o passado é um convite muitas vezes sugerido por familiares, professores e até amigos. Recorremos a álbuns de fotografias, conversas com familiares mais velhos e até leitura de documentos históricos, afinal, eles registram e contam sobre determinados momentos. Embora seja difícil definir o que é velho, antigo, ainda mais diante do acelerado avanço tecnológico que vivemos, utilizarei como marcador temporal e científico a primeira publicação sobre o Antropoceno, de Crutzen e Stoermer, nos anos 2000, que também é a transição do século XX para o XXI (ano de 2001). O que aconteceu antes dos anos 2000 será o nosso passado para fins pedagógicos.

Retomo a afirmativa de Howlett e Morgan (2001 apud Ferrão, 2017): “*mais do que viajar, importa ‘viajar bem’*”. Ela será utilizada para pensarmos o tempo geológico e as unidades cronoestratigráficas e geocronológicas, afinal, o Antropoceno é uma proposta de Época e não Era geológica. Logo, há diferença conceitual entre a utilização frequente dessas duas unidades. Conforme Popp (2017, p. 240):

As unidades cronoestratigráficas referem-se a intervalos de tempo. O objetivo é organizar todas as sequências da terra em relação ao tempo correspondente à sua formação. [...] Estas subdivisões em unidades maiores ou menores comportam rochas formadas durante um determinado intervalo de tempo.

As classes de unidades cronoestratigráficas são as seguintes: eonotema, eratema, sistema, série, andar e cronozona. As unidades cronoestratigráficas têm seu equivalente geocronológico, que são as unidades geocronológicas. Estas são imateriais, assim como uma semana, um mês ou um ano. Referem-se apenas a determinado período de tempo. As unidades geocronológicas são: eom, eras, períodos, épocas, idade, cron, e correspondem às unidades cronoestratigráficas.

Considerando que estamos na Época Holoceno (últimos 11.700 anos), apresento a seguir a sequência de unidades geocronológicas que vivemos, conforme a Tabela Cronoestratigráfica Internacional (versão 2024/12) (Cohen *et al.*, 2024): Eom (ou Éon) Fanerozóico; Era Cenozóica; Período Quaternário; e Época Holoceno. Para fins de demarcação, a Época Holoceno ainda possui três divisões em Idades: Greenlandiano, Northgrippiano e Megalayano. Portanto, a definição conceitual geocronológica amplamente defendida é Época (escrita com a primeira letra em maiúsculo - convenção da área), por se tratar de um intervalo menor dentro do Período Quaternário e da Era Cenozóica. O termo Era é utilizado de modo informal para demarcar inúmeros acontecimentos de ordem social, como “Era da Informação”; “Era da Inteligência Artificial”, “Era dos Plásticos” dentre outras, até mesmo o termo Época assume essa conformação em outros momentos. Importante destacar também que a utilização do sufixo “cene” (Anthropocene) é um padrão na nomenclatura de Eras e Épocas a partir da Era Cenozoica.

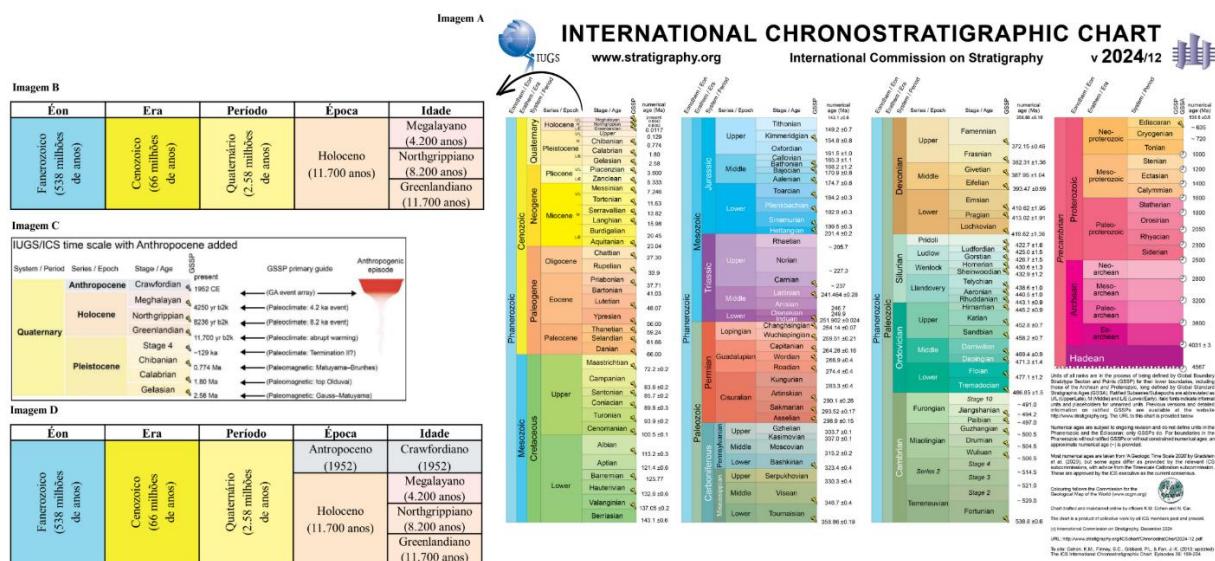
Embora o Antropoceno seja um acontecimento/fenômeno social, para a sua aprovação é preciso ser um acontecimento/fenômeno geológico. Com a finalidade de agrupar informações e evidências com sinais geológicos expressivos e globalmente distribuídos sobre os impactos da humanidade no planeta, desde 2009, com a criação do Grupo de Trabalho do Antropoceno, que atualmente é coordenador por Colin Waters e Simon Turner, as proposições variam em termos de datação e indicativos do impacto antrópico no sistema terrestre, desde a domesticação de animais, do uso do solo e do fogo, até à Revolução Industrial, o lançamento do teste da bomba atômica, a “Grande Aceleração” e os Tecnofósseis. Em votação realizada em 2019 pelo AWG, a “Grande Aceleração” foi considerada o marco histórico que caracteriza a Época humana, pois é

[...] marcada pelo crescimento populacional, pela industrialização e pela globalização em meados do século XX (Steffen *et al.*, 2007, 2015) - deixaram uma ampla variedade de sinais [...]. Esses sinais permitem que uma unidade cronoestratigráfica do Antropoceno seja precisamente delimitada, amplamente identificada e correlacionada (Waters *et al.*, 2024a, p. 3).

As defesas mais consistentes e indicadas pelo AWG em outubro de 2023, no relatório final “The Anthropocene Epoch and Crawfordian Age: proposals by the Anthropocene Working Group” (A Época do Antropoceno e a Idade Crawfordiana: propostas do Grupo de Trabalho sobre o Antropoceno), voltam-se para o século XX, em torno da década de 1950 (Waters *et al.*, 2024a). Para cada definição de mudança de unidade geológica, é preciso apontar para um ponto de referência (Golden Spike), chamado de GSSPs. Conforme o relatório, dos 12 pontos selecionados globalmente, definiu-se o Lago Crawford, no Canadá, como o GSSPs do Antropoceno, tendo em vista o registro acelerado de partículas de Plutônio (elemento químico radioativo), vinculado aos testes nucleares (Waters *et al.*, 2024a). Porém, em março de 2024, em reunião realizada pela Subcomissão de Estratigrafia Quaternária, a proposta do Antropoceno como nova Época foi rejeitada (AWG, 2024). Conforme afirma Davis (2008, s/p): “Em geologia, assim como em biologia ou história, a periodização é uma arte complexa e controversa [...].”

Para fins de didatização e da defesa que se faz neste trabalho pelo Antropoceno como Época geológica, na Figura 1, a seguir, consta um conjunto de quatro imagens, sendo: Imagem A: Tabela Cronoestratigráfica Internacional completa, com todos as unidades geológicas da Terra (última versão disponível - 2024/12); Imagem B: ampliação da Tabela com a demarcação das datações de cada momento; Imagem C: proposta do AWG, enviada no relatório final; Imagem D: inclusão do Antropoceno como Época geológica, a partir da ampliação da imagem B.

**Figura 1:** Didatização da Tabela Cronoestratigráfica Internacional a partir da inclusão do Antropoceno como Época geológica.



**Fonte:** Imagem A (Cohen *et al.*, 2024); Imagens B e D (autor do trabalho); Imagem C (Waters *et al.*, 2024b). Obs 1: O Antropoceno não é uma Época oficialmente aprovada (até o momento), por isso, neste trabalho, a composição tem fins didáticos e ilustrativos. Obs 2: Uma vez que o Antropoceno não é uma Época oficialmente aprovada, não há definições de Idades.

É possível identificar na imagem C (à direita) que há um esquema de apresentação do aumento dos episódios antropogênicos. No caso do Antropoceno, a “Grande Aceleração” é o acontecimento/fenômeno que caracteriza a Época e a Idade escolhida, iniciada em 1952. A cor utilizada, o cinza, refere-se ao fato de ser uma proposta, e não uma unidade oficial da tabela internacional, conforme normas da IUGS.

Além de compreender as nuances que constituem o tempo geológico e suas unidades, é fundamental atentar para os tipos de impactos que a ação humana tem promovido. De modo breve, conforme registrado no Relatório, destaco:

- *Evidências litoestratigráficas:* referem-se aos registros deixados em camadas de rochas. Atualmente, os compostos sintéticos superam, em número, os minerais naturais conhecidos. Exemplos: alumínio, titânio, plástico, concreto, cinzas da queima de combustíveis fósseis etc (Waters *et al.*, 2024b).

- *Evidências químicoestratigráficas:* implicam no registro de químicos no funcionamento do sistema terrestre. Exemplos: aumento da concentração de Metano e de Gás Carbônico atmosférico (esse último passou de 280 ppm - Holoceno para 420 ppm atualmente); aumento da concentração de Chumbo e Mercúrio, agrotóxicos; os níveis de nitrogênio e fósforo reativos de superfície quase dobraram desde 1950; os radionuclídeos artificiais, como o Plutônio, Césio e Amerício, gerados pelo programa de testes nucleares a partir de 1945 (o Plutônio-239 é considerado o marcador primário do Antropoceno), dentre outros (Waters *et al.*, 2024b).

- *Evidências climáticas e bioestratigráficas*: referem-se aos registros no clima e suas conexões para a vida em suas múltiplas configurações e em seus diversos territórios. Exemplos: aquecimento acelerado da superfície terrestre (vinculação à concentração de Gás Carbônico e Metano), sendo que a temperatura global aumentou entre 1975 a 2020, dez vezes mais rápido que na transição entre as duas últimas Épocas, Pleistoceno-Holoceno, bem como o lançamento de poluentes atmosféricos; aumento no nível do mar; extinção da megafauna, domesticação de espécies, além do impacto dos elementos litoestratigráficos e quimioestratigráficos em ambientes de água doce e salgada e, diretamente, para a biodiversidade ali presente, particularmente o plástico (Waters *et al.*, 2024b).

As evidências anunciadas, mesmo que resumidas, anunciam a sua vinculação a um modelo econômico, o capitalismo. De acordo com Delanty (2018, p. 379), “o Antropoceno está inextricavelmente relacionado a questões sociológicas que dizem respeito ao capitalismo, à guerra, ao poder e à desigualdade em escala global”. Essas são apenas algumas possibilidades de diálogo sobre o passado geológico na relação com o debate acerca do Antropoceno a partir de um olhar social. A seguir, sublinho considerações sobre o presente.

## 2.2 Analisando o presente

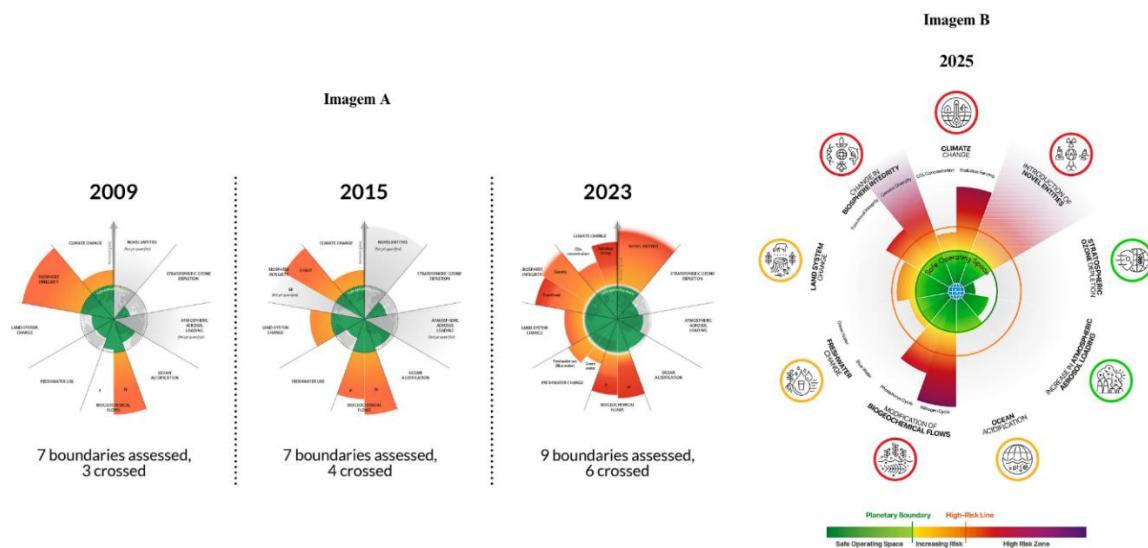
Estamos no Antropoceno! Embora não oficialmente, cientificamente e socialmente, o debate avança a partir da compreensão dos impactos que o ser humano tem promovido em escala global. Trata-se de buscar “uma história menos indiferenciada e mais explicativa do Antropoceno”, a fim de “deslocar o foco do estudo dos ambientes atingidos e dos ciclos biogeoquímicos perturbados para os atores, instituições e decisões que produziram esses atingimentos e essas perturbações” (Bonneuil; Fressoz, 2024, p. 86-87).

Nesta seção, como na anterior, o recorte temático é desafiador, mas utilizarei como guia reflexivo o clima, a emergência climática a partir da proposta dos limites planetários. Em 2009, Rockström e um grupo de 28 pesquisadores conduziram um estudo com o objetivo de analisar os impactos das atividades humanas sobre o funcionamento do sistema terrestre, a partir do conceito de Fronteiras ou Limites Planetários, que são processos interligados que compõem o complexo sistema biofísico da Terra. Na ocasião, foram definidos nove limites principais (Rockström *et al.*, 2009), os quais passaram por revisões em 2015 por Steffen *et al.* (2015), e mais recentemente, em 2023 por Richardson *et al.* (2023) e em 2025 por Kitzmann *et al.* (2025). Essas revisões não alteraram a estrutura original, concentrando-se apenas na atualização do estado de cada limite e no refinamento de alguns de seus subcomponentes. Os nove limites são: 1) Mudanças Climáticas; 2) Introdução de Novas Entidades; 3) Depleção da Camada de Ozônio Estratosférico; 4) Aumento da Carga de Aerossóis Atmosféricos; 5) Acidificação dos Oceanos; 6) Modificação dos Fluxos Biogeoquímicos; 7) Alteração na Água Doce; 8) Mudanças no Sistema Terrestre; 9) Alteração na Integridade da Biosfera. A Figura 2 apresenta uma visão da progressão dos limites e a última versão em tamanho ampliado.

Com o intuito de facilitar a compreensão sobre a situação dos limites, foram definidas zonas que indicam o espaço seguro e os níveis de impacto já causados pela atividade humana. Essas zonas são representadas por três conjuntos de cores, conforme imagem B da Figura 2: a) verde - representa o **Espaço Operacional Seguro**, que oferece alta probabilidade de manter o respectivo processo limítrofe em um estado saudável; b) amarelo a laranja - indica uma faixa de **Risco Crescente**, na qual a respectiva fronteira já foi ultrapassada, mas o estado atual da variável de controle ainda não atingiu a zona de alto risco; c) vermelho a bordô - representa situação de **Alto Risco**, caracterizada, por exemplo, por alta probabilidade de desestabilização do sistema terrestre devido a transgressão intensa da fronteira.

Pela primeira vez desde o início da avaliação planetária, sete limites foram ultrapassados, conforme aponta o estudo “Planetary Health Check 2025: A Scientific Assessment of the State of the Planet” (Verificação da Saúde Planetária 2025: Uma Avaliação Científica do Estado do Planeta) de Kitzmann *et al.* (2025). Em 2023, o limite planetário da Acidificação dos Oceanos ainda se encontrava na zona do Espaço Operacional Seguro, mas em 2025 passou para a zona de Risco Crescente. Os únicos limites que ainda ocupam o Espaço Operacional Seguro são Depleção da Camada de Ozônio Estratosférico e Aumento da Carga de Aerossóis Atmosféricos.

**Figura 2:** Progressão histórica dos Limites Planetários.



**Fonte:** elaborado pelo autor a partir de Richardson *et al.* (2023) (imagem A) e Kitzmann *et al.* (2025) (imagem B).

Em uma perspectiva social, alguns questionamentos emergem, conforme Mendes (2025, p. 8-9): “Afinal, quem é o *Anthropos* do Antropoceno?”; “As zonas seguras e de riscos - são seguras e oferecem riscos a quem?”. Ao atribuímos para a humanidade, para os seres

humanos ou até mesmo para a espécie humana, a responsabilidade dos problemas ambientais, isso pode ecoar de forma igualitária o impacto causado em nível global. Segundo Mendes (2025, p. 9):

O *Anthropos* não é uma entidade abstrata ou universal. Ele é a parte da sociedade que, por meio da sua posição de poder e controle dos recursos, molda a realidade em que vivemos. São as corporações, os governos e os interesses econômicos que ditam os rumos da exploração ambiental, ao mesmo tempo em que distorcem a percepção popular sobre a real natureza das causas e soluções para a crise planetária. Esse é o *Anthropos* do Antropoceno: aquele que se beneficia do sistema e ao mesmo tempo mantém o resto da sociedade em uma condição de subordinação, sendo vítima e cúmplice da crise (grifos do autor).

Apesar da insistência do discurso midiático pró-capitalista em atribuir a responsabilidade pelos problemas ambientais a todos os indivíduos, essa narrativa tem o efeito de encobrir os verdadeiros responsáveis: grandes corporações e instituições que exploram ou consomem os recursos naturais de forma desproporcional, como o agronegócio e as multinacionais. Essa estratégia não apenas afeta as populações de baixa renda, mas também alcança aqueles que, por uma visão ingênuas da realidade, não percebem que são vítimas diretas ou indiretas da degradação ambiental. Com isso, reforça-se a manutenção do *status quo* vigente.

O apelo midiático procura, dessa forma, responsabilizar o indivíduo e suas ações cotidianas, como o uso doméstico da água e o descarte de resíduos, apresentando-os como elementos centrais para a solução dos problemas ecológicos e sociais. No entanto, ao analisarmos os dados sobre o uso da água no Brasil, torna-se evidente uma desigualdade marcante. De acordo com o relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2023, com base em dados de 2022, aproximadamente 84% da água retirada no país foi direcionada à irrigação (50,5%), ao abastecimento urbano (23,9%) e à indústria (9,4%). Outras parcelas do uso incluem a pecuária (8%), as termelétricas (5%), o abastecimento rural (1,6%) e a mineração (1,6%) (Brasil, 2024a). Esse cenário evidencia que o consumo doméstico, especialmente das populações de baixa renda, representa uma fração mínima em comparação ao uso intensivo por setores produtivos; ainda assim, a culpa continua sendo atribuída, de forma desproporcional, às camadas mais pobres da sociedade.

O que está em disputa vai além da simples continuidade da exploração dos recursos naturais; trata-se também da perpetuação de visões ingênuas e de interpretações acríticas da realidade. A lógica entre opressor e oprimido, assim como a acomodação daqueles que, sem enxergar alternativas de transformação, acabam imersos e adaptados às suas condições, são manifestações de uma estrutura de poder que permanece intacta.

Por trás dos Limites Planetários, especialmente o da mudança climática, que neste trabalho é tratado como emergência climática para enfatizar que o aquecimento vivido extrapola

a dinâmica orgânica do planeta e assume traços antrópicos, estão as pessoas. No presente que se vive, com uma frequência intensa, temos vivenciado eventos extremos, como ondas de calor, secas, incêndios, alagamentos, tempestades, ciclones/tornados, dentre outros, conforme dados do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (IPCC, 2023). Isso promove uma série de impactos para a humanidade, embora de modo desproporcional, tendo em vista as condições de enfrentá-las.

Uma consequência das secas, dos incêndios e até dos alagamentos provenientes de tempestades prolongadas é o deslocamento de populações pequenas ou até mesmo agrupamentos completos, dado o tamanho da destruição dos espaços de vida e do comprometimento das condições de sobrevivência. As pessoas impactadas por esses eventos são frequentemente denominadas refugiados ambientais ou migrantes ambientais. Segundo a Organização Internacional para as Migrações (IOM, 2007), migrantes ambientais são indivíduos ou grupos que, em razão de mudanças ambientais, sejam elas súbitas ou graduais, que comprometem suas condições de vida, são forçados a deixar suas residências ou escolhem fazê-lo, de forma temporária ou permanente.

Ao serem forçados a deixar suas casas e comunidades, os refugiados ou migrantes ambientais tendem a se estabelecer em áreas periféricas, carentes de infraestrutura básica. Esses locais frequentemente carecem de saneamento, energia elétrica, transporte público e acesso a serviços educacionais. Muitas vezes, essas populações ocupam zonas de risco, como encostas de morros ou margens de rios e córregos urbanos. Durante períodos de chuvas intensas, quando as cidades já não conseguem lidar com o escoamento das águas devido à ocupação desordenada e à obstrução das áreas naturais, os impactos para essas comunidades se tornam ainda mais graves. Essas regiões negligenciadas são especialmente vulneráveis a deslizamentos de terra e inundações, ameaçando diretamente a vida e o bem-estar de seus moradores.

Em sua maioria, essas pessoas vivem em condições financeiras precárias ou inexistentes, o que as torna desproporcionalmente vulneráveis aos efeitos do rompimento dos limites planetários e ao colapso do Espaço Operacional Seguro. Além de sofrerem diretamente os impactos ambientais, elas são sistematicamente excluídas dos processos de decisão que definem a forma como os recursos naturais do planeta são utilizados e explorados.

Nesse debate, conceitos que ganham cada vez mais espaço podem ser utilizados no ensino de Ciências e Biologia, como: Racismo Ambiental e In(Justiça) Ambiental, fomentando a diálogo com outras disciplinas escolares e, consequentemente, explicações sobre a constituição dos nossos modos de ser e estar no mundo a partir de uma lógica globalizadora, colonial e capitalista. Costa e Kato (2025, p. 3) fortalecem esse debate no ensino de Biologia a partir da articulação entre “[...] a racialidade, a colonialidade e o biocentrismo, com objetivo de enfatizar a necessidade de outros modos de pensar a justiça ambiental reposicionando o papel do ensino de biologia para uma educação para a justiça da Natureza”. Afinal, segundo Chakrabarty (2025, p. 69): “É evidente que ninguém está em posição de afirmar que há algo inerente à espécie humana que teria nos conduzido fatalmente ao Antropoceno. Caímos nele aos tropeços. Esse caminho sem dúvidas passou pela civilização industrial”.

A atenção para o cenário ambiental também ganhou espaço na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a partir de acréscimos realizados na Lei 9.795, de 1999, como o objetivo VIII vinculado ao Art. 5º: “o estímulo à participação individual e coletiva, inclusive das escolas de todos os níveis de ensino, nas ações de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e no estancamento da perda de biodiversidade, bem como na educação direcionada à percepção de riscos e de vulnerabilidades a desastres socioambientais”. Esse acréscimo ocorreu a partir da Lei 14.926, de 2024, que altera a Lei nº 9.795, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 2024b). Ou seja, embora tenhamos resistências e dificuldades em implementar a própria PNEA, o acréscimo é importante por formalizar a necessidade e permitir ancorar propostas educacionais e políticas em um dispositivo legal.

A abordagem sobre o presente que se vive ainda pode alcançar a relação com o cinema, enfatizando como o Antropoceno é apresentado e que perspectivas são anunciadas, ao passo que convida a comunidade escolar a pensar em outros caminhos. O uso de charges e memes também se mostra um recurso próximo da realidade tecnológica dos estudantes, mobilizando a reflexão sobre a lógica da tecnologia como salvadora dos problemas ambientais atuais. O alerta para as pesquisas que evidenciam a presença de microplásticos na água consumida, no sangue humano, no leite materno, nos pulmões e até mesmo nas nuvens pode mobilizar não somente o ensino de Ciências e Biologia e os impactos, mas a escola toda no debate sobre as finalidades das inovações e da ideia de desenvolvimento.

A seguir, na última seção propositiva, o futuro é o destaque.

### 2.3 Pensando o futuro

Não há como deslocar o futuro do presente que se vive. No caminho do nosso futuro, há Leônia, uma cidade contínua, da fictícia narrativa criada por Italo Calvino em seu livro *Cidades Invisíveis*. A história é contada a seguir: A cidade de Leônia refaz a si própria todos os dias: a população acorda todas as manhãs em lençóis frescos, lava-se com sabonetes recém-tirados da embalagem, veste roupas novíssimas, extraí das mais avançadas geladeiras latas ainda intactas, escutando as últimas lengalengas do último modelo de rádio.

Nas calçadas, envoltos em limpos sacos plásticos, os restos da Leônia de ontem aguardam a carroça do lixeiro. Nos tubos retorescidos de pasta de dente, lâmpadas queimadas, jornais, recipientes, materiais de embalagem, mas também aquecedores, encyclopédias, pianos, aparelhos de jantar de porcelana: mais do que pelas coisas que todos os dias são fabricadas vendidas e compradas, a opulência de Leônia se mede pelas coisas que todos os dias são jogadas fora para dar lugar às novas. Todas as manhãs a população se desperta entre lençóis ainda de flanela e corre a despejar nas lixeiras, ou a empilhar junto às portas, o lixo do dia anterior. A coleta se faz todas as manhãs, muito



cedo, quando ainda é noite.

Ninguém sabe para onde os lixeiros levam os seus produtos; fora da cidade, sem dúvida; mas todos os anos o espaço ocupado de depósitos de lixo deve recuar para mais longe; a imponência dos amontoados aumenta; as imundícies somam-se às imundícies, enfileiram-se em imensas espirais. Acrescentem-se que, enquanto mais Leônia se empenha em arte de fabricar novos materiais, mais substanciosos tornam-se os lixos, resistentes ao tempo. Basta um minuto, e se formam também áreas novas e ruínólicas, que envolvem Leônia, dominando-a de todos os lados como uma cadeia de montanhas. O resultado é o seguinte: quanto mais Leônia expele, mais coisas acumula; as escamas do seu passado se solidificam numa couraça impossível de se tirar; renovando-se todos os dias, a cidade conserva-se integralmente em sua fisionomia definitiva: o lixo de ontem que se junta ao lixo de anteontem e de todos os dias e anos idos.

A imundície de Leônia pouco a pouco invadiria o mundo se o imenso depósito de lixo não fosse comprimido, do lado de lá de sua cumeeira, por depósitos de lixo de outras cidades que também rejeitam para longe montanhas de detritos. Talvez o mundo inteiro, além dos confins de Leônia, esteja recoberto por cadeias de imundície, cada uma com a metrópole em seu centro ininterrupta eruptiva. Os confins entre cidades desconhecidas e inimigas são barreiras infectadas em que as escamas de uma e de outra decompõem-se reciprocamente, superam-se, misturam-se.

Quanto mais se eleva em altura, maior é a ameaça de desmoronamento: basta que um vassilhame, um prego velho, um garrafão de vinho se precipite do lado de Leônia e uma avalanche de supridos desempilhados, calendários ainda dos deontórios e flores secas avança à cidade na passagem de um vento através de uma nevada repentina, misturada com a dos cidades limitrófes, finalmente eliminada em um cataclismo que poria fim à cidade imunda montanhosa, cujas quedas em vadias formariam vales fertilizados de novo. Já nas cidades vizinhas, estão prontos os rolos compressores para aplinar o solo, estender-se no novo território, alargar-se, afastar os novos depósitos de lixo (Calvino, 1990, p. 48-49).

Embora o título do livro seja *Cidades Invisíveis*, em virtude da perspectiva do diálogo que se constrói entre os sujeitos ali descritos, não é difícil imaginar Leônia, tampouco entender a justificativa para seu nome de cidade contínua. Leônia reflete, de modo explícito, a configuração de nossas cidades urbanizadas, caóticas, e com um problema histórico: o lixo!

Um acontecimento recente no estado de Goiás aproxima-se da ficção de Leônia. Em 18 de junho de 2025, o lixão Outro Verde, localizado no município de Padre Bernardo, colapsou. O lixão estava localizado em uma área de preservação permanente, e já havia sido objeto de disputa judicial em 2021, quando o Ministério Público de Goiás entrou com uma ação civil pública na Justiça Federal de Luziânia requerendo a interdição do lixão, que funcionava sem licença ambiental. Houve uma liminar suspendendo o funcionamento do lixão, que

posteriormente foi cassada por decisão do Tribunal Regional Federal, permitindo a retomada do lixão sem estudos de impactos ambientais (G1, 2025a).

A quantidade de resíduos que se depositaram nos córregos foi o equivalente a 16 piscinas olímpicas (G1, 2025b). Segundo a matéria do Jornal Nacional acerca do assunto, “A Política Nacional de Resíduos Sólidos previa que, até 2024, todos os lixões a céu aberto fossem extintos no Brasil, mas o secretário nacional de Meio Ambiente, Adalberto Maluf, admite que ainda há 2.200 lixões - a maioria em municípios pequenos”. De acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Goiás (SEMAD) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), trata-se da maior tragédia em Goiás desde o Césio-137, acidente com material radioativo em 1987 (Goiás, 2025).

Em uma outra perspectiva, as tragédias com as barragens de rejeito de minério de mineração em Mariana (5 de novembro de 2015) e Brumadinho (25 de janeiro de 2019) se aproximam. Por trás desses desastres ambientais provocados pela Samarco Mineração S. A., em Mariana, e Vale S. A. em Brumadinho, há uma rede fortalecida de geração de empregos, que, paradoxalmente, de um lado pressiona as comunidades e prefeituras locais quanto à mobilização para a retirada dessas empresas de seus territórios, afinal, a dinâmica capitalista cria esse cenário, ao passo que, do outro lado, ameaça as próprias vidas com possíveis outros rompimentos. De acordo com Mendes (2021, p. 11):

A imposição histórica-colonial e o desejo (consumado) do modelo capitalista em transformar elementos naturais em recursos naturais, povos e territórios em escravos de uma matriz destrutiva ameaça não mais, e somente, as comunidades originárias, como também a todos que vivem na Terra.

Olhando ainda mais para o futuro, outra ação do presente ameaça ainda mais a nossa imaginação criativa e esperançosa, diretamente relacionada aos acontecimentos descritos. O “PL da Devastação”, como ficou conhecido o Projeto de Lei nº 2.159/2021, aprovado pelo Congresso Nacional, que institui a Lei Geral do Licenciamento Ambiental, é mais um avanço para que crimes ambientais como os narrados tornem-se rotinas, ceifando vidas das populações que não constituem o *Anthropos*. Esse conjunto de eventos tem como perspectiva o fomento à crítica para a atual conjuntura política, econômica e ambiental, de modo a pensarmos: e o futuro? Estamos em direção ao fim do mundo? Para Krenak (2019, p. 60): “o fim do mundo talvez seja uma breve interrupção de um estado de prazer extasiante que a gente não quer perder”, do desejo pelo consumo no qual aprendemos a viver, das nossas heranças colonizadoras, do modo de vida de Leônia, da grande maioria do mundo. Nas palavras de Descola (2017, p. 18),

[...] a humanidade em geral não originou o Antropoceno, mas sim um sistema, um modo de vida, uma ideologia, uma maneira de dar sentido ao mundo e às coisas, que seduziu e estabeleceu as bases para o que chamamos de Antropoceno. É necessário entender suas particularidades se quisermos superá-lo e mudar de rumo, tentando evitar algumas de suas consequências mais dramáticas.

É necessário, em primeiro aspecto, interpretar a realidade de maneira crítica, mas também agir a partir desse aparato epistemológico. Romper com o fatalismo e o imobilismo é um convite urgente para a mobilização individual e coletiva, reconhecendo que a raiz dos problemas ambientais é o modelo capitalista (Marques, 2015). Como Freire (1996, p. 11) advertiu:

A ideologia fatalista, imobilizante, que anima o discurso neoliberal anda solta no mundo. Com ares de pós-modernidade, insiste em convencer-nos de que nada podemos contra a realidade social que, de histórica e cultural, passa a ser ou a virar ‘quase natural’ [...] Do ponto de vista de tal ideologia, só há uma saída para a prática educativa: adaptar o educando a esta realidade que não pode ser mudada.

Entendo e defendo que somente com uma formação crítica podemos imaginar, fabular futuros possíveis reais, utópicos, no sentido de movimentação coletiva e politizada, esperançosa, problematizadora e libertadora, do contrário mergulharemos na narrativa neoliberal, destinaremos as nossas esperanças para o avanço da tecnologia em resolver os problemas, enquanto aguardamos as cinzas das florestas decantarem sobre as nossas cabeças.

Diante das emergências que se instauram, impõem-se alguns questionamentos fundamentais para a reflexão do campo ambiental (nossa campo de vida): “onde aterrar?”, “devemos continuar alimentando grandes sonhos de evasão ou começamos a buscar um território que seja habitável para nós e nossos filhos?”, provoca Latour (2020, p. 14-15). Já Morin (2015) nos interpela com a alternativa: seguir rumo ao abismo ou em direção a uma metamorfose, abrindo outra via para o futuro da humanidade? E Krenak (2019, p. 62) nos adverte: “por que tanto medo assim de uma queda se a gente não fez nada nas outras eras senão cair?”

Essas indagações vão ao encontro da afirmação de Maniglier (2023, p. 96): “a Terra é uma só, mas não é a mesma”, ou seja, somos formados por diferentes perspectivas de vida em seu modo mais amplo de entendimento e inserção pelos múltiplos ecossistemas culturais, os quais forjamos relações com os seres vivos. Defender esse entendimento permite suspender a queda do céu e adiar o fim do mundo, tendo em vista o pluralismo de ser e estar no e com o mundo, impedindo a homogeneização do mundo, decolonizando pensamentos, afinal, segundo Coccia (2020, p. 109-110):



Cada um de nós é o encontro físico de várias espécies, cada um de nós é um pequeno zoológico que sempre veicula muito mais espécies além daquela a que imaginamos pertencer. A vida fez de cada ser vivo uma arca para infinidade de seres vivos e não vivos. Tudo se torna paisagem. [...] O nascimento e a morte, por exemplo, estão aqui para permitir a cada um ser uma arca: nascer significa instalar-se na vida de um outro corpo, ser veiculado durante nove meses, para, em seguida, fazer-se veículo, a arca de sua identidade genética, do seu sopro, da sua lembrança durante o resto da vida. [...] Há vida apenas onde os corpos são veículos, arcas, planetas uns para os outros. [...] Nós deveríamos aprender a ver em cada ser vivo uma arca ancestral. Essas arcas atravessam a história do planeta e do cosmos, e não apenas sua geografia: elas atravessam a totalidade das fronteiras aparentes aquelas que parecem separar o vivo do não vivo, aquelas que suspeitamos existir entre a matéria e o espírito ou entre os indivíduos, as espécies, os lugares e as épocas.

O futuro tem sido palco de especulações e projeções matemáticas, mas, independentemente das estratégias utilizadas, ele continuará sendo construído por pessoas, grupos, coletivos e movimentos. A escola é um desses coletivos formados por docentes, discentes e comunidade externa que possui a potência para instaurar processos de crítica, de articulação política e proposição, com vistas à criação de um futuro pensado, e não imposto. Haraway (2016) nos provoca a pensar sobre o depois, a emergência do devir, a partir da demarcação do Antropoceno como “[...] destruição de espaços-tempos de refúgio para as pessoas e outros seres” (s/p) e que esse estado de coisas “[...] seja tão curto e tênue quanto possível, e cultivar, uns com os outros, em todos os sentidos imagináveis, épocas por vir que possam reconstituir os refúgios” (s/p).

Nas trilhas desse pensamento, o manifesto de Sales, Rigue e Dalmaso (2023) propõe: “[...] ativar a germinação de uma educação em ciências atenta, que promove saídas intensivas para viver (n)o mundo, com os seres, para constituir-se como mundo, incidir no mundo, atualizar e criar o mundo – ou, quiçá, outros mundos, quando esse se apresentar caduco [...]. Na potência dessas ideias, o texto se encaminha para a sua última seção.

### **3. Considerações finais**

“O agora geológico do Antropoceno tornou-se emaranhado com o agora da história humana” (Chakrabarty, 2025, p. 63). A frase de abertura desta seção de encerramento é mais um convite pedagógico para incluir o debate acerca do Antropoceno nas aulas de Ciências e Biologia: afinal, pensar o Antropoceno como fenômeno geológico é pensar, antes de mais nada, em um fenômeno social (Mendes, 2019), portanto, imbricado com a história da humanidade, mesmo que saibamos que não se trata de todas as pessoas, conforme debatemos ao longo do texto.

Por se tratar de um texto propositivo, que problematiza o diálogo profícuo e crítico, em articulação com o ensino de Ciências e Biologia, sua ideia foi viajar entre tantos pontos importantes, contudo, “mais do que viajar, importa ‘viajar bem’, de acordo com o registrado anteriormente. Olhar e viajar no tempo, entre o passado, o presente e o futuro, é um movimento reflexivo que tenciona a longevidade do tempo que temos, diante dos anúncios da ciência, especialmente sobre o clima, que se constitui um dos limites planetários. Nas palavras de Cartea (2024, p. 10): “O paradoxo é que temos pouco tempo para a reflexão se quisermos reagir a tempo; o paradoxo é que temos que acelerar as respostas educativas para ensinar e aprender a viver mais lentamente, para respeitar os limites da biosfera e os limites onde a dignidade da vida seja possível”.

De acordo com as palavras de Tsing (2021, p. 414), “O Antropoceno oferece oportunidades ao mesmo tempo terríveis e maravilhosas para descrever o mundo de novos modos e sobre todos os novos envolvimentos ao redor”. Na esteira dessa afirmação, apresento outros convites que se somam à proposta pedagógica construída ao longo do texto: Como a Biologia nos permite a reimaginar o mundo? Que contribuições acerca do debate em sala de aula sobre o Antropoceno podem alcançar as ruas e reflorestar os pensamentos sociais? É tempo de “Aprender que não se pode bagunçar o mundo sem envolver todo nosso parentesco, humano e não humano” (Tsing, 2021, p. 416). Espero ter anunciado elementos de formação crítica e política, que permitam instaurar movimentos coletivos de reflexão e proposição, fortalecendo a área da Biologia em uma perspectiva de ampliação interpretativa acerca da realidade, com vistas à geração de outros e novos espaços-tempo.

## Referências

- AWG. **Anthropocene Working Group**. Subcommission on Quaternary Stratigraphy. 2024.
- BONNEUIL, C.; FRESSOZ, J-B. **O Acontecimento Antropoceno**: a Terra, a história e nós. São Paulo: Quina Editora; Campinas: Editora da Unicamp, 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília: ANA, 2024a.
- BRASIL. **Lei 14.926, de 17 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental. 2024b.
- CALVINO, I. **As cidades invisíveis**. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.
- CARTEA, P. A. M. A necessidade de declinar o verbo colapsar no campo da educação ambiental. In: LAYRARGUES, P. P.; SATO, M (Org.). **Se o mundo vai acabar, por que deveríamos reagir?**: a agenda da educação ambiental no limiar do colapso ambiental. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2024. p. 7-12.

CHAKRABARTY, D. **O global e o planetário**: a história na era da crise climática. São Paulo/Rio de Janeiro: Ubu Editora/Editora PUC-Rio, 2025. Tradução de Artur Renzo.

COCCIA, E. **Metamorfozes**. 3. ed. Rio de Janeiro: Dantes Editora, 2020.

COHEN, K. M.; FINNEY, S. C.; GIBBARD, P. L.; FAN, J. X. **The ICS International Chronostratigraphic Chart**. Episodes 36: 199-204, 2024.

COSTA, E. A. KATO, D. S. Ensino de Biologia em contextos de (in)justiças socioambientais e do antropoceno: o direito da natureza para desenfurnar os currículos. **Revista Triângulo**, v. 18, p. e025022, 2025.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The “Anthropocene”. **Global Change Newsletter**, Sweden, n. 41, p. 17-18, 2000. The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP).

DANOWSKI, D.; VIVEIROS DE CASTRO, E. **Há mundo por vir?** Ensaios sobre os medos e os fins. Florianópolis: Cultura e Barbárie, 2014.

DAVIS, M. Living on the Ice Shelf: Humanity’s Meltdown. Welcome to the Anthropocene, an Earth epoch defined by the emergence of urban-industrial society as a geological force - and get used to it. **Guernica**, 2008.

DELANTY, G. Os desafios da globalização e a imaginação cosmopolita: as implicações do Antropoceno. **Sociologia & Estado**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 373-388, 2018.

DESCOLA, P. ¿Humano, demasiado humano? **Desacatos**, n. 54, p.16-27, 2017.

FERRÃO, J. O Antropoceno como narrativa: uma lente útil para entender o presente e imaginar o futuro? **Biblos**, n. 3, p. 205-221, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FROEHLICH, J. M.; VIEIRA, L. O Antropoceno e seus múltiplos: pistas para percorrer um labirinto de “cenos”. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 39, e39039 2024, 2024.

G1. **Lixão desaba em área de preservação permanente em Goiás**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2025/06/19/aterro-desaba-em-goias-video.ghtml>. Acesso em: 31 ago. 2025a.

G1. **Desmoronamento de lixão contamina rios em Goiás e expõe riscos semelhantes em 2 mil municípios**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2025/07/08/desmoronamento-de-lixao-contamina-rios-em-goias-e-expoe-riscos-semelhantes-em-2-mil-municípios.ghtml>. Acesso em: 31 ago. 2025b.

**GOIÁS. Lixão Padre Bernardo:** ‘Trata-se da maior tragédia ocorrida em Goiás desde o Césio-137’, afirma ICMBio. 2025. Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/lixao-padre-bernardo-trata-se-da-maior-tragedia-ocorrida-em-goias-desde-o-cesio-137-afirma-icmbio/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

**GONÇALVES, J. V. et al. Raio-x dos resíduos na costa brasileira:** descobertas da 1ª expedição ondas limpas na estrada. 1. ed. São Paulo: Sea Shepherd Brasil/Instituto Oceanográfico da USP/Odontoprev, 2024.

**HARAWAY. D.** Antropoceno, Capitaloceno, Plantationoceno, Chthuluceno: fazendo parentes. **ClimaCom** – Vulnerabilidade [Online], Campinas, a. 3, n. 5, 2016.

**IOM. International Organization for Migration. Discussion Note: Migration and the Environment.** 2007. Disponível em: [https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbdl486/files/jahia/webdav/shared/shared/mainsite/about\\_iom/en/council/94/MC\\_INF\\_288.pdf](https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbdl486/files/jahia/webdav/shared/shared/mainsite/about_iom/en/council/94/MC_INF_288.pdf). Acesso em: 31 ago. 2025.

**IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Relatório de Síntese AR6:** Mudanças Climáticas. IPCC, Geneva, Switzerland, 2023.

**JAYME, T. G.; MENDES, M. O Antropoceno em Livros Didáticos de Ciências do Ensino Médio.** In: Anais do Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental: Formação de educadoras/es ambientais: a pesquisa com... Anais...Matinhos(PR) UFPR, 2025.

**KITZMANN, N. et al. Planetary Health Check 2025:** A Scientific Assessment of the State of the Planet, Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), 2025.

**KRENAK, A. Ideias para adiar o mundo.** 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

**LANDRIGAN, P. J. et al.** The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. **Annals Of Global Health**, v. 89, n. 1, p. 1-215, 2023.

**LAYRARGUES, P. P.; SATO, M (Org.). Se o mundo vai acabar, por que deveríamos reagir?:** a agenda da educação ambiental no limiar do colapso ambiental. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2024.

**LATOUR, B. Onde aterrar?** Como se orientar politicamente no Antropoceno. 1. ed. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

**LEWIS, S. L; MASLIN, M. A.** Defining the Anthropocene. **Nature**, 519, 171-180, 2015.

**MAGNO, I. (Org.). Fragmentos de destruição:** impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira. 1. ed. Brasília: Oceana Brasil, 2024.

MANIGLIER, P. Quantas Terras? A virada gelógica na antropologia. In: VIVEIROS DE CASTRO, E.; SALDANHA, R. M.; DANOWSKI, D. **Os Mil Nomes de Gaia**: do Antropoceno à Idade da Terra. V. 2. Rio de Janeiro: Editora Machado, 2023.

MARQUES, L. **Capitalismo e Colapso Ambiental**. Campinas: Unicamp, 2015.

MENDES, M. **A condição humana no Antropoceno**: princípios educativos para horizontes legítimos de convivência. 2019. 111 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Área do Conhecimento de Humanidades. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019.

MENDES, M. Resenha - Ideias para adiar o fim do mundo. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 38, n. 2, p. 8-14, mai./ago. 2021.

MENDES, M. **Reflexões críticas do campo da educação ambiental acerca do Antropoceno**. In: Anais do Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental: Formação de educadoras/es ambientais: a pesquisa com... Anais...Matinhos(PR) UFPR, 2025.

MORIN, E. **A via para o futuro da humanidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

ORR, D. Democracy and the (missing) politics in environmental education. **The Journal of Environmental Education**, n. 4, v. 51, 270-279, 2020.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

RICHARDSON, K. *et al.* Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science Advances**, v. 9, n. 37, 2023.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, p. 472-475, 2009.

SALES, T. A.; RIGUE, F. M.; DALMASO, A. C. Modos de Habitar o Mundo: uma educação em ciências com/em meio à/pela vida. **Educação & Realidade**, v. 48, e124171, 2023.

STEFFEN, W. *et al.* The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 369, n. 1938, p. 842-867, 2011.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, e1259855-0, 2015.

TSING, A. Futuros possíveis dos mundos sociais mais que humanos: entrevista com Anna Tsing. Entrevista cedida à Luz Gonçalves Brito. **Horizontes Antropológicos**, a. 27, n. 60, p. 405-417, 2021.

ZALASIEWICZ, J. *et al.* The technofossil record of humans. **The Anthropocene Review**, v. 1, p. 34- 43, 2014.

DOI: 10.46667/renbio.v18inesp1.2116

ZALASIEWICZ, J. O fardo insuportável da tecnosfera. *In: UNESCO. (Org.). Bem-vindo ao Antropoceno.* 2. ed. França: Unesco, 2018. p. 15-17.

ZALASIEWICZ, J. *et al.* The Technofossil Record: Where Archaeology and Paleontology Meet. *In: ROSOL, C; RISPOLI, G. (Ed.). Anthropogenic Markers: Stratigraphy and Context, Anthropocene Curriculum.* Berlin: Max Planck Institute for the History of Science, 2022.

WATERS, C. N. *et al.* **Executive Summary - The Anthropocene Epoch and Crawfordian Age:** proposals by the Anthropocene Working Group. 2024a.

WATERS, C. N. *et al.* Part 1: Anthropocene Series/Epoch: stratigraphic context and justification of rank. WATERS, C. N. *et al.* *In: The Anthropocene Epoch and Crawfordian Age:* proposals by the Anthropocene Working Group. 2024b.

Recebido em agosto de 2025  
Aceito em dezembro de 2025

Revisão gramatical realizada por: Hélio Antônio Ramos.  
E-mail: helioramosrevisor@gmail.com