



E SE PUDÉSSEMOS OUVIR A NATUREZA, O QUE ELA NOS DIRIA?

Educação para a
Resiliência em Risco
e Desastre
Socioambiental: um
guia pedagógico a
partir da perspectiva
CTSA

MARCELA MARCELO

Orientador: João Amadeus Pereira Alves



Programa de Pós-Graduação em
Formação Científica, Educacional e Tecnológica



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](#)

E SE PUDÉSSEMOS OUVIR A NATUREZA, O QUE ELA NOS DIRIA?

MARCELA MARCELO

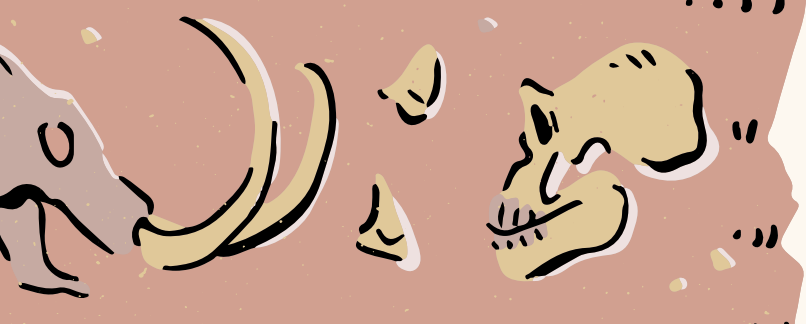
Curitiba, 2026.

Educação para a
Resiliência em Risco
e Desastre
Socioambiental: um
guia pedagógico a
partir da perspectiva
CTSA



Programa de Pós-Graduação em
Formação Científica, Educacional e Tecnológica

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



Apresentação

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais e temer menos.”

Marie Curie

Prezado(a) professor(a)

Este produto educacional integra a dissertação de mestrado intitulada Educação para a Resiliência em Risco e Desastre Socioambiental: potencialidades abordagem da Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Este guia apresenta uma proposta didática elaborada a partir de uma oficina pedagógica realizada com 35 estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental, entre os meses de fevereiro e abril do ano 2025, tendo como foco a educação para a resiliência frente a eventos climáticos extremos, bem como aos riscos e desastres socioambientais a eles associados.

O material é destinado a docentes da educação básica, em especial professores pedagogos que não possuem formação específica na área de Ciências da Natureza. Nesse sentido, o guia foi concebido com o cuidado de traduzir conceitos científicos complexos em uma linguagem acessível, contextualizada e pedagogicamente orientada, de modo a apoiar o professor na mediação dos conhecimentos sem exigir domínio técnico aprofundado.

Essa escolha busca fortalecer a autonomia docente na abordagem de temas socioambientais, compreendidos enquanto Questões Sociocientíficas (QSC), favorecendo a articulação entre saberes científicos, experiências cotidianas e práticas pedagógicas significativas. Para isso, adota-se a abordagem CTSA, possibilitando a compreensão integrada dos fenômenos ambientais a partir de seus desdobramentos sociais, tecnológicos e educativos.

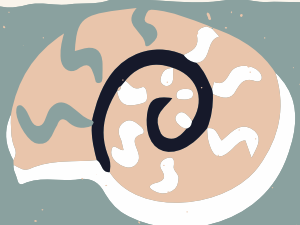
O guia tem como objetivo promover o engajamento dos estudantes em processos de tomada de decisão situada diante de problemáticas socioambientais reais, por meio do uso de linguagens multimodais. Nesse sentido, o material foi desenvolvido com ênfase em propostas pedagógicas que valorizam a semiótica social como referencial teórico-metodológico para orientar o fazer pedagógico, reconhecendo a importância dos diferentes modos de produção de sentido no contexto escolar.

Além disso, neste produto, serão apresentados registros visuais e produções gráficas elaboradas pelos estudantes participantes da pesquisa, com o objetivo de exemplificar possibilidades de uso pedagógico das propostas. É possível, ainda, que o professor possa fazer impressão ou captura de tela das propostas, desenvolvidas para esse material caso seja de interesse, especialmente nos casos em que não estejam incluídas as inferências dos estudantes participantes da pesquisa.

Destaca-se, ainda, o potencial da proposta para adaptação a distintos contextos escolares e níveis de ensino. Trata-se de um material flexível, que pode ser utilizado tanto na sequência originalmente desenvolvida quanto como recurso complementar a projetos já em andamento. Além disso, a elaboração do guia considera a complexidade do trabalho docente, valorizando práticas formativas sensíveis à escuta, ao diálogo e abertas à transformação das realidades educativas.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto.”

Albert Einstein



SOBRE ESSA PRODUÇÃO

Os autores

MARCELA MARCELO



Mestrado em Ensino de Ciências e Educação CTSA pelo PPGFCET - UTFPR. Pós graduanda em Ciências da Natureza: Ensino de Física e Astronomia - IFPR Atualmente membro do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Formação e Atuação Docente em Ciências Naturais - UTFPR. Possui graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE (2009). Especialista em Educação, Pobreza e Desigualdade Social, pela Universidade Federal do Paraná (2019), professora na Rede Municipal de Educação de Curitiba desde 2018.

JOÃO AMADEUS PEREIRA ALVES

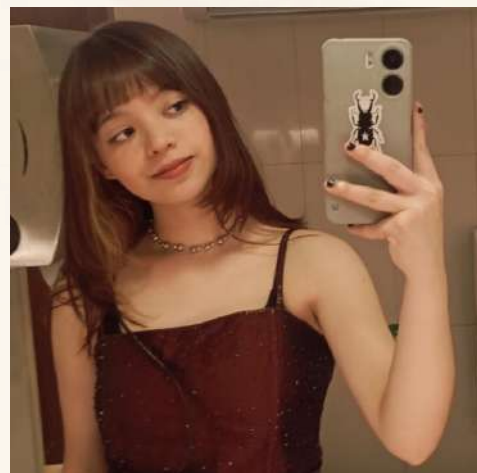


Doutor e Mestre em Educação para a Ciência [Fac. Ciências, Unesp, 2010, 2005]. Graduado em Licenciatura em Física [UEPG, 1998]. Professor Associado do Departamento de Física da UTFPR/Curitiba. Atua na Lic. em Física e no PPGFCET, orientando graduandos, mestrandos e doutorandos. É líder do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Formação e Atuação Docente em Ciências Naturais. Tem estudado, pesquisado e orientado trabalhos sobre temas atinentes à Educação CTSA, especialmente em Questões Sociocientíficas, e Formação Docente em Ciências da Natureza. O escopo de trabalho atual está direcionado à formação inicial e continuada de professores em serviço e processos de ensino-aprendizagem. Foi autor da coleção "Ciências para Nosso Tempo" (aprovada no PNLD-2014-17). Foi Professor da UEPG [2006-2012] e da Educação Básica, em Ciências e Matemática (EF-II) e Física (EM) [1995-2006].

SOBRE ESSA PRODUÇÃO

Colaboradoras

AMANDA TEIXEIRA PINHEIRO



A Amanda colaborou com a produção da seção que abrange a Litosfera. Tem 20 anos e é estudante de Ciências Biológicas - UFPR. Faz parte dos projetos Ciência Interativa - UFPR e Synbio.

"Foi uma experiência bem enriquecedora ter pesquisado a fundo sobre a litosfera e fazer parte da produção de um material didático que servirá de guia para que professores possam transmitir a importância de trabalhar estas questões socioambientais em sala de aula, parabéns pela iniciativa Marcela, sucesso pra você!!"

ISABELLA LENNERT



A Isabella colaborou com a produção da seção que abrange a Biosfera. Tem 20 anos e é estudante de Ciências Biológicas - UFPR. Faz parte dos projetos Ciência Interativa - UFPR.

"Participar da criação desse material didático foi uma experiência bastante enriquecedora e gratificante. Acredito que o material desenvolvido é de grande relevância para o momento atual, à medida que auxiliará muitos professores na abordagem de temas de educação socioambiental nas salas de aula, importantes neste momento de disseminado negacionismo climático e crescentes desastres socioambientais."

Agradecimentos



Meu profundo agradecimento aos professores Noemi Sutil (UTFPR) e Leonir Lorenzetti (UFPR). A leitura minuciosa e as reflexões oferecidas durante a banca foram inestimáveis, fornecendo-nos um olhar crítico e propositivo que direcionou as melhorias essenciais desta proposta.



"Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes", lembrou Newton. Gostaria de expressar meu especial agradecimento aos professores Flávia Sant'Anna Rios e Robson Tadeu Bolzon, da UFPR. Suas excelentes formações, voltadas aos professores da rede pública, são uma constante fonte de inspiração e suporte, oferecendo-nos linguagens acessíveis e significativas para o ensino de Ciências nos Anos Iniciais.



Estrutura do guia

● Introdução	9
● Resiliência em Risco e Desastre Socioambiental: Definição	10
● Responsabilidade da educação diante de riscos e desastres socioambientais	10
● Caminhos para a resiliência socioambiental no ensino de ciências	11
● A Semiótica Social na interpretação de sentidos produzidos pelos estudantes	11
● A implementação da proposta	13
● Estrutura dos tópicos	14
● Organização dos conteúdos	14
● 1. Para começo de conversa	16
● 2. Atmosfera: a resposta está no equilíbrio	18
● 3. Litosfera: a camada que mantém a Terra em constante transformação	29
● 4. Hidrosfera: a rede vital da Terra	38
● 5. Biosfera: a camada de vida da Terra	51
● 6. Tecnosfera: o mundo que criamos	61
● 7. Soluções baseadas na natureza	71
● Considerações finais	74
● Referências	75



Introdução

É amplamente reconhecido que a sociedade está cada vez mais dependente das inovações tecnológicas. Vivemos em uma rede onde os produtos resultantes da evolução científica e tecnológica estão presentes em nosso cotidiano e influenciam nossas escolhas. Por um lado, essas inovações impulsionam avanços que trazem benefícios para a vida das pessoas. Exemplos disso incluem o sequenciamento do vírus Sars-CoV-2 pela medicina e as melhorias em equipamentos meteorológicos que ajudam a prevenir riscos em eventos climáticos extremos, mostrando como o progresso da tecnociência pode ter impactos positivos para a sociedade.

Por outro lado, os processos de fabricação dos produtos que consumimos diariamente, combinados à alienação provocada pelo consumismo (Layrargues, 2002), a contínua produção bélica voltada para conflitos armados e o uso indiscriminado de agrotóxicos são exemplos de práticas que contribuem para o esgotamento e contaminação dos bens naturais, configurando-se como os principais agentes da degradação ambiental.

Essas contradições evidenciam que o desenvolvimento científico e tecnológico não é neutro, estando diretamente associado a interesses econômicos, políticos e sociais que influenciam a forma como a sociedade se relaciona com a natureza. Nesse sentido, compreender as implicações da ciência e da tecnologia torna-se fundamental para a análise crítica dos problemas socioambientais contemporâneos, especialmente aqueles relacionados aos riscos e desastres associados às mudanças climáticas, que afetam de maneira desigual diferentes grupos sociais.

Diante desse cenário, a Educação CTSA configura-se como uma perspectiva relevante para o contexto escolar, ao possibilitar a problematização das relações entre produção científica, desenvolvimento tecnológico e suas consequências socioambientais. Ao tratar essas temáticas enquanto QSC, a Educação CTSA reconhece problemas socialmente relevantes, marcados por controvérsias, incertezas científicas, implicações éticas e políticas, e pela necessidade de tomada de decisão informada, nos quais conhecimentos científicos se articulam a valores, interesses e contextos sociais (Sadler, 2004; Zeidler et al., 2005; Kolstø, 2001).

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, essa abordagem assume particular importância, uma vez que contribui para a construção de conhecimentos científicos articulados às experiências cotidianas dos estudantes, promovendo uma compreensão mais ampla dos fenômenos ambientais e sociais. No entanto, a inserção dessas discussões no cotidiano escolar enfrenta desafios, sobretudo relacionados à formação dos professores pedagogos, que nem sempre dispõem de subsídios teóricos e metodológicos suficientes para abordar conteúdos das Ciências da Natureza de forma integrada, crítica e contextualizada.

Nesse contexto, emerge a necessidade de materiais pedagógicos que auxiliem o trabalho docente, oferecendo suporte conceitual e metodológico para a abordagem de temas complexos de maneira acessível e significativa. Assim, esta proposta busca contribuir com o fortalecimento da Educação CTSA nos anos iniciais, ao articular conceitos científicos, problemáticas socioambientais e práticas pedagógicas voltadas à educação para a resiliência frente aos riscos e desastres socioambientais, valorizando o papel da escola na formação cidadã e na construção de uma sociedade mais consciente e responsável.



Resiliência em Risco e Desastre Socioambiental: Definição

Entendendo do assunto

A resiliência surge na ecologia como a capacidade de sistemas absorverem perturbações e se reorganizarem (Holling, 1973), sendo ampliada para os sistemas socioecológicos (Adger, 2000; Folke, 2006; Lindoso, 2017). Ela se diferencia da vulnerabilidade, que enfatiza as causas sociais e históricas dos riscos, embora ambas dialoguem pela noção de capacidade adaptativa (Adger; Kelly, 1999; Smit; Wandel, 2006).

O risco é socialmente construído e resulta da combinação entre perigo e consequências, incluindo ameaças produzidas pela ação humana nas sociedades de risco (Beck, 2010; UNDRR, 2015).

O desastre ocorre quando riscos se concretizam em contextos de vulnerabilidade e baixa capacidade de resposta, sendo uma construção social e não um evento natural isolado (Lavell, 2000; UNDRR, 2015).

No contexto das mudanças climáticas, a resiliência climática envolve antecipação, adaptação e transformação, considerando desigualdades e justiça socioambiental (IPCC, 2021).

Apesar da imagem do Brasil como “paraíso tropical” imune a desastres, o país convive com recorrentes desastres socioambientais que afetam sobretudo populações vulneráveis (Marengo, 2024). O Atlas Brasileiro de Desastres evidencia a diversidade e o crescimento desses eventos, associados à desigualdade social, urbanização desordenada e falhas no planejamento territorial (Matsuo, 2023).

Dados do Cemaden (Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais) mostram aumento expressivo de alertas e ocorrências, como o desastre climático no Rio Grande do Sul em 2024 e de Rio Bonito do Iguaçu em 2025, no Paraná, resultado da combinação entre ameaça, exposição e vulnerabilidade.

Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas e ações educativas voltadas à prevenção, à justiça socioambiental e ao fortalecimento da resiliência comunitária.

Responsabilidade da educação diante de riscos e desastres socioambientais

A educação diante dos riscos e desastres socioambientais é um compromisso ético, político e formativo, que vai além do currículo e envolve a articulação entre escola, políticas públicas e sociedade. A escola é espaço privilegiado para superar visões neutras da ciência e promover uma abordagem crítica, participativa e contextualizada sobre riscos, desastres e mudanças climáticas (Santos; Mortimer, 2001; Matsuo, 2021).

Embora existam marcos legais e internacionais que incentivem a Educação para Redução de Riscos e Desastres, ainda há distância entre norma e prática (Brasil, 2024; ONU; IPCC, 2021). Nos anos iniciais, o ensino de Ciências, apoiado na investigação, no diálogo e nas QSC, contribui para formar sujeitos críticos, solidários e conscientes (Carvalho, 2018; Freire, 2011). Educar para a resiliência climática significa transformar medo em consciência e ação, fortalecendo a esperança como ato pedagógico e político (Freire, 2010).



Caminhos para a resiliência socioambiental no ensino de ciências

A educação científica na infância ocupa um lugar estratégico na formação cultural e ética na formação cidadã, constituindo-se como uma prática social de linguagem e investigação, por meio da qual as crianças interpretam o mundo, produzem sentidos e exercitam formas de autoria intelectual.

Nessa direção, compreende-se a ACT como um processo que entrelaça imaginação, experiência sensível e argumentação, deslocando o foco meramente analítico e experimental para a construção de capacidades de leitura crítica do mundo e da realidade local (Freire, 2011; Pizarro, 2025).

Esse entendimento requer uma mudança de paradigma epistemológico: a ciência não é esfera neutra, mas atividade humana situada historicamente por valores, interesses e disputas (Kuhn, 1998; Fourez, 1997).

A abordagem CTSA emerge como referência possível de organização curricular em torno de problemas reais, articulando conhecimento científico, tecnologia, sociedade e ambiente, e favorecendo a tomada de decisão informada e eticamente comprometida (Bencze et al., 2020).

As QSC, por sua vez, se apresentam como estratégias didáticas que favorecem o debate, a análise de informações e a reflexão acerca do comprometimento com situações reais, potencializando a compreensão de como a ciência se relaciona com os problemas e decisões do cotidiano especialmente aquelas que dizem respeito às questões socioambientais (Santos; Mortimer, 2001).

A centralidade da resiliência no contexto da crise climática amplia o escopo do ensino de Ciências nos anos iniciais: trata-se de formar sujeitos capazes de compreender as interdependências entre fenômenos naturais e sociais, identificar vulnerabilidades, participar de ações coletivas e compromisso com um futuro mais sustentável (Hodson, 2018).

[...] a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação (Freire, 2011, p. 111).

A Semiótica Social na interpretação de sentidos produzidos pelos estudantes

A Semiótica Social pode ser compreendida como uma perspectiva teórica que entende a linguagem e outros sistemas de signos (gestos, imagens, entonações, esquemas, escritos, ações) como recursos sociais de produção de significado, utilizados por sujeitos em práticas culturais e históricas. Nessa abordagem, o significado não está nas palavras isoladas, mas nas relações semânticas que se constroem coletivamente nas interações sociais, especialmente em contextos como a sala de aula.

Segundo Jay Lemke (1997), a aprendizagem científica é essencialmente um processo discursivo e multimodal, no qual aprender ciência equivale a aprender a “falar ciência”, isto é, dominar padrões temáticos de significado próprios da comunidade científica.

Esses padrões envolvem a articulação entre conceitos, termos, práticas linguísticas e formas de interação social, que precisam ser praticadas e vivenciadas, não apenas transmitidas.



A Semiótica Social destaca que a comunicação científica ocorre em estruturas de atividade (como aulas, diálogos, perguntas e respostas) e que essas estruturas influenciam diretamente a construção do conhecimento. Assim, o sucesso ou a dificuldade dos estudantes em aprender ciência depende de como são introduzidos nessas práticas discursivas e de quão explícitos se tornam os padrões semânticos da linguagem científica.

[...] habilidades interpretativas críticas devem ser estendidas da análise de textos impressos para vídeo ou filme, de fotos de notícias e imagens de propagandas para quadros e tabelas estatísticos e gráficos matemáticos. Devemos ajudar os alunos a compreenderem exatamente como ler o texto de forma diferente e interpretar a imagem de forma diferente, em função da presença um do outro (Lemke, 2010, p. 462).

Nesse sentido, a Semiótica Social concebe o conhecimento científico como uma construção social, coletiva e situada, produzida na interação entre sujeitos, linguagens e contextos, e oferece ferramentas analíticas para compreender como os sentidos são negociados, reformulados e apropriados no processo educativo.

As manifestações verbais e não verbais das crianças constituem formas legítimas de produção de sentido sobre o mundo. Desde os anos iniciais, os estudantes mobilizam saberes oriundos de experiências vividas, observações empíricas e repertórios culturais, compondo compreensões singulares e, muitas vezes, críticas acerca das transformações socioambientais em curso.

Nesse contexto, a educação para a resiliência configura-se como uma proposta formativa que reconhece a agência das infâncias e valoriza a criação de espaços pedagógicos nos quais Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente sejam articulados de maneira significativa. Ao abordar eventos climáticos extremos desde a perspectiva dos sujeitos em formação, favorece-se o desenvolvimento de capacidades interpretativas, argumentativas e propositivas diante das problemáticas contemporâneas.

Educar para a resiliência é, assim, educar para o reconhecimento das relações entre ações humanas e alterações ambientais, das desigualdades nos impactos sofridos e das potências transformadoras presentes nas experiências coletivas. É também afirmar a urgência de imaginar e construir, desde cedo, futuros sustentáveis e socialmente justos.

A Terra 2025

Esta arte foi produzida por uma estudante durante a oficina. À luz da semiótica social ela pode ser interpretada como um artefato multimodal de significação, no qual o planeta é representado pela figura de uma jovem. Essa escolha semiótica mobiliza recursos visuais e metafóricos socialmente compartilhados para construir sentidos sobre a relação sociedade-natureza. As marcas presentes no corpo da personagem funcionam como índices visuais de risco socioambiental, remetendo a processos históricos de degradação, exploração e vulnerabilidade, ao mesmo tempo em que revelam a inscrição das ações humanas na materialidade do sistema da Terra.



Ao configurar o planeta como um corpo que sofre, resiste e se transforma, a produção desloca a compreensão da temática para o campo das QSC, evidenciando controvérsias, responsabilidades coletivas e a necessidade de posicionamento ético diante dos riscos contemporâneos. Nessa perspectiva, arte também expressa sentidos associados à resiliência socioambiental, ao representar a Terra como um sujeito histórico capaz de suportar, responder e se reorganizar frente às adversidades, indicando uma leitura crítica da estudante sobre os desafios ambientais atuais.

Fonte: Acervo pessoal (2025).

A implementação da proposta

Este guia pedagógico foi construído a partir de uma sequência de atividades voltadas à promoção da educação para a resiliência climática com estudantes dos anos iniciais.

A elaboração da proposta resultou de um processo de diálogo e planejamento conjunto entre a pesquisadora e o orientador da pesquisa, os quais se dedicaram ao estudo de produções acadêmicas relacionadas à temática, bem como à formação continuada na área, com o objetivo de aprofundar e ampliar as compreensões sobre o tema.

Informações gerais

- **Conteúdo:** mudanças climáticas e ciências da natureza.
- **Objetivo Central:** Promover a compreensão do conteúdo por meio da pesquisa colaborativa, da preparação dialógica que priorize a interação, indo além da simples transmissão de informação.
- **Público-alvo:** estudantes e professores do Ensino Fundamental I com possibilidade de adaptação.
- **Intencionalidade:** promover a formação socioambiental desde a infância, reconhecendo a criança como sujeito ativo na construção de conhecimentos sobre a crise climática.

Princípios orientadores

- **Foco na prevenção e na solução**, não no medo.
- **Contextualizar e conectar ao cotidiano** do educando e da comunidade.
- **Enfatizar** a capacidade de ação individual e coletiva.
- **Usar linguagem apropriada**, evitando termos alarmistas ou chocantes sem minimizar a problemática.
- **Oportunizar espaços de diálogos** e aberturas para que os estudantes possam manifestar seus sentimentos e hipóteses.

Tenha em mente

Abordar temas que envolvem problemáticas socioambientais com crianças a partir do 4º ano exige uma estratégia que equilibre a compreensão do fenômeno com a manutenção de um sentimento de segurança e capacidade de ação. Para isso, é fundamental trabalhar as relações de causa e efeito e a empatia por meio de abordagens concretas e positivas.

Voce vai
precisar de:

- > Materiais de papelaria diverso
- > Folhas com as atividades impressa
- > Recursos audiovisuais
- > Local para exposição de trabalhos
- > Acesso a internet

Organização e planejamento

Antes de iniciar esta proposta, organize o espaço e garanta os materiais essenciais. Uma estrutura simples e adequada contribui para o engajamento das crianças e para a qualidade das experiências de aprendizagem.

Check List!

- Definir objetivos
- Selecionar o público-alvo
- Preparar materiais didáticos diversos
- Planejar atividades multimodais

Atenção!

Essa mãozinha, indica que existe um link clicável.



Estrutura dos tópicos

Neste guia você encontrará sugestões de:

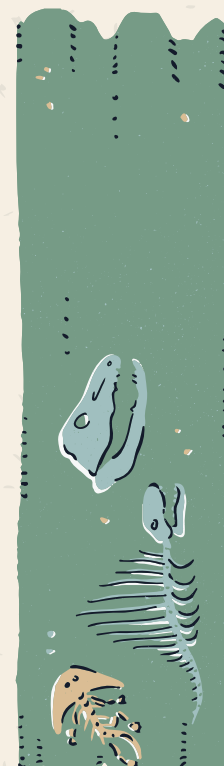
- > Público-alvo
- > Carga horária
- > Atividades didáticas
- > Encaminhamentos metodológicos
- > Recursos pedagógicos e tecnológicos
- > Links e aplicativos
- > Pressupostos
- > Dicas para mediação por meio de múltiplas linguagens

Ações

- Roda de conversa
- Leituras e debates
- Apresentação de imagens
- Registros

Intencionalidade

- Pensamento crítico
- Reflexão sobre o ambiente
- Interpretação de imagens
- Uso de múltiplas linguagens



Sobre a proposta

Relações possíveis:

De modo transversal a todas as seções, as propostas de análise, discussão e intervenção apresentadas no material compreendem as mudanças climáticas enquanto QSC, ao evidenciar sua complexidade, caráter controverso e implicações éticas, políticas, econômicas e sociais.

As atividades foram elaboradas para promover situações de debate e reflexão que envolvem valores como solidariedade, responsabilidade coletiva, justiça socioambiental e engajamento social, favorecendo a tomada de decisão situada e fundamentada. Nessa perspectiva, a abordagem CTSA orienta a problematização dos conteúdos científicos para além de sua dimensão conceitual, articulando-os às relações de poder, aos modelos de desenvolvimento e às desigualdades que atravessam os riscos e desastres socioambientais, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e participativos desde os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Organização do Conteúdo:

A Seção 1, Para começo de conversa, tem como foco a compreensão das mudanças climáticas ocorridas ao longo das diferentes eras geológicas da Terra. A análise desses eventos históricos é fundamental para que os estudantes compreendam que o clima do planeta sempre passou por variações ao longo do tempo, permitindo, assim, diferenciar as mudanças naturais do clima das alterações intensificadas pelas ações humanas no contexto contemporâneo.

Na seção 2, Atmosfera, são abordados os conceitos centrais relacionados à composição, ao funcionamento e à dinâmica dessa esfera, articulando-os às mudanças climáticas e aos eventos extremos. As propostas didáticas envolvem atividades investigativas, experimentos, jogos, vídeos explicativos e a leitura orientada de notícias e textos de divulgação científica, possibilitando a compreensão de fenômenos como o efeito estufa. A abordagem CTSA se materializa ao relacionar esses conteúdos aos impactos sociais, econômicos e políticos associados aos riscos climáticos.

A seção 3, Litosfera, dedica-se à compreensão dos processos geológicos e à dinâmica do relevo, articulando-os às intervenções humanas intensiva e grandes obras de infraestrutura. As atividades propostas problematizam como essas práticas contribuem para o aumento da vulnerabilidade socioambiental. O uso de recursos multimodais, análise de imagens e estudos de caso favorece a construção de uma leitura crítica do território, incorporando discussões sobre planejamento urbano, justiça socioambiental e responsabilidade coletiva.

Na seção 4, Hidrosfera, são explorados os componentes da água no planeta, seu ciclo natural e sua relevância para a manutenção da vida e das atividades humanas. As propostas articulam experimentos, jogos, recursos audiovisuais e análise de reportagens para discutir problemáticas como escassez hídrica, enchentes, contaminação da água e gestão dos recursos hídricos. Essa seção promove a reflexão sobre a relação entre água, desigualdades sociais e riscos climáticos, reforçando a importância da resiliência hídrica.

A seção 5, Biosfera, centra-se nas interações entre os seres vivos e o ambiente, abordando temas como biodiversidade, equilíbrio ecológico e impactos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas. As atividades propostas analisam processos como desmatamento, perda da biodiversidade e degradação ambiental, destacando suas relações com decisões políticas e interesses econômicos. Por meio de propostas multimodais e reflexivas, os estudantes são convidados a compreender como essas dinâmicas afetam a capacidade de adaptação e resiliência das comunidades humanas e não humanas.

Na seção 6, Tecnosfera, é apresentado o conceito da esfera antrópica, compreendida como o conjunto de artefatos, técnicas, infraestruturas, processos produtivos e sistemas de consumo desenvolvidos pela sociedade industrial e tecnológica. As propostas problematizam o papel da tecnociência tanto na intensificação quanto no enfrentamento das mudanças climáticas, promovendo reflexões críticas sobre consumo, produção, geração de resíduos e desigualdades socioambientais. A abordagem CTSA orienta a análise dos limites e das potencialidades da tecnologia na construção de sociedades mais resilientes.

Por fim, a seção 7, Soluções baseadas na natureza, apresenta estratégias que valorizam os processos naturais como alternativas para a mitigação dos impactos climáticos e a redução dos riscos e desastres socioambientais. As atividades propostas articulam ciência, políticas públicas e participação social, destacando ações como a recuperação de áreas verdes, a preservação de ecossistemas e o uso sustentável do território. Essa etapa final busca fortalecer o protagonismo dos estudantes na construção de soluções coletivas e sustentáveis, consolidando a educação para a resiliência climática em diferentes contextos.

As esferas da Terra



Fonte: Acervo pessoal (2025).

DICA

Estimule os estudantes a discutir durante todas as propostas a serem desenvolvidas. Tenha em mente que a aprendizagem ocorre por meio de múltiplas linguagens e da construção da argumentação, sendo o “falar científico” fundamental para a consolidação dos conceitos (Lemke, 1997).

1

Primeira etapa

Para começo de conversa



Aprender Ciências é aprender a dialogar com o mundo, experimentando formas de nomear, imaginar e compreender os fenômenos naturais e sociais (Freire, 1996; 2011; Lemke, 1997; Santos; Mortimer, 2001; Pizarro, 2025). Assim, o falar científico das crianças constitui-se como prática cultural e comunicativa, na qual se tecem as primeiras tramas da compreensão crítica do mundo. Ao situar esse movimento em temas sociocientíficos – como é o caso das mudanças climáticas – relacionados à Educação CTSA, a significação conceitual torna-se indissociável da articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, assumindo caráter contextualizado e socialmente relevante (Santos; Mortimer, 2001).



ENCAMINHAMENTOS

Apresentação e roda de conversa inicial



Tempo estimado: 1 hora e 30 minutos

Tem algo mudando por aqui?

Para compreender as transformações do nosso planeta, é essencial analisar a sua evolução natural ao longo do tempo. Esse conhecimento oportuniza distinguir os fenômenos naturais dos impactos decorrentes da ação humana.

Inicie com uma **roda de conversa**. Incentive os participantes a compartilharem suas percepções sobre as transformações do planeta Terra.

Para estimular a reflexão, você pode iniciar com perguntas como:

- O planeta Terra sempre foi como o conhecemos hoje?
- Como era a Terra antes da existência do ser humano?
- Quais as principais mudanças percebemos em nosso planeta ao longo das eras?

Em seguida, apresente **imagens que retratem diferentes momentos da história do planeta**, desde suas formações geológicas mais antigas até cenários mais recentes. Essa visualização ajudará o grupo a identificar e discutir **as principais mudanças ocorridas ao longo do tempo**, como transformações climáticas, alterações na paisagem, surgimento e extinção de espécies e a **influência das ações humanas**.

“Se você quiser saber sobre o passado, olhe para baixo. Se você quiser saber sobre o futuro, olhe para cima.” Neil deGrasse Tyson



Fonte: Prepara Enem (s. d.).



DICA

Após a realização desse momento de discussão e reflexão sobre a evolução da Terra, sugere-se a utilização da plataforma Ancient Earth, acessada por meio do clique na imagem, com o objetivo de explorar as principais transformações geológicas do planeta ao longo do tempo. Deixe os estudantes navegarem livremente pelo site.



Fonte: Ancient Earth (s. d.).

Uma viagem no tempo: As grandes extinções em massa – a história se repete...

Para realizar esta atividade, é fundamental que você tenha em mãos o conteúdo do artigo publicado na revista "Ciência Hoje das Crianças", disponível na imagem.

Organize os estudantes em cinco grupos. Cada grupo fará uma leitura coletiva de um dos eventos artigo, com o objetivo de identificar as seguintes informações:

1. A qual extinção em massa o texto se refere?
2. Quando esse evento ocorreu?
3. Por que aconteceu? (Identificando a causa principal e suas consequências.)

Observação importante:

Em todas as grandes extinções, a mudança climática aparece como fator central, decorrente de causas diversas (vulcanismo, impactos de asteroides, etc.). No entanto, essa relação de causa e efeito pode estar implícita no texto, sendo um conceito de maior complexidade para os estudantes. Portanto, é essencial mediar a discussão, guiando-os a conectar as informações explícitas (ex.: "vulcões entraram em erupção") com o conceito mais amplo de "mudança no clima" e seus impactos sobre a vida.

1ª

A era do gelo: A primeira extinção em massa

Quando aconteceu? No período Ordoviciano, cerca de 445 milhões de anos atrás.

Por que? A temperatura do planeta diminuiu extremamente. Acredita-se que pode ter sido causado pela movimentação de parte dos continentes em direção ao polo sul da Terra.

4ª

A quarta extinção em massa e o domínio dos dinossauros

Quando aconteceu? No período Triássico, há 200 milhões de anos atrás.

Por que? Acredita-se que o movimento dos continentes sobre as placas tectônicas tenha causado novamente grandes erupções vulcânicas.



Fonte: Adaptado de Revista Ciência hoje das Crianças, nº 237.

2ª

Frio, falta de ar e a segunda extinção em massa

Quando aconteceu? No período Devoniano, entre 380 e 360 milhões de anos atrás.

Por que? Diminuição do oxigênio nos oceanos e novas glaciações (era do gelo).

3ª

Os vulcões e a terceira extinção em massa

Quando aconteceu? No período Permiano, há 250 milhões de anos atrás.

Por que? Erupções vulcânicas liberaram gás carbônico na atmosfera, o planeta aqueceu. Foi a extinção mais catastrófica da história do planeta.

5ª

A quinta extinção em massa e o fim da Era dos dinossauros

Quando aconteceu? No período Cretáceo, há cerca de 65 milhões de anos.

Por que? Acredita-se que um grande meteoro caiu na terra, onde hoje é o litoral do México, causando uma explosão mais forte que bilhões de bombas atômicas.

Mão na Massa!

Após realizarem a leitura e discussão em pares, é importante que os estudantes comentem sobre as percepções acerca da matéria discutida.

Segunda etapa

A sexta extinção está acontecendo agora!

Além das cinco extinções, a matéria vai trazer uma importante reflexão sobre as mudanças climáticas atuais e suas consequências.

Realize a leitura com os estudantes com pausas estratégicas para discussões e, em seguida, organize-os novamente em grupos para produzirem um cartaz sobre a extinção do antropoceno.

O que você vai precisar:

- > Papéis diversos para cartazes.
- > Matéria da Revista Ciência hoje das Crianças impressa.
- > Material de papelaria diverso.

ENCAMINHAMENTOS

Produção de cartaz

Tempo estimado: 1 hora 30 minutos.

Hora da produção

Modelo de cartaz com as informações:

Qual extinção?

Quando aconteceu?

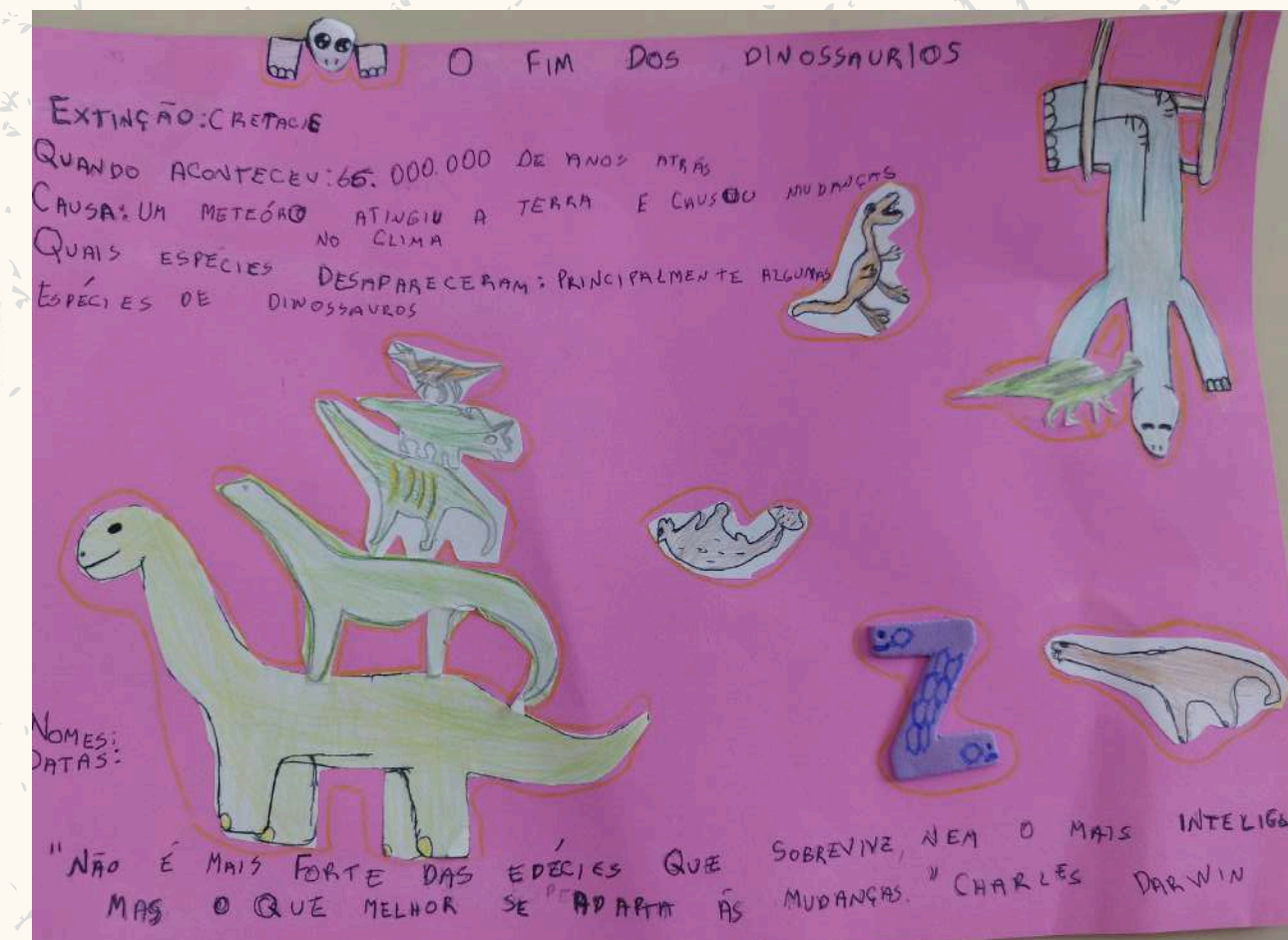
Por quais motivos?

Que seres vivos deixaram de existir?

Alerta, perigo!

A sexta extinção em massa está acontecendo agora!

Consulte a matéria completa e confira tudo sobre o tema:



Fonte: Estudantes (2025).

“As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas” (Artaxo, 2020).

DICA

Considerando que as trocas dialógicas entre os pares e com o mediador são fundamentais para a construção de sentidos, priorize a interação e trocas dialógicas, indo além da simples transmissão de informação. Uma sugestão pode ser apresentação em grupo dos temas abordados (Lemke, 1997).

2

Segunda etapa

Atmosfera: A
resposta
está no equilíbrio

Você já parou para pensar no que faz com que a Terra seja habitável? O grande responsável por isso é o efeito estufa, um processo natural por meio do qual alguns gases presentes na atmosfera retêm parte do calor do Sol. Sem esse fenômeno, o planeta seria uma bola de gelo a -19°C , inviável para formas de vida complexas, cujo desenvolvimento depende de água líquida. O problema é que a diferença entre remédio e veneno é a dose: as ações humanas nos últimos duzentos anos têm intensificado o efeito estufa, aumentando descontroladamente a temperatura e causando as mudanças climáticas. O Sol envia energia para o planeta

Cada metro quadrado da Terra recebe, a cada segundo, 342 Watts de radiação solar.

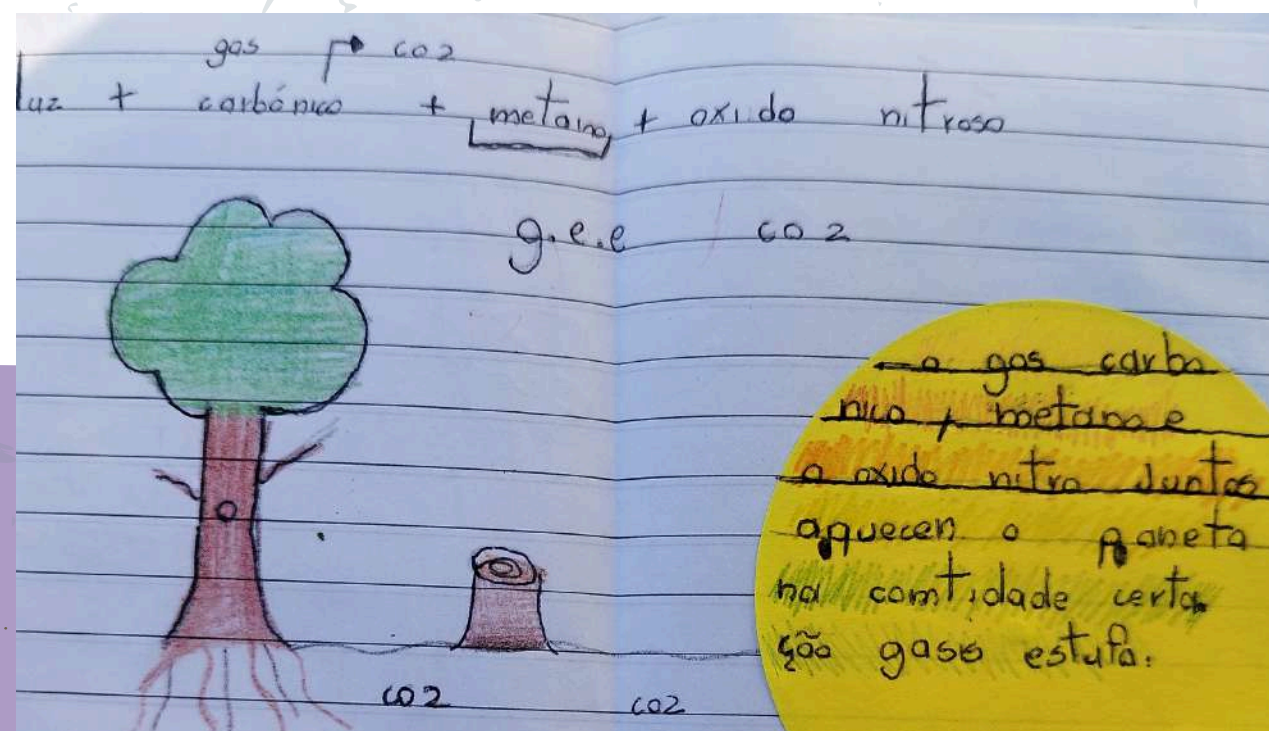
Fonte: Observatório do Clima (Eunice)

Gases de Efeito Estufa (GEE)

O calor é retido na atmosfera por uma espécie de cobertor de gases, que existem em pequena proporção no ar, mas são extremamente eficientes em absorver luz. Os principais desses gases são o vapor d' água, o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Esses gases absorvem a energia térmica e a reemitem em várias direções, aumentando a temperatura do planeta.

Registro

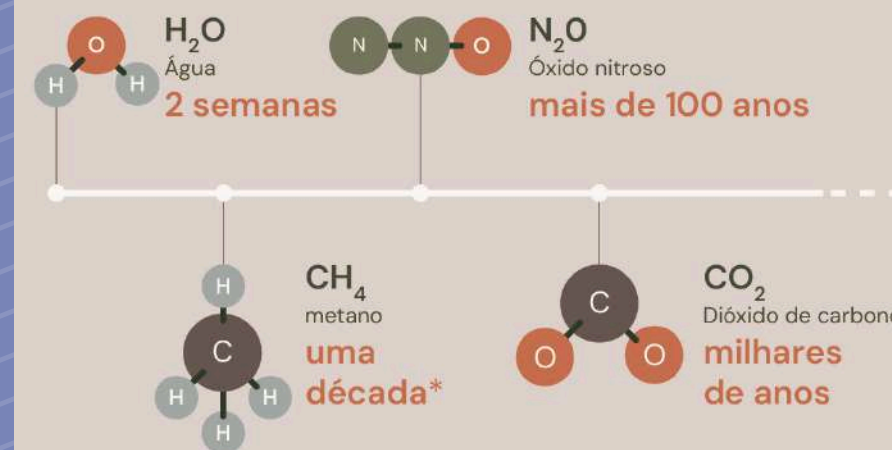
Após a discussão coletiva acerca do efeito estufa na Terra, solicite aos estudantes que realizem registros espontâneos em diário de bordo. Esse registro contribui para a compreensão do conceito, podendo ser retomado sempre que necessário para revisão, além de configurar-se como um recurso multimodal no processo de aprendizagem.



Fonte: Acervo pessoal (2025).

O Efeito Estufa na Terra

Duração média dos gases de efeito estufa na atmosfera

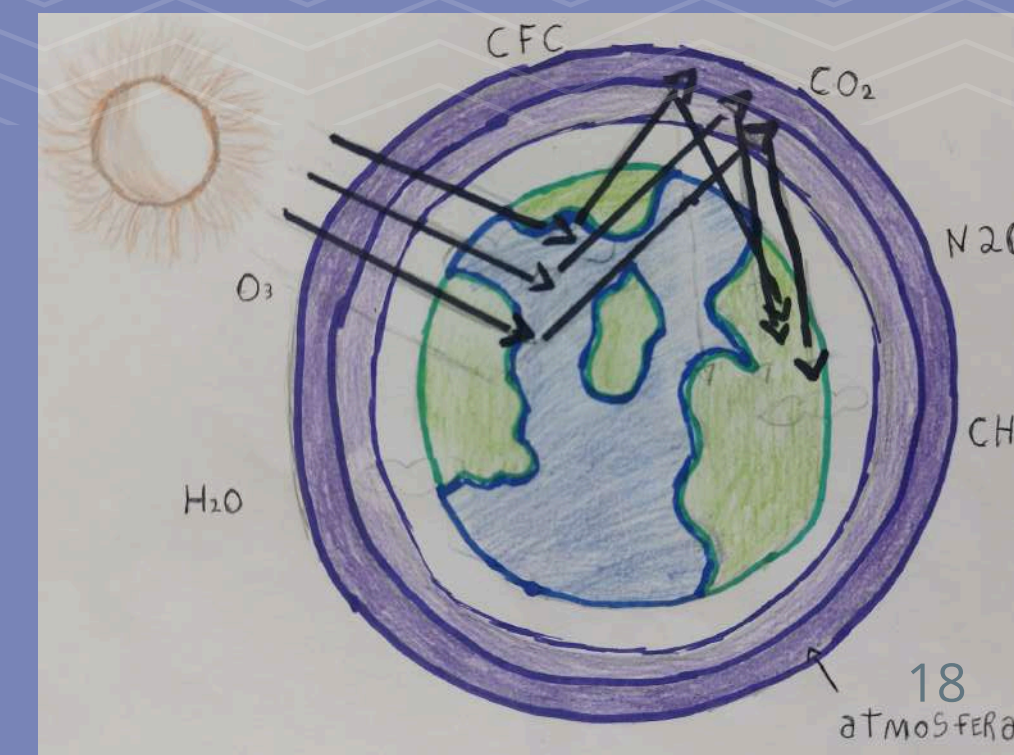


*Em média, mas absorve mais energia do que o CO_2
Fonte: Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos

eUNICE

Eunice é uma iniciativa

Fonte: Observatório do Clima (s. D.).



Fonte: Acervo pessoal (2025).

ENCAMINHAMENTOS

Discussão e registro

Tempo estimado: 1 hora.

As Mudanças Climáticas na Atmosfera

A história da Terra não é nem um pouco monótona, muito pelo contrário, é uma história em que a vida encontrou formas para existir e se desenvolver.

As mudanças climáticas não são eventos recentes na Terra (Nobre, 2024). No entanto, é necessário compreender a dinâmica das alterações ocorridas na atmosfera no passado para entender como precisamos agir hoje, construindo um futuro consciente do frágil equilíbrio que permite a vida existir (Artaxo, 2020).

Por se tratar de um tema complexo, amplamente divulgado pela mídia, que envolve opiniões divergentes e de difícil compreensão, as mudanças climáticas podem ser tratadas como uma QSC, pois problemas socioambientais não são neutros e convocam posicionamento ético e emocional dos sujeitos (Bencze, 2020).

Sugestão de leitura

A ATMOSFERA E AS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Fonte: Inpe (2008).

Sugestão de atividade

Para compreender melhor a dinâmica da atmosfera ao longo dos anos

O que você vai precisar:

- > Acesso a internet.
- > Computadores, tablets ou celulares.
- > Tabela impressa para registro.



Fonte: Interantar (2022).

Orientação

O dióxido de carbono (CO_2) é um gás de efeito estufa. Agora, vamos analisar como esse gás se relaciona com a variação da temperatura do planeta ao longo de milhões de anos.

Para isso, acesse a página "Interantar, simulação 3D", clicando na imagem.

Em seguida, explore a plataforma e observe a variação de CO_2 na atmosfera ao longo do tempo.

Simulação 2: Antártica:

Testemunha do Tempo. Você encontrará na página informações sobre:

1. Era Mesozoica
2. Era Cenozoica
3. Período Eoceno
4. Período Mioceno
5. Plioceno e Pleistoceno
6. Descoberta (Holoceno)
7. Exploração
8. Ciência
9. Onde estamos?
10. Aquecimento Global?

ENCAMINHAMENTOS

Pesquisa e discussão

Tempo estimado: 1 hora 30 minutos.

Mão na massa

Após ter realizado a navegação e explorado o conteúdo da plataforma, solicite aos estudantes que preencham a tabela a seguir de acordo com as informações contidas na plataforma. Oriente os estudantes sobre a forma correta de preenchimento para que eles realizem de forma autônoma.

Concentração de CO ₂ (ppm)	CO ₂	°C	CO ₂	°C	CO ₂	°C	CO ₂	°C	CO ₂	°C	Temperatura média °C
1200											20
1000											19
800											18
600											17
400											16
200											15
0											14
Tempo	Mesozoico 180 M.a.	Eoceno 40 M.a.		Mioceno 26 M.a.		Plioceno 7 M.a.		Holoceno atual		Legenda cores tabela	
Referência no mapa	1	3		4		5		6		CO ₂	
										°C	

Para pensar

Como observamos na plataforma, a Antártica nem sempre foi um continente coberto de gelo. Considerando essa informação, marque com um X a alternativa que melhor descreve cada período da história da Antártica:

Tempo	Mesozoico 180 M.a.		Eoceno 40 M.a.		Mioceno 26 M.a.		Plioceno 7 M.a.		Holoceno atual	
Referência no mapa	1		3		4		5		6	
Cobertura de gelo na Antártica ao longo do tempo:	()	Ausente	()	Ausente	()	Ausente	()	Ausente	()	Ausente
	()	Parcial	()	Parcial	()	Parcial	()	Parcial	()	Parcial
	()	Total	()	Total	()	Total	()	Total	()	Total

Conclusão:

Qual a relação entre CO₂ e temperatura?

- () não há relação
- () quanto mais CO₂, maior a temperatura
- () quanto mais CO₂, menor a temperatura

Isso ocorre porque:

- () o CO₂, emite calor (é uma molécula auto combustível)
- () o CO₂, evita que calor do Sol volte para o espaço (efeito estufa)

Para Refletir...

Se as mudanças climáticas sempre fizeram parte da história da Terra, por que devemos nos preocupar?



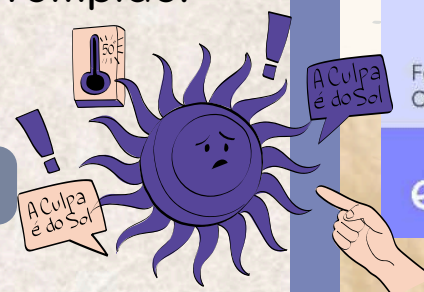
A resposta está na velocidade, causas e escala

A velocidade sem precedentes: as alterações atuais estão ocorrendo entre 10 e 100 vezes mais rápido do que as transições naturais do passado (Matsuo, 2023).

A causa é nitidamente antrópica: pela primeira vez, uma única espécie, a humana, está direcionando mudanças globais através da emissão maciça de gases de efeito estufa (Nobre, 2024; Marengo, 2024).

Escala intensa: nossas civilizações e todo o sistema agrícola foram construídos durante os excepcionais 10.000 anos de estabilidade climática do Holoceno, um equilíbrio que agora está sendo rompido. Estamos vivendo em uma sociedade de risco (Beck, 2010).

Aquecimento global, a culpa não é do Sol.

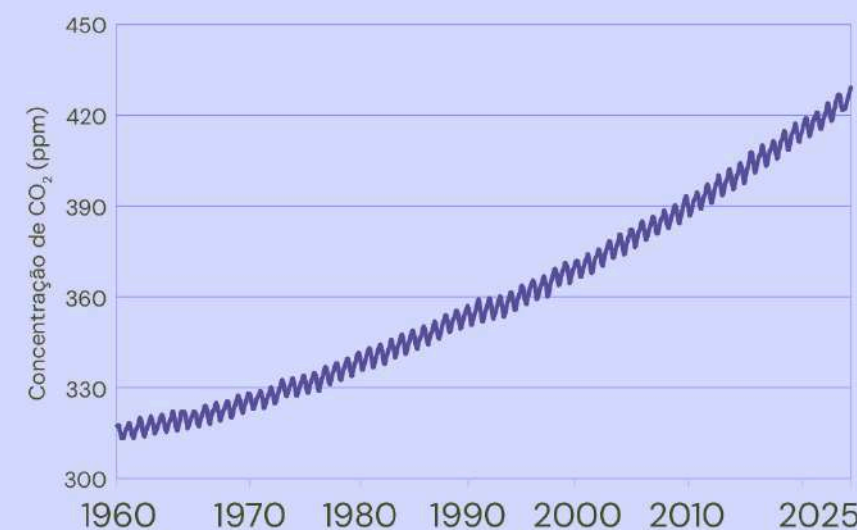


A Revolução Industrial, iniciada no Reino Unido no final do século XVIII, marcou um ponto de virada definitivo na emissão de gases de efeito estufa pela humanidade. Esse longo processo de transformações econômicas, políticas e sociais expandiu-se de forma desigual pelo mundo, baseando-se em dois pilares centrais: a produção em larga escala com máquinas e a dependência dos combustíveis fósseis. Essa dupla inovação não só redefiniu o trabalho, a urbanização e as relações sociais, mas também estabeleceu o modelo de desenvolvimento que hoje impulsiona a crise climática (Beck, 2010).

Os dados não negam!

Na tabela, que indica a curva de Keeling, é possível verificar o crescimento exponencial do dióxido de carbono na atmosfera após a Revolução Industrial.

Curva de Keeling: média da concentração de CO₂



Fonte: Universidade da Califórnia, San Diego (UC San Diego) e Instituto Scripps de Oceanografia

ELNICE

Observatório do Clima

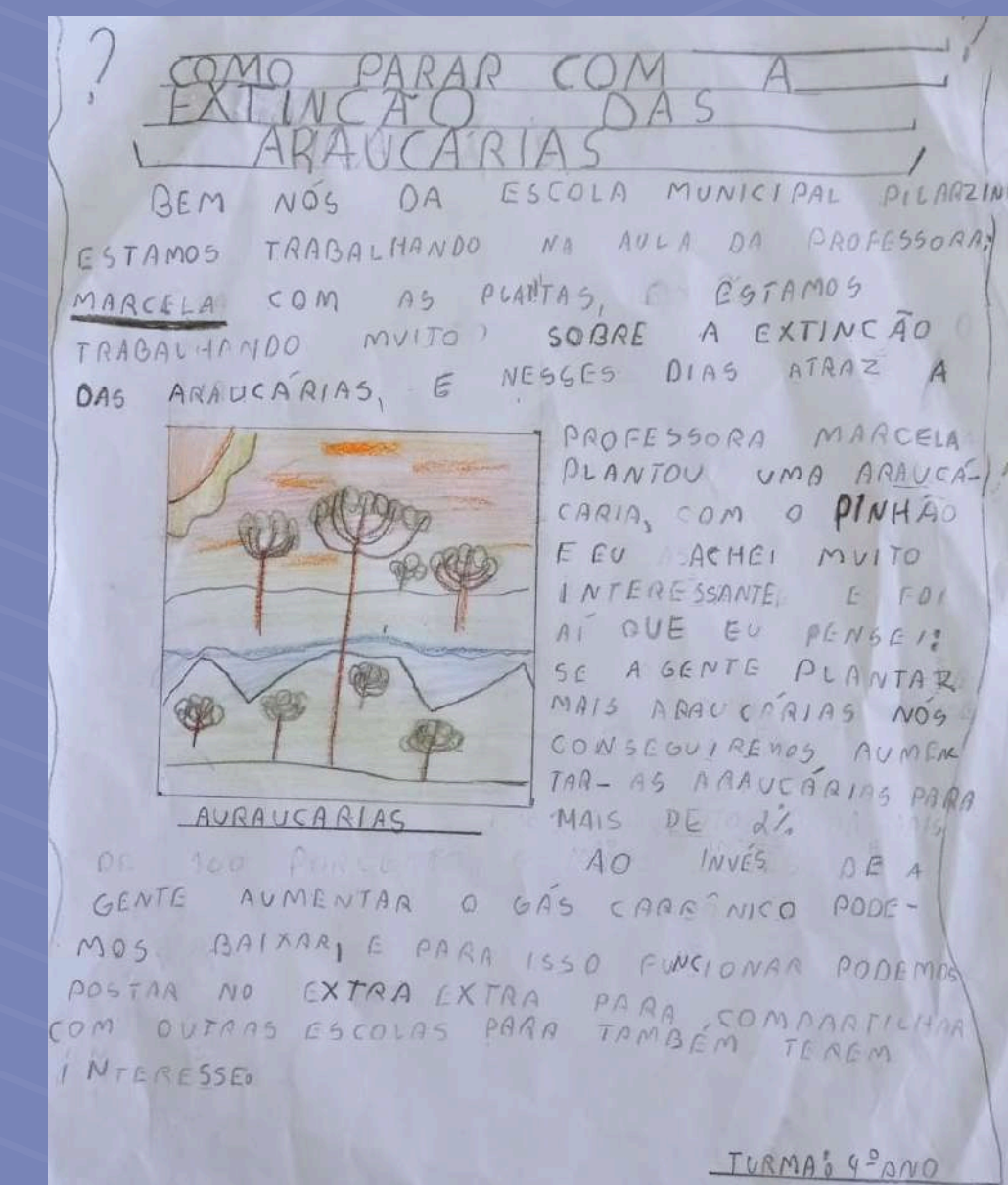
Fonte: Observatório do Cima (2025).

Lembre-se

Esse é um momento de análise e discussão coletiva que problematizem as causas e consequências do aumento da temperatura média da Terra a partir de 1960.

A beleza da resposta das crianças

As crianças possuem agência própria, são capazes de propor soluções baseadas na natureza e podem indicar novas formas de nos relacionarmos de maneira mais equilibrada e sustentável com os seres humanos e não humanos.



Fonte: Acervo pessoal (2025).

Leia o texto para resolver a cruzadinha

A fotossíntese é o processo pelo qual as plantas e algumas bactérias produzem seu próprio alimento, utilizando a luz solar para transformar água e gás carbônico em energia, liberando oxigênio para a atmosfera. A atmosfera é a camada de gases que envolve a Terra. Entre esses gases estão o gás carbônico e o metano que fazem parte do chamado efeito estufa, fenômeno natural que mantém a temperatura da Terra adequada para os seres vivos. O metano é um gás liberado naturalmente por diversos processos, incluindo a digestão de animais, especialmente o gado, que emite grandes quantidades desse gás. No entanto, a queima de combustíveis fósseis aumenta a concentração desses gases na atmosfera, intensificando o efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global, que é o aumento anormal da temperatura média da Terra.

6

4

2

7

3

5

1

8

- 1 É a camada de gases que envolve a Terra.
- 2 Fenômeno natural que mantém a temperatura da Terra adequada para os seres vivos.
- 3 Processo pelo qual plantas e algumas bactérias produzem seu próprio alimento.
- 4 A queima dele libera grandes quantidades de gases intensificando o efeito estufa.
- 5 Gás utilizado por plantas e algumas bactérias para produzir energia.
- 6 É o aumento anormal da temperatura média da Terra.
- 7 O gado, em seu processo de digestão, emite grande quantidade desse gás.
- 8 Gás que as plantas e algumas bactérias liberam na atmosfera no processo de fotossíntese.

1.Atmosfera 2.Efeito Estufa
3.Fotossíntese 4.Combustível Fóssil
5.Gás Carbônico 6.Aquecimento Global 7.Metano 8.Oxigênio

O ciclo do carbono no antropoceno

Já é reconhecido pela ciência que as mudanças climáticas atuais estão diretamente relacionadas às ações humanas. Embora o clima da Terra sempre tenha variado naturalmente, o aquecimento observado desde a Revolução Industrial apresenta um ritmo acelerado e sem precedentes, associado ao uso intensivo de combustíveis fósseis e ao desmatamento, que aumentaram significativamente as emissões de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa na atmosfera (Artaxo, 2020; Nobre, 2024).

Sugestão de atividade

Apresente a imagem do ciclo do carbono para a turma e auxili-os a diferenciar quais atividades liberam carbono na Atmosfera e quais capturam o carbono, conforme é possível visualizar na imagem.

Você vai precisar de:

> Imagem do ciclo do carbono.

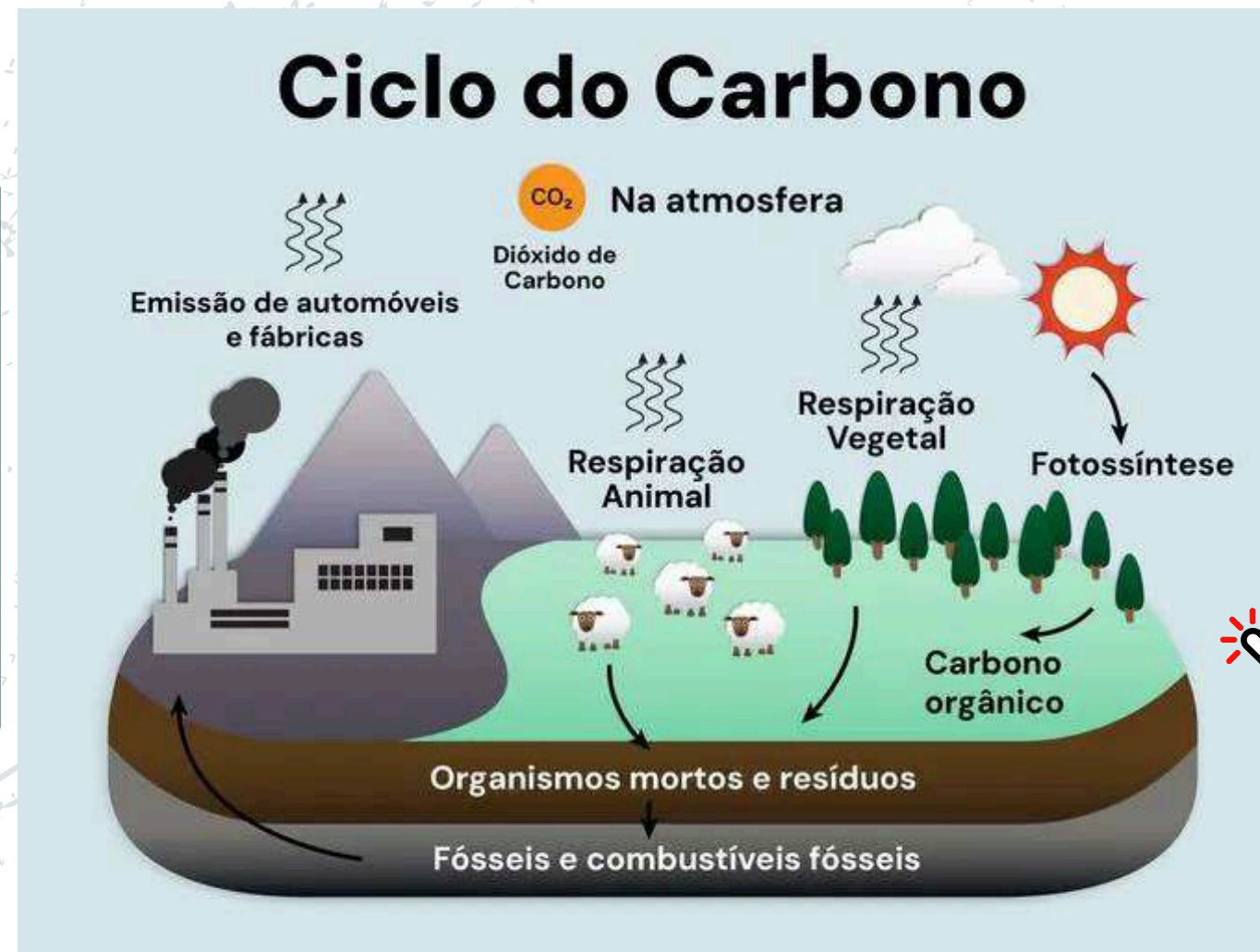
ENCAMINHAMENTOS

Análise do Ciclo do Carbono

Tempo estimado: 1 hora 30 minutos.

Observação, análise e discussão da imagem

Fonte: Toda Matéria (s.d.).



Para problematizar

- Quais atividades presente na imagem representam uma ação humana que interfere no ciclo do natural do carbono?
- Além dessas atividades presentes na imagem, que outras ações humanas podem interferir no ciclo natural do carbono?
- O Dióxido de Carbno é um gás de efeito estufa, quais as consequências da liberação excessiva desse gás na atmosfera?
- De onde é retirado o carbono utilizado em fábricas e automóveis?

Os eventos da Atmosfera em nossas vidas

Os eventos climáticos extremos têm ocorrido com frequência e intensidade cada vez maiores. A Lei Federal nº 14.926/2024 consolida a urgência educativa ao incluir as mudanças climáticas e os riscos de desastres socioambientais como componentes essenciais da educação científica.

Diante disso, é crucial tratar essas questões com a profundidade e a seriedade que exigem.

Sugestão de atividade

Em uma roda de conversa, apresente a notícia sobre o ocorrido aos estudantes. O foco da atividade não deve ser a leitura integral do texto, mas sim promover uma discussão reflexiva que permita aos alunos analisar coletivamente:

- As características do fenômeno relatado;
- Suas possíveis causas;
- As consequências observadas ou previstas;
- E sugestões de ação ou mitigação para o problema.

Dessa forma, a notícia serve como ponto de partida para um debate crítico e propositivo, incentivando a argumentação fundamentada e o pensamento sistêmico.



Inicial Últimas notícias Rádio Vídeos Imagens Editorias Arquivo de Notícias Séries Especiais Contato

Laudo técnico final do Simepar eleva classificação de tornados que atingiram 11 cidades do Paraná

Fonte: Paraná (2025).



Fonte: Acervo pessoal (2025).

Para refletir

Você se sente preparado para enfrentar situações que envolvem eventos climáticos extremos, como tornados, ciclones ou vendavais, similares aos que têm sido reportados nas notícias?

Atente-se! Nós apenas conseguimos nos prevenir desses eventos se conhecermos e aprendermos sobre eles.

Essa é a responsabilidade ética e política da educação para resiliência climática: reconhecer o risco sem se render a ele, compreender a crise sem perder a capacidade de sonhar (Freire, 2010). Educar para a resiliência em riscos e desastres socioambientais é educar para a vida! Uma vida que, mesmo diante da incerteza, reafirma a potência humana de criar, cuidar e transformar.

Lembre-se

Tratar de temas controversos, como desastres e mudanças climáticas, exige sensibilidade ética e metodológica. Freire (2010) lembra que “esperançar” é verbo ativo: significa mover-se, indignar-se e agir com os outros. Discutir desastres com crianças, portanto, não é introduzi-las no medo, mas envolvê-las na construção de novas possibilidades de vida. A esperança, nessa perspectiva, não é ingenuidade, mas ato político de resistência.

Entendendo o que ocorre na Atmosfera

Compreender os fenômenos da atmosfera pode ser um desafio, já que sua natureza gasosa e invisível a torna um conceito abstrato.

Nesse contexto, as atividades experimentais surgem como uma ferramenta poderosa. Elas permitem visualizar e simular processos atmosféricos, transformando conceitos abstratos em experiências tangíveis e facilitando a compreensão das dinâmicas que regem essa camada essencial do planeta.

Você vai precisar de:

- > Dois recipientes transparentes.
- > Gelo em um saco plástico.
- > Bolsa de água quente.
- > Incenso (ou algum material que após queima produza fumaça).

ENCAMINHAMENTOS

Visualizador de ventos

Tempo estimado: 1 hora para a construção do experimento e mais 30 minutos para discussões acerca das observações.



Passo a passo



1. Acenda o incenso, coloque dentro do recipiente e feche a tampa.



2. Coloque o gelo em cima da tampa.



3. Retire o gelo e coloque a bolsa de água quente em cima da tampa.

Para problematização

1. O que aconteceu com a fumaça ao ser colocado o gelo em cima do pote?
2. O que aconteceu com a fumaça ao ser colocado a bolsa de água quente em cima do pote?
3. Levando em consideração os resultados que observamos nesta experiência e as discussões anteriores acerca da formação dos ventos, explique de que maneira o aquecimento global pode intensificar a formação de ventos fortes, ciclones, tufões ou outros fenômenos meteorológicos.

DICA

Não esqueça de registrar todos os momentos da experiência para poder comparar depois.

A semiótica presente no falar

É imprescindível oferecer espaço para que os estudantes tenham oportunidade de compartilhar suas percepções acerca do que está sendo proposto nesse momento. Para isso, proporcione um ambiente onde todos possam ser ouvidos e respeitados. É nesses momentos de troca que as crianças ampliam sua capacidade de argumentação, imprescindível para o falar científico.

A multimodalidade dos registros

Além do diálogo, priorize os registros em diário de bordo. Os registros se configuram como práticas sociais de construção do conhecimento (Lemke, 1997).

Sugestão de Atividade: Produção de cartazes informativo

Para essa atividade você precisará dividir os estudantes em três grupos. Cada grupo ficará responsável por produzir um cartaz. Os cartazes deverão conter medidas que devem ser adotadas em caso de ciclone conforme a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC. Confira o modelo:

Cartaz 1

O que fazer antes da chegada de uma ciclone?

- Revise a resistência de sua casa, principalmente o madeiramento de apoio do telhado.
- Desligue os aparelhos elétricos e o gás.
- Coloque no chão todos os objetos que possam cair.
- Não se abrigue debaixo de árvores, pois há riscos de quedas.
- Não se abrigue em coberturas metálicas frágeis.
- Não estacione veículos próximos a torres de transmissão e placas de propaganda.
- Evite a curiosidade e afaste-se do fenômeno.

ENCAMINHAMENTOS

Produção de Cartazes



Tempo estimado para confecção dos cartazes: 2 horas.

Cartaz 2

O que fazer durante um ciclone?

- Se estiver, fora de casa, deite-se em uma vala ou depressão do terreno.
- Procure lugares seguros em sua residência ou sala de aula. Tenha certeza que esses lugares estão longe de janelas e objetos móveis. Proteja sua cabeça de objetos que podem cair ou se deslocar em função dos ventos.

Dica

- > Disponibilize materiais diversos de papelaria.
- > Disponibilize fontes de pesquisa como tablets com acesso a internet.
- > Incentive o uso da criatividade solicitando recursos visuais multimodais desenhos, recortes ou outros.

Cartaz 3

O que fazer depois um ciclone?

- Evite o contato com cabos ou redes elétricas caídas.
- Avise a Defesa Civil ou corpo de bombeiros sobre esses perigos.
- Fique longe de edificações danificadas. Só volte para casa quando as autoridades informarem que é seguro. Use lanterna para verificar os danos causados em sua residência.
- Saia da residência ou edifício se sentir cheiro de gás de cozinha.
- Só use serviços hospitalares e de comunicação, em caso de emergência.
- Ajude crianças, idosos e pessoas com dificuldade de locomoção.
- Escute o rádio para informações e instruções.



Fonte: Acervo pessoal (2025).

Mão na Massa!

Vamos entender como o efeito estufa age sobre o planeta? Para isso, vamos realizar um experimento a partir da construção de dois terrários para investigar melhor esse processo em ação.

O que você vai precisar:

- > Dois recipientes transparentes para construção dos terrários.
- > Pedras ou argila expandida.
- > Terra.
- > Manta para drenagem, TNT ou tecido.
- > Material plástico como copo ou sacola.
- > Fita adesiva.
- > Termômetro.
- > Plantas.
- > Água.

ENCAMINHAMENTOS

Construção de terrário



Tempo estimado: 1 hora e 30 min. para construção e primeira observação, porém, essa proposta envolve observação contínua em espaços de tempo de 30 dias.

Hora do Experimento!



1. Preencha o fundo dos dois potes com as pedras.



2. Encaixe a manta de drenagem em cima das pedras. Em seguida posicione o material plástico, pode ser mais de um tipo.



3. Coloque a terra sobre a manta até preencher metade do pote.



4. Posicione as plantas sobre a terra até cobrir as raízes.



5. Regue a terra com quantidade adequada, sem encharcar as plantas.



6. Mantenha um dos potes abertos até o final do experimento.



7. Mantenha um dos potes fechado. Faça um furo na tampa e vede-a com fita adesiva. Retire apenas quando for realizar a medição da temperatura.

Observação

1. Coloque os terrários em um lugar iluminado, mas sem luz solar direta.
2. Você não vai mais regá-los e nem mexer nas plantas até o final!
3. A cada observação, registre no quadro a seguir:
 - a temperatura ("atmosfera");
 - presença ou ausência de água ("hidrosfera");
 - aparência da terra ("litosfera");
 - aparência das plantas ou outros organismos ("biosfera").
4. Ao final, desmonte os dois terrários para poder observar o que aconteceu com os plásticos (tecnosfera) registre as conclusões que a turma chegou em relação ao efeito estufa e interferências humanas na Terra.

Lembre-se

Durante a atividade formule perguntas capazes de provocar reflexões mais profundas acerca do tema.



Fonte: Adaptado de
Ciência Interativa
UFPR (2025)

TERRÁRIO ABERTO	1º OBSERVAÇÃO DATA:	2º OBSERVAÇÃO DATA:	3º OBSERVAÇÃO DATA:	4º OBSERVAÇÃO DATA:	5º OBSERVAÇÃO DATA:
ATMOSFERA					
BIOSFERA					
HIDROSFERA					
LITOSFERA					
TECNOSFERA					

TERRÁRIO FECHADO	1º OBSERVAÇÃO DATA:	2º OBSERVAÇÃO DATA:	3º OBSERVAÇÃO DATA:	4º OBSERVAÇÃO DATA:	5º OBSERVAÇÃO DATA:
ATMOSFERA					
BIOSFERA					
HIDROSFERA					
LITOSFERA					
TECNOSFERA					

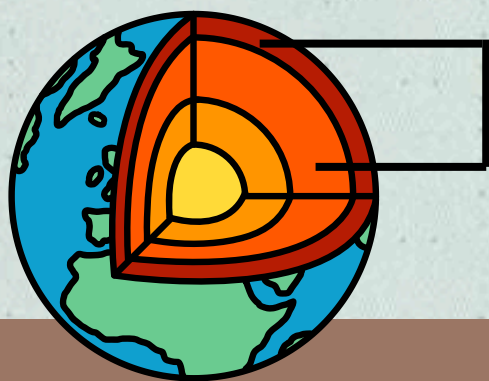
3

Terceira etapa

Litosfera:

A camada que mantém a Terra em constante transformação.

A litosfera é a camada sólida mais externa da Terra, formada pela crosta terrestre e o manto superior, é ela que cria a base do **espaço geográfico**, que vem sendo moldada ao longo do tempo por ações antrópicas, como a urbanização, a agricultura, a mineração e a construção de infraestruturas. Tais intervenções alteram o solo, o relevo e os recursos naturais, evidenciando a relação entre **sociedade e natureza**.



crosta+manto superior
"a casca da Terra"

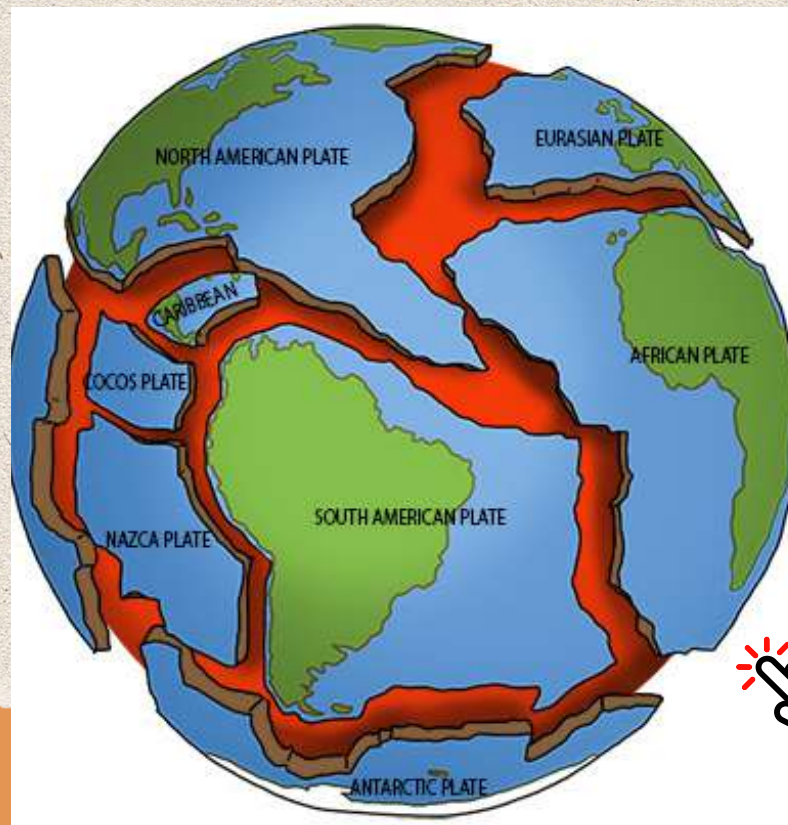
Para refletir

Como essas ações antrópicas modificam o ambiente?
Como o estudo da litosfera pode ajudar na preservação ambiental?

Para saber mais: a fragmentação da Litosfera

A litosfera é fragmentada em placas tectônicas, e a movimentação delas é o que molda a Terra, dando origem a montanhas, oceanos, vulcões e terremotos. A dinâmica das placas também gera diferentes tipos de relevo, influenciando diretamente a formação dos continentes e até o clima em determinadas regiões. Além disso, a reorganização das placas permite a renovação da crosta, redistribuindo minerais e favorecendo a abundância de recursos naturais e combustíveis fósseis. Esse processo é essencial para a manutenção da vida no planeta, pois cria solos férteis, ambientes geológicos diversos e garante a constante transformação da superfície terrestre.

Fonte: Mammoth Memory (s. d.).



Para jogar

A Universidade Virtual do Estado de São Paulo - UNIVESP, produziu um excelente recurso para entender de forma lúdica a dinâmica das placas tectônicas.

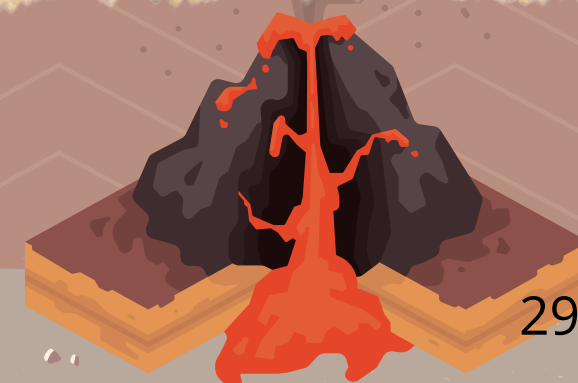
Clique na imagem para se divertir aprendendo.



Fonte: UNIVESP (s. d.).

Para responder

Por que não existem terremotos e vulcões ativos no Brasil?



Tipos de placas Tectônicas

As placas tectônicas são divididas em oceânicas, continentais ou mistas, e seus movimentos principais são convergentes, divergentes e transformantes. Esses movimentos são impulsionados pelo calor do manto terrestre, resultando em fenômenos geológicos como terremotos, vulcões, tsunamis e a formação de montanhas e fossas oceânicas.

- **Convergentes (Colisão):** As placas se chocam.
- **Divergentes (Afastamento):** As placas se afastam, abrindo espaço para magma.
- **Transformantes (Deslizamento):** As placas deslizam lateralmente uma em relação à outra.

Observe a imagem para entender melhor



Mão na massa

Experimento 1: biscoito tectônico

Este experimento ajuda a compreender os movimentos das placas tectônicas e a perceber que a crosta terrestre – a parte sólida do planeta – não é tão espessa quanto podemos imaginar, sendo portanto suscetível a transformações contínuas.

Você vai precisar de:

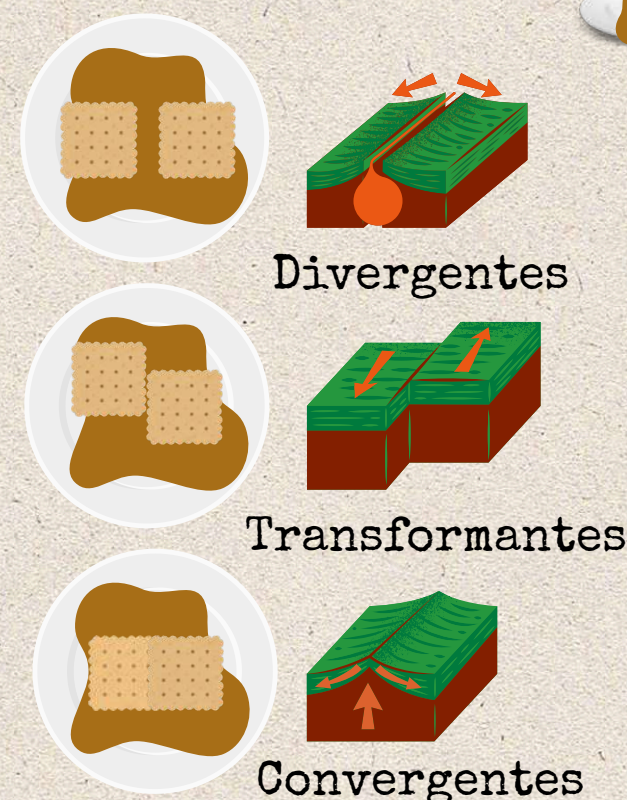
- Biscoitos
- Doce de leite
- 1 colher
- Papel manteiga
- Prato

Passo a passo

1. Molhe rapidamente a lateral do biscoito na água para que fique flexível.

2. Coloque o papel manteiga sobre o prato e cubra com doce de leite.

3. Posicione os biscoitos sobre o doce e simule os diferentes movimentos das placas.



ENCAMINHAMENTOS

Experimento 1

Tempo estimado: 1 hora.

Conclusão

Em qual dos movimentos foi possível observar os fenômenos causados pelas placas tectônicas? Relacione as colunas:

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| (1) Terremoto | () Convergente |
| (2) Vulcanismo | () Transformante |
| (3) Formação de montanhas | () Divergente |

Para discutir

O aquecimento global pode causar alterações no solo? De que forma?

Atividades vulcânicas e terremotos podem alterar o clima do planeta?

Vamos abordar essas questões no decorrer dessa seção.



Fonte: Interantar (2025)

Mão na massa

Experimento 2: a vida que sustenta o solo

Assim como as voçoroças, outros fenômenos da litosfera podem causar grandes desastres quando são influenciados por ações humanas, como por exemplo, os deslizamentos de terras, que são movimentos de massa caracterizados pelo deslocamento do solo, rochas e detritos em encostas, provocados pela ação da gravidade e intensificados por fatores como chuvas intensas, erosão e intervenções humanas no relevo.

A remoção da cobertura vegetal para construções ou pastagem – muitas vezes realizada sem estudos adequados do solo e da topografia – é uma das principais causas de deslizamentos de terra. Este experimento permite visualizar de forma concreta o que ocorre com o solo nessas situações: sem a proteção das raízes, a terra perde coesão e fica suscetível à erosão e ao colapso.



Fonte: Metrôpoles (2022).

Você vai precisar de

- 3 recipientes.
- Planta rasteira.
- Terra.
- Serrapilheira
- Água.

Passo a passo



1. Faça uma abertura na parte superior dos 3 recipientes.



2. Acrescente terra até forrar o fundo dos recipientes. Em uma delas terá apenas terra.



3. Em um dos recipientes plante as mudas selecionadas.



4. Por fim, no último recipiente acrescente a serrapilheira.



Vai ficar assim



Fonte: Acervo pessoal (2025).

Observando o experimento

Ao finalizar todas as etapas, adicione água nos três recipientes até que ela comece a escorrer pelo bico da garrafa. Para evitar que a água se espalhe, posicione potes de coleta abaixo de cada bico.

Para registrar

1. Em qual dos recipientes a água saiu com menos resquícios de terra? Por que isso aconteceu?

2. Em qual recipiente foi possível notar maior quantidade de terra na água?

3. O que aconteceu com a terra no recipiente sem proteção vegetal nenhuma?

4. Entre baixa, boa e ótima, qual a eficácia em reter terra de cada um dos experimentos?

A) Sem cobertura:_____

B) Serrapilheira:_____

C) Vegetação:_____



Fonte: Acervo pessoal (2025).

Conclusão

Quais relações entre a cobertura vegetal e a erosão do solo esse experimento ajuda a demonstrar?

ENCAMINHAMENTOS

Experimento 2

Tempo estimado: 1 hora.

Para saber mais

Sismo de Valdivia de 1960: O maior terremoto da história

No dia 22 de maio de 1960, ocorreu no Chile o maior terremoto registrado na história, atingindo uma magnitude de 9.5 na **escala Richter**, liberando uma energia equivalente a 20 mil bombas de Hiroshima. O terremoto em si teve duração de 10 minutos, o que foi o bastante para que houvesse grandes estragos, neste tempo, estima-se que o terremoto tenha se espalhado por cerca de 5 mil quilômetros, provocando cerca de 1,6 mil mortes no país, 3 mil ficaram feridas e 2 milhões desabrigadas. A intensidade do fenômeno foi tão grande que fez o planeta Terra vibrar.

No fundo do oceano, o terremoto desencadeou um tsunami que atingiu todo o pacífico, as principais regiões afetadas foram:

- No Havaí, um tsunami causou 61 mortes e deixou grandes estragos no Hilo
- Em Filipinas, as ondas causaram 32 mortes na Ilha da Páscoa
- Depois do Chile, o estrago maior foi no Japão, 22 horas após o terremoto ondas de 5,5 metros atingiram a região de Honshu, destruindo 1,6 mil casas e matando 138 pessoas.

fonte: BBC News Brasil. (2020).



Para refletir

Se o Brasil não tem terremotos, por que nos importarmos com as mudanças climáticas que afetam a litosfera?



Fonte: BBC News (2024).

Uma matéria publicada pelo jornal BBC news relata um problema presente na atual realidade dos moradores da cidade de Buriticupu - MA, as **voçorocas**, que são enormes crateras formadas pela erosão do solo e ameaçam dividir a cidade ao meio. Na reportagem há relatos de habitantes que tiveram que deixar suas moradias.

A matéria discorre sobre a formação, extensão e os problemas socioambientais que as **voçorocas** podem ocasionar quando são influenciadas por ações antrópicas.

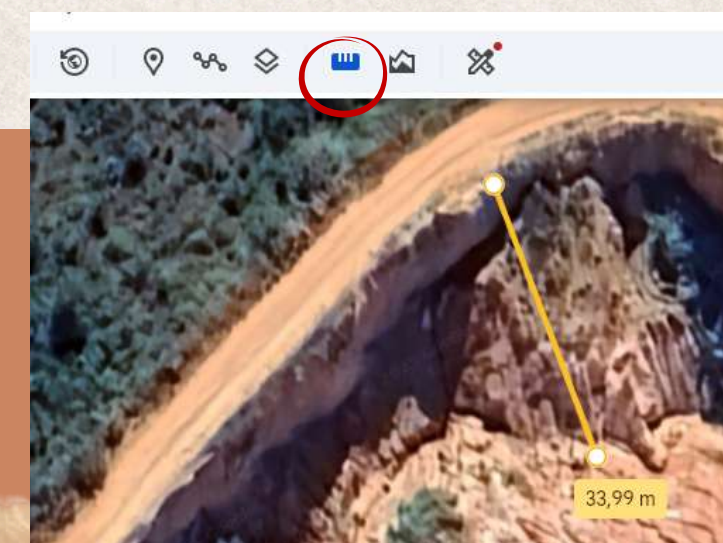
Para problematizar

1. Você já tinha ouvido falar em Voçoroca?
2. Que outros tipos de problemas podem ocorrer com o mau uso do solo?
3. Você acha que as mudanças climáticas são responsáveis pela intensificação desses problemas?

Sugestão de atividade

Com uso de dispositivos conectados à internet, auxilie os estudantes a:

1. Localizar a cidade de Buriticupu na google earth e localizar a Voçoroca.
2. Explorar a ferramenta se aproximando da cratera.
3. Realizar medições da altura e da largura da cratera utilizando a régua disponível no site.
4. Comparar o tamanho da Voçoroca com:
 - Altura da sala de aula: quantos andares da sala de aula são preciso para alcançar a altura da Voçoroca?
 - A distância da Voçoroca é a mesma da escola até que ponto da cidade?



Fonte: Google Earth.

Para que as crianças compreendam a escala da cratera, que imagens sozinhas não conseguem transmitir, o Google Earth e comparações com referências do cotidiano se mostram recursos multimediais valiosos (Lemke, 2011).

Os **fenômenos** da **litosfera** podem gerar **riscos** e causar grandes desastres socioambientais. Quando são intensificados por ações humanas, estes **desastres** afetam tanto o ambiente quanto os seres vivos nele presentes. Alguns deles são caracterizados como: **terremotos**, **erupções** vulcânicas, **tsunamis** e **deslizamentos** de terra.

A **intensificação** destes processos geológicos decorre por meio do desmatamento, urbanização desordenada em áreas de risco e exploração incessante do solo e minerais a fim de suprir demandas industriais (Beck, 2010).

O termo "desastre **natural**" passou a ser substituído por "desastre socioambiental" em 1990, quando pesquisadores destacaram que os impactos dos fenômenos dependem da ocupação humana, desigualdade e degradação ambiental, portanto, é de suma importância **desnaturalizar** os desastres causados por ações **antrópicas** e reconhecê-los como responsabilidade humana, para que possam ser compreendidos e trabalhados no setor educacional (Matsuo, 2023). Essa mudança de perspectiva serve de base para a formulação de políticas públicas mais eficazes, voltadas ao planejamento **urbano** e **ambiental**, capazes de mitigar **riscos** e **reduzir** os processos que levam aos desastres.

As verdadeiras marcas deixadas na natureza estão sendo causadas pelas ações antrópicas!

Encontre as palavras em negrito presentes no texto anterior

D	E	S	N	A	T	U	R	A	L	I	Z	A	R
D	A	C	E	Q	H	R	U	Q	E	S	T	D	E
I	S	R	I	R	Y	A	B	T	A	Y	E	X	D
Q	I	L	E	R	U	B	V	C	I	S	R	N	U
A	M	F	U	F	Y	P	I	K	A	B	R	F	Z
M	A	P	G	X	S	P	Ç	S	S	S	E	G	I
B	N	E	W	F	Ó	O	T	Õ	M	W	M	S	R
I	U	B	P	R	N	R	T	T	E	X	O	M	A
E	S	K	T	G	E	W	P	I	Y	S	T	T	S
N	T	N	A	S	I	T	Q	Y	L	F	O	I	B
T	A	L	M	C	A	W	F	U	D	P	S	N	J
A	D	E	S	L	I	Z	A	M	E	N	T	O	S
L	B	J	N	A	T	U	R	A	L	Z	I	Q	U
F	E	N	Ô	M	E	N	O	S	R	Y	Y	A	T

Mão na massa

Experimento 3: Aquecimento global e alterações na litosfera

Este experimento demonstra visualmente como o aquecimento afeta o permafrost, mas as consequências desse processo se estendem muito além dos problemas locais.

O permafrost é um tipo de solo permanentemente congelado que combina elementos da geosfera (rochas e sedimentos) e da criosfera (gelo), cobrindo cerca de 25% das terras do Hemisfério Norte. Ele funciona como um imenso reservatório de carbono e metano, e seu descongelamento acelerado - pelas mudanças climáticas - representa uma ameaça global ao equilíbrio ambiental. Como a liberação de mais gases na atmosfera intensifica o efeito estufa, contribui também para o aquecimento global, formando um ciclo.

Você vai precisar de:

- 2 recipientes transparentes
- Pedrinhas ou argila expandida
- Terra
- Cubos de gelo
- 2 casinhas de brinquedo (opcional)
- Fonte de luz
- Termômetro

Passo a passo



1. Preencha o fundo dos potes com pedras ou argila expandida.



2. Adicione uma camada de terra em cada um dos potes.



3. Adicione os cubos de gelo em apenas **um** dos potes.



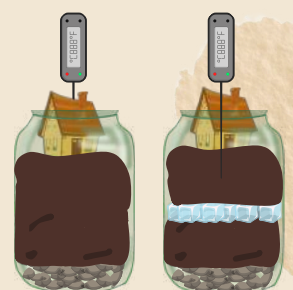
4. Preencha os potes com terra de forma que ao final os dois estejam no mesmo nível.



5. Coloque as casinhas de brinquedo nos dois potes.



6. Coloque os dois potes em uma superfície plana e os exponha à luz solar por volta de 30 minutos.



7. A cada 5 minutos, meça a temperatura de cada um dos potes e anote os resultados. Repita este processo até que o gelo se derreta completamente.

Conclusão

Após o gelo ter derretido totalmente discuta os resultado do experimento:

1. Quais as principais diferenças observadas no início e no fim do experimento?
2. Como elas podem nos ajuda a entender como o aquecimento global altera a litosfera?
3. O que aconteceu com as casas em cada um dos experimentos? Será que existe alguma região da Terra que esse fenômeno acontece?
4. O que acontece nas regiões onde tem permafrost, pode nos impactar mesmo estando longe?

ENCAMINHAMENTOS

Experimento 3

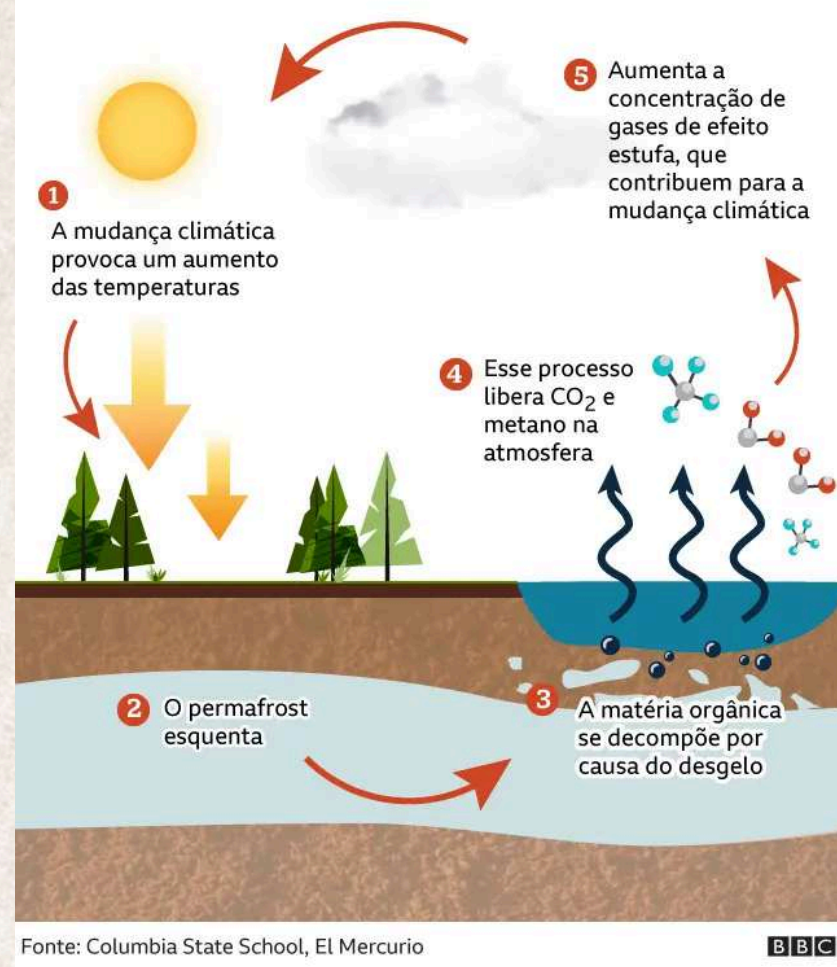
Tempo estimado: 1 hora.

Para saber mais

Qual a relação do derretimento do permafrost com o restante do mundo?

O derretimento do permafrost é uma das maiores ameaças globais (Sampaio et al., 2008). No solo congelado, há cerca de 1.500 bilhões de toneladas de carbono e metano armazenados há milênios. Seu descongelamento acelerado, causado pelo aquecimento global, representa um risco catastrófico: altera ecossistemas do Ártico, ameaça espécies adaptadas ao frio, provoca cratera e modifica a vegetação boreal, afetando comunidades locais e globais.

O que acontece quando o permafrost derrete?

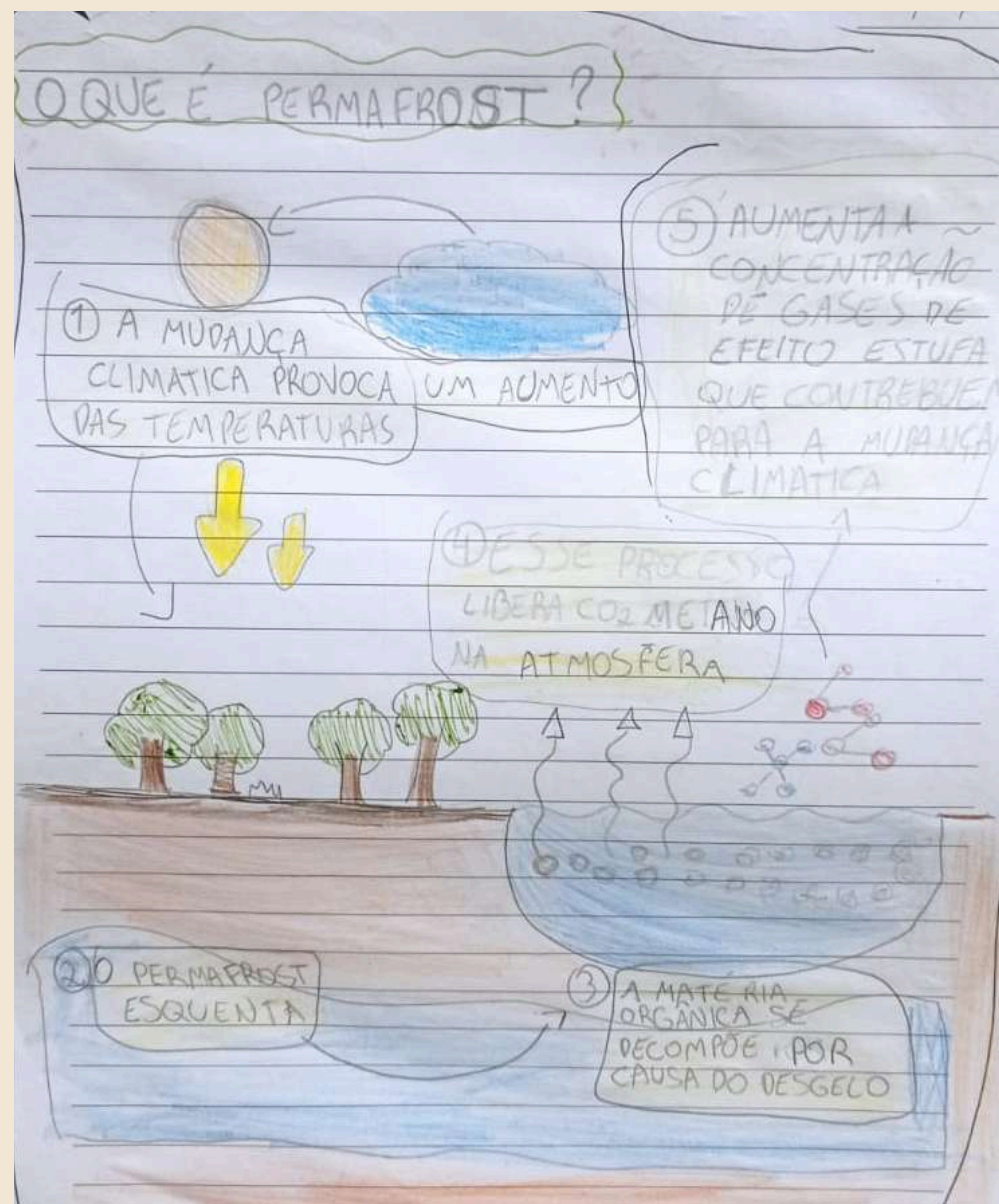


Fonte: BBC News (2021).

Esse processo gera um ciclo de retroalimentação perigoso, em que mais calor provoca mais degelo e libera mais gases, ampliando os impactos climáticos em escala planetária. Entre os problemas estão a elevação do nível do mar, que aumenta a vulnerabilidade de milhões de pessoas, a instabilidade de áreas urbanizadas e o risco do descongelamento de patógenos antigos, capazes de ressurgir e ameaçar a saúde global. Observe na imagem:

Sugestão de atividade

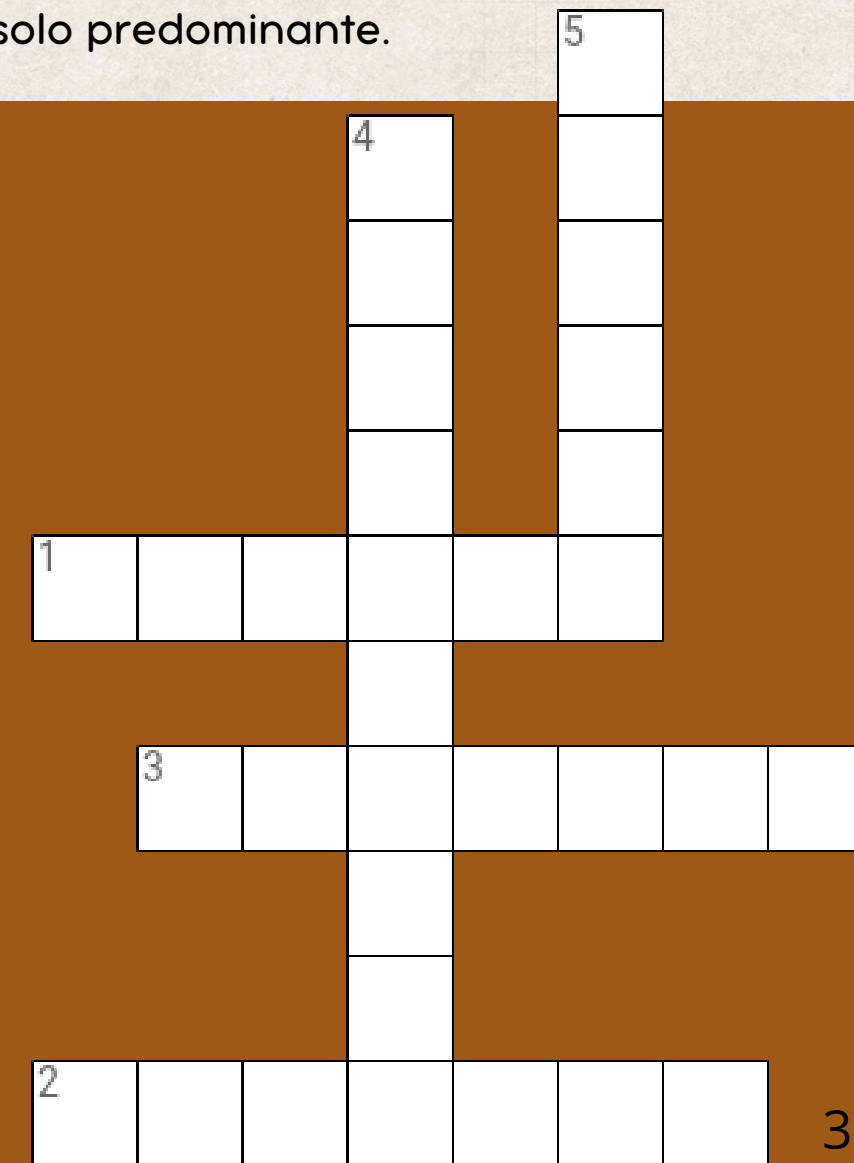
Como atividade investigativa, organize a turma em grupos para que realizem uma pesquisa sobre o permafrost e, com base nos achados, criem um cartaz informativo que comunique de forma clara e visual a relevância desse elemento para o equilíbrio climático global.



fonte: Acervo pessoal (2025).

Leia o texto para responder o que se pede e resolver a cruzadinha

1. Gás potente liberado na atmosfera pelo degelo.
2. Formação geológica profunda.
3. Gás do efeito estufa liberado pela decomposição de matéria orgânica no permafrost.
4. Camada predominantemente congelada.
5. Região fria onde tem o permafrost como solo predominante.



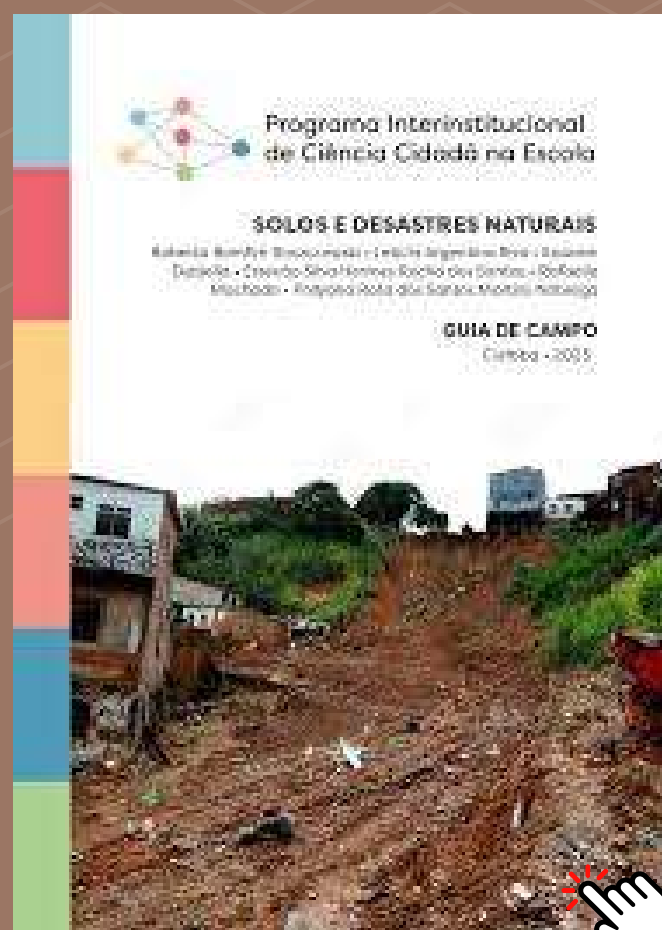
1. Metano 2. Cratera 3. Carbono 4. Permafrost 5. Ártico

Para saber mais

Solos e desastres naturais

O Programa Interinstitucional de Ciência Cidadã na Escola – UFPR (PICCE) desenvolveu um material específico para o desenvolvimento de 16 protocolos de Ciência Cidadã para coleta de dados. O Guia “Solos e Desastres Naturais” abrange:

O protocolo de solos e desastres naturais é um recurso que contribui para disseminação do conhecimento sobre desastres naturais em centros urbanos. O protocolo é aplicado em região escolhida pelo professor ou alunos cujo objetivo é identificar as áreas suscetíveis aos desastres ambientais (PICCE, 2023).



Fonte: PICCE – UFPR (2023).

Sugestão de vídeos para abordar o tema

As animações “Vamos falar sobre o solo” e “É melhor salvar os solos” enfatizam a dependência da humanidade dos solos e descrevem como o desenvolvimento sustentável é ameaçado por certas tendências de como os solos são manejados e como a terra é governada. Eles oferecem reflexões acerca da atual gestão dos solos e propostas rumo à sustentabilidade.

Clique nas imagens para acessar aos vídeos e promover momentos de discussão com a turma.



Fonte: RIFS (2015).



Fonte: RIFS (2014).

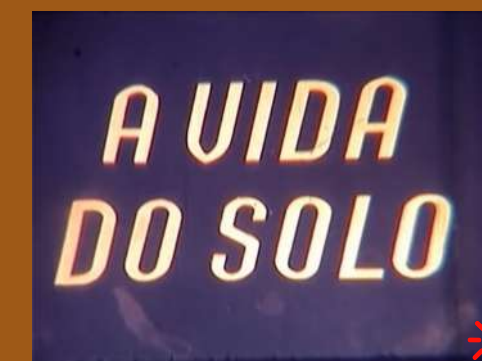
Sugestão de programa

O Programa de Extensão Universitária Solo na Escola é vinculado ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná. O objetivo geral deste projeto é promover, entre professores e estudantes do ensino fundamental e médio, a sensibilização de que o solo é um componente do ambiente natural que deve ser adequadamente conhecido e preservado (UFPR, s. d.).



Um clássico

Ana Primavesi criou o primeiro filme sobre a vida do/no solo na década de 1960. Recuperado recentemente, o longa metragem esmiúça a ação dos microrganismos e a importância da matéria orgânica para que haja fertilidade. Tudo depende do solo. O ar, a água, as plantas e os seres, numa teia interdependente.



Fonte: Acervo Ana Maria Primavesi (2012).



Hidrosfera: a rede vital da Terra

A Terra vista do espaço é um oásis” (Gleiser, 2020). Entre todos os planetas conhecidos, ela é o único que possui água líquida abundante e estável em sua superfície. O grande responsável por essa condição única é a hidrosfera, o sistema interconectado que reúne oceanos, mares, rios, lagos, gelo e até o vapor d’água na atmosfera.

Essa imensa massa de água é o alicerce da vida. Ela regula o clima ao armazenar e distribuir calor pelo planeta através das correntes marítimas, define os padrões de chuva que irrigam continentes e funciona como um gigantesco termostato global. Sem a capacidade da água de reter calor e moderar temperaturas extremas, a biosfera como conhecemos não existiria.

O problema é que a diferença entre equilíbrio e desordem é a estabilidade. As ações humanas nos últimos séculos têm perturbado profundamente esse sistema. O aumento descontrolado da temperatura, fruto da intensificação do efeito estufa, aquece os oceanos, derrete as calotas polares, eleva o nível do mar e acidifica as águas (Marengo, 2024). Assim, a mesma hidrosfera que forjou e sustenta a vida está sendo alterada, ameaçando o frágil equilíbrio que faz do nosso planeta um verdadeiro oásis cósmico.

DICA

Esse texto será melhor abordado com pausas estratégicas para esclarecer dúvidas e promover discussões, a fim de refletir acerca dos limites da ciência e da tecnologia e sua relação com a sociedade e meio ambiente.

Caça-Palavras: A Hidrosfera

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, com palavras ao contrário.

N	A	N	T	H	R	L	I	A	C	W	A
H	O	Á	S	I	S	H	R	A	R	U	R
C	I	E	A	D	R	L	L	A	B	S	U
L	E	E	O	R	L	O	P	E	E	L	T
I	V	A	P	O	R	D		Á	G	U	A
M	N	O	S	S	F	O	E	D	T	G	R
A	N	H	O	F	C	D	N	R	E	M	E
A	T	A	R	E	F	S	O	M	T	A	P
D	N	R	A	R	E	C	E	U	Q	A	M
I	D	N	S	A	V	U	H	C	E	T	E
V	O	I	T	E	R	R	A	M	D	I	T
S	F	M	A	G	I	R	R	I	H	T	T

AQUECE
ATMOSFERA
CALOR

CHUVA
CLIMA
HIDROSFERA

IRRIGAM
OCEANOS
OÁSIS

TEMPERATURA
TERRA
VAPORD`ÁGUA

VIDA

Hora do Experimento!

Para sustentar a vida como a conhecemos, é necessário haver equilíbrio. O derretimento das calotas polares, devido ao rápido aquecimento do planeta, é uma questão que gera incertezas.

Para compreender melhor como esse fenômeno se relaciona diretamente com o nosso dia a dia, vamos realizar um experimento.

Você vai precisar de:

- Um prato ou vasilha.
- Cubos de gelo.
- Água.
- Caneta hidrográfica ou fita adesiva para marcar o nível da água.
- Uma fonte de calor (como uma luminária ou luz solar).
- Brinquedos como casinhas para representar as moradias; ou terra para representar os continentes; ou ainda, impressão 3D de um continente.

ENCAMINHAMENTOS

Derretimento das geleira

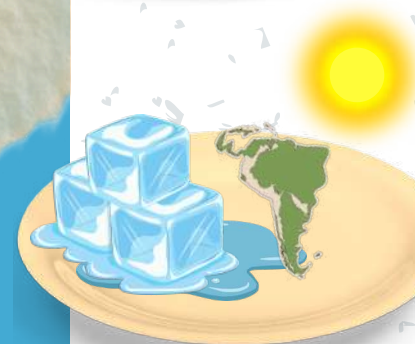


Tempo estimado: 1 hora e 30 minutos.

Mão na massa



1. **Preparação do "Oceano":** Disponha o gelo, a água e o material escolhido dentro do prato. Faça uma marcação no nível da água.



2. **Simulação:** Deixe o prato em um local onde o gelo possa derreter naturalmente.



3. **Acompanhamento:** Observe o prato à medida que o gelo derrete. Após um tempo (cerca de 30 minutos a uma hora), verifique a marcação inicial.



4. **Registro e Comparação:** Após o gelo ter derretido por completo, faça uma nova marcação do nível da água.

DICA

Solicite aos estudantes que registrem e comentem suas hipóteses iniciais antes de iniciar o experimento.

Conclusão

Este experimento ilustra porque o derretimento das geleiras continentais (como no Ártico e Antártida) é o principal fator para a elevação global do nível do mar, uma das consequências do aquecimento global.

Sugestão de problematizações

1. O que aconteceu com o nível da água no recipiente quando o gelo derreteu?
2. Como esse resultado se compara com sua expectativa inicial? O que você previu que aconteceria e por quê?
3. Além do aumento do nível do mar, quais **outras consequências** o derretimento acelerado das calotas polares pode trazer para o equilíbrio do planeta?
4. Como o aumento do nível do mar, evidenciado pelo experimento, pode afetar diretamente a vida das pessoas que vivem em cidades costeiras ou em ilhas?

Por que devemos nos preocupar?

Nasa revela aumento 'inesperado' do nível do mar em 2024

Taxa atingiu 0,59 centímetros, índice superior à projeção inicial de 0,43 centímetros anuais.

Fonte: G1 (2025).



Fonte: GSFC/PO.DAAC • A variação da altura do mar (mm) é medida em relação à média observada em 1993.

Fonte: G1 (2025).

ENCAMINHAMENTOS

Discussão da matéria, debate e pesquisa

Tempo estimado: 1 hora e 30 minutos.

Para pesquisar

Se o nível do oceano aumentar, quem está longe do litoral também pode ser afetado?

Sim, absolutamente. Os impactos não se limitam à linha da costa; eles se propagam por todo o sistema socioeconômico e ambiental global (NOAA, 2016).

DICA

Oportunize um espaço para debate onde os estudantes terão que defender porque acreditam que quem está longe do litoral será ou não será afetado pelo aumento do nível do mar.

Utilize recursos digitais de pesquisa para discutir acerca dos impactos:

1. **Econômicos e Sociais Diretos**, que envolve: Cadeias de Abastecimento; Migrações em Massa; Crise Alimentar.
2. **Ambientais e Geográficos**, que envolve: Intrusão Salina; Alterações Climáticas Locais.
3. **Sistêmicos e Financeiros**, que envolve: Perdas Financeiras Colossais; Instabilidade Geopolítica.

Fonte: Adaptado de Ciência Interativa UFPR.



Para saber mais

Além da água em estado sólido, temos água em estado líquido e gasoso em nosso planeta. A Terra é o planeta das águas!

Onde encontramos água em estado líquido na Terra?

A água líquida está distribuída por diversos ambientes da Terra, incluindo oceanos, rios, lagos, nascentes, aquíferos e lençóis freáticos, além de cair do céu sob a forma de chuva. Essa imensa quantidade faz com que, observada a partir do espaço, a água líquida seja o elemento mais visível e marcante do nosso planeta.

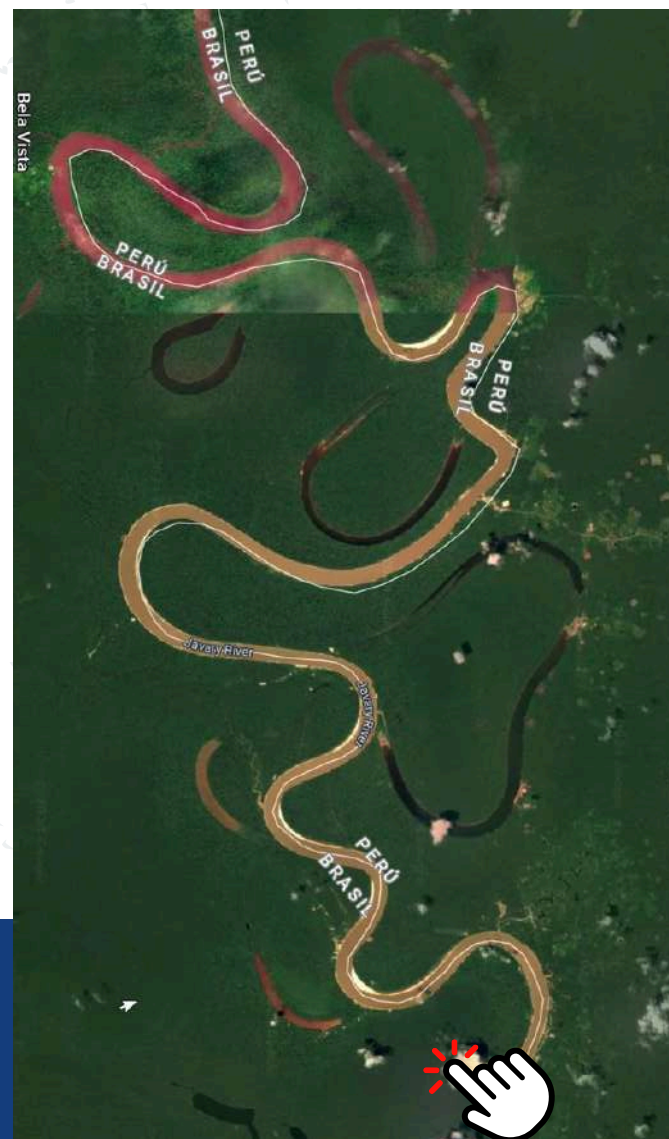
Fonte: BBC News (2016).



Os rios do Brasil

O Brasil detém a maior reserva de água doce superficial do planeta, abrigando em seu território grandiosos sistemas como a Bacia Amazônica e o Aquífero Guarani. Essa imensa abundância de rios, aquíferos e chuvas não apenas molda suas paisagens, mas também confere ao país o título de "Pátria das Águas".

Rios podem mudar de curso e deixar para trás a própria história



Os rios são narradores vivos da paisagem. Quando mudam de curso, abandonam antigos leitos como páginas viradas, deixando para trás vestígios de civilizações, camadas de sedimentos que contam eras e a própria memória esculpida na terra.

Fonte: Minuto da Terra (2016).

Para pensar...

Dicionário

Definições de [Oxford Languages](#) · [Saiba mais](#)



substantivo feminino

1. substância (H₂O) líquida e incolor, insípida e inodora,

“Então, o que tem no rio perto de casa, é qualquer coisa menos água. É marrom, tem cheiro e não é bom e nem posso pensar em qual seria seu gosto” (Estudantes, 2025). Os rios que conhecemos estão tão poluídos, que nem parece um curso de água.

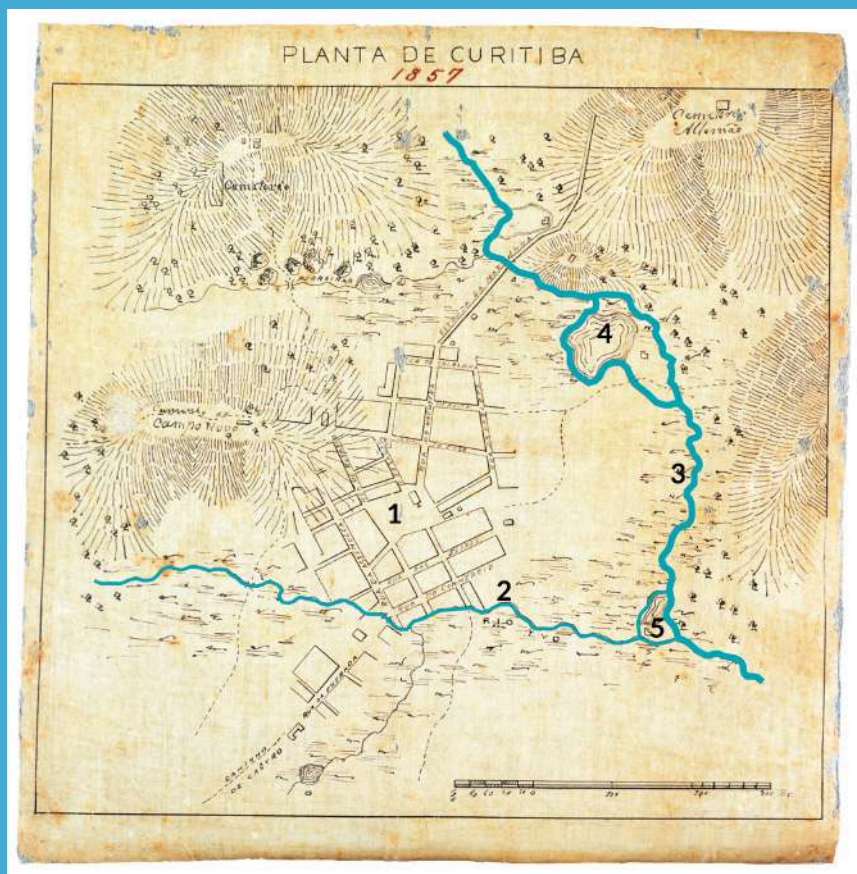


Fonte: Maré de Ciência (s. d.).

A história de um rio curitibano

Rio Belém, um rio genuinamente curitibano que passou por inúmeras intervenções. Vamos acompanhar esse processo?

Observe o mapa de Curitiba no ano 1857.

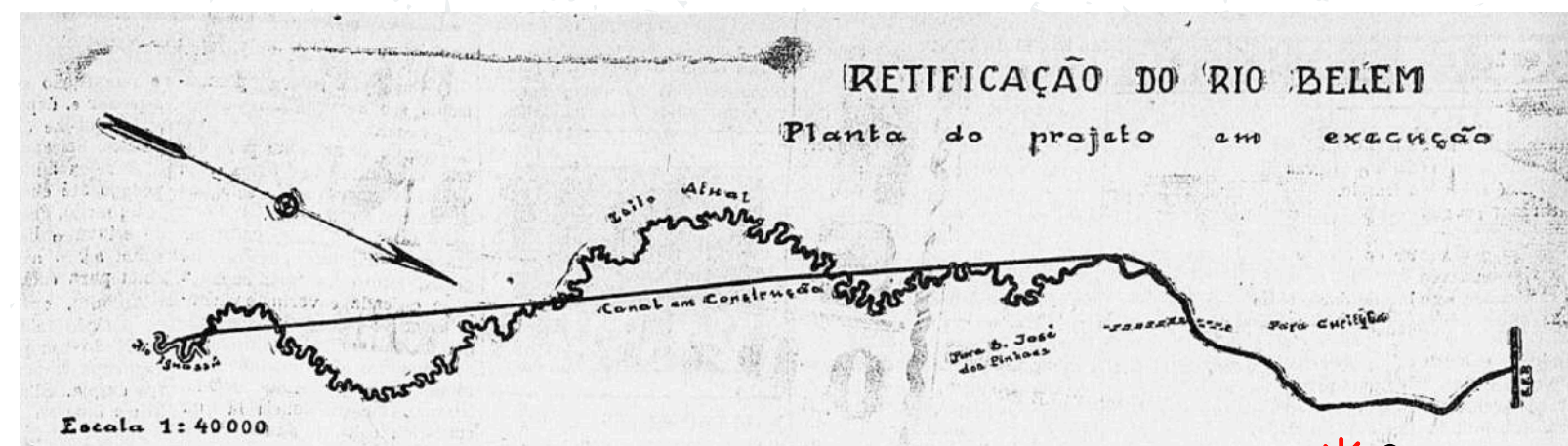


Fonte: Memória Urnaba (2015).

1. Praça Tiradentes.
2. Rio Ivo.
3. Rio Belém.
4. Tanque do Bittencourt.
5. Encontro do Rio Ivo e Belém.

A retificação do Rio Belém

A extensão original do Rio Belém, que atravessa Curitiba, era de 21 quilômetros. Após o projeto de retificação do seu leito concluído em 1933, o seu percurso foi reduzido em dez quilômetros e meio (10,5 km).



Fonte: Memória Urnaba (2015).

O Rio Belém, em Curitiba, foi retificado principalmente para resolver problemas urbanos que afetavam a cidade no final do século XIX e início do século XX. Podemos pensar nisso como uma "solução de sua época". As pessoas daquela época viam o rio como um problema a ser controlado (uma fonte de enchentes, doenças e um obstáculo ao progresso), e não como um elemento natural a ser preservado. A retificação foi a solução técnica tomada naquele momento para tentar trazer mais segurança, saúde e espaço para a cidade crescer. Mas será que não existiam outras medidas?

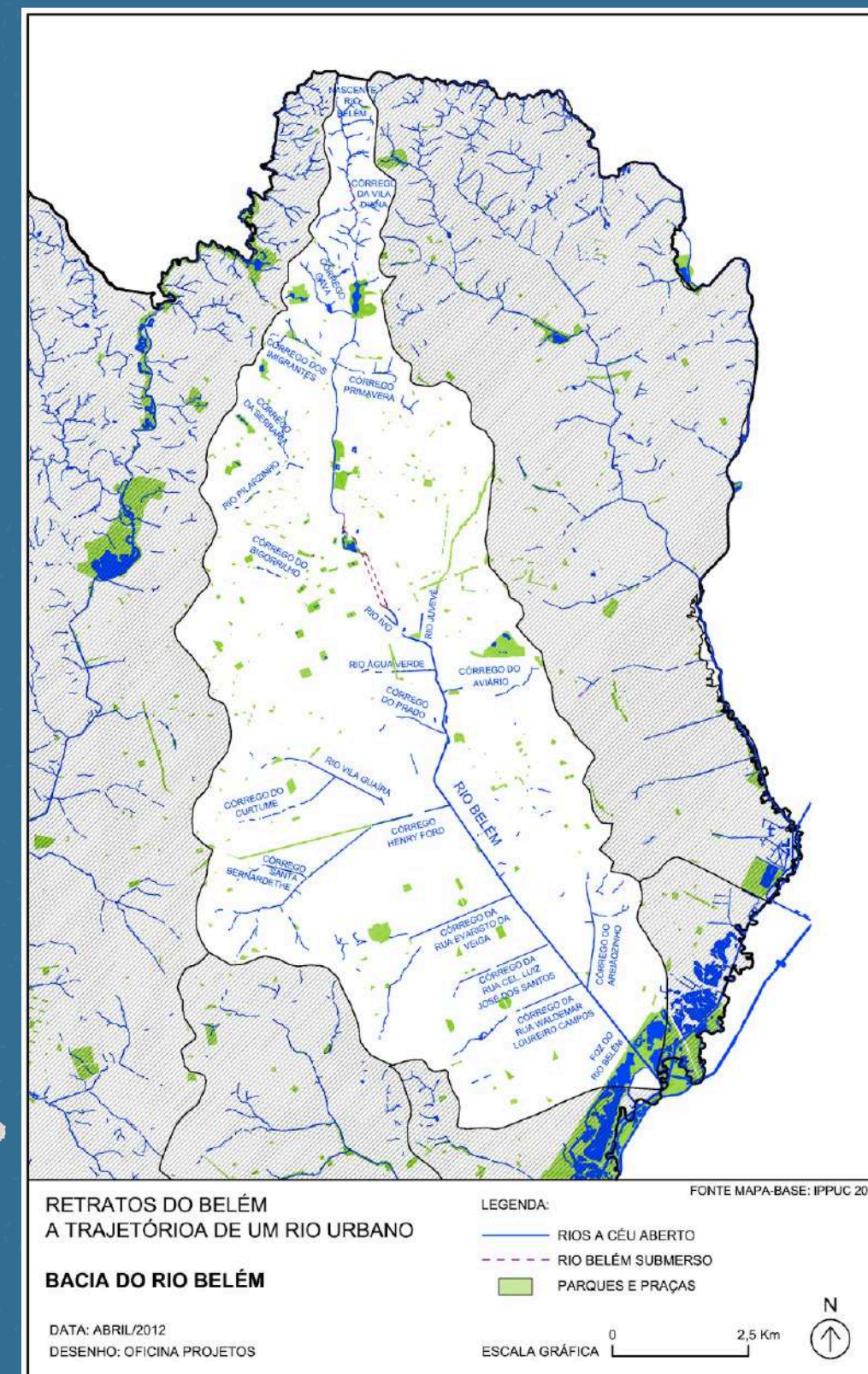
Para discutir

Você acredita que a retificação do Rio Belém foi uma boa solução? Por quê?

Que outras soluções poderiam ser adotadas para resolver os problemas de enchentes, saúde e urbanização da cidade?

Curso atual do rio Belém

Observe a morfologia atual do rio Belém. Na imagem é possível visualizar os pontos onde o Belém sofreu processos de intervenção resultando na sua retificação.



Fonte: Memória Urnaba (2015).



Mensagem secreta

Apesar da obra ter acontecido, nem todos urbanista tinham uma visão favorável à retificação do rio.

Substitua os números por letras para descobrir a mensagem secreta deixada por **Alfred Agache (1875–1959)** – um importante urbanista e arquiteto francês que deixou uma marca significativa no urbanismo em Curitiba e no Brasil – sobre a retificação do Rio Belém.

Tabela chave

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Z	É	Ã	Ç
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

17	5	19	9	6	9	3	1	17	14	17	9	14	2	5	11	24	12	24	12	20	9	19	14

3	1	17	14	5	15	14	20	3	14	9	13	19	5	11	9	7	5	13	19	5	.

20	12	1	18	14	11	20	26	25	14	12	5	11	8	14	17	24	1	15	17	14	21	5	9	19	1	17

18	20	1	18

3	20	17	21	1	18

13	1	19	20	17	1	9	18

15	1	17	1

3	17	9	1	17	11	1	7	14	17	.



*Retificar o rio Belém é muito caro e pouco inteligente. Uma solução melhor é aproveitar suas curvas naturais para criar lagos.

O pensamento de Alfred Agache

Agora que você já desvendou a mensagem secreta, vamos refletir acerca da proposta de Agache.

1. O que Alfred Agache estava criticando?

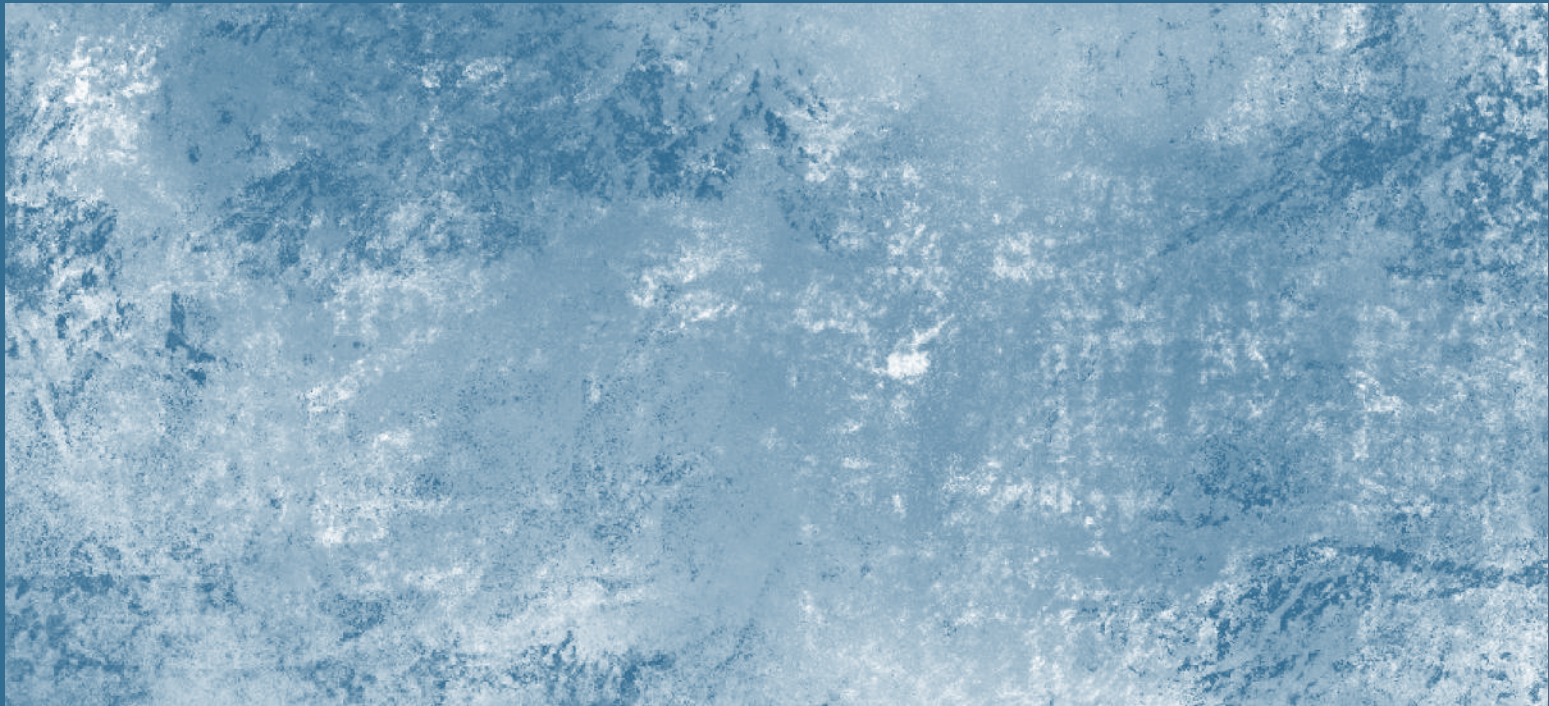
2. Qual era a solução dele?

3. Você acha que a ideia dele era boa? Por quê?



Hora da arte!

Se você fosse urbanista, que solução você iria propor para os rios da sua cidade? Faça um desenho representando sua alternativa.



Entenda porque retificar um rio não é uma boa ideia

1. Curso acelerado do rio

- **Problema:** Quando chove, a água desce com muita força e velocidade.
- **Consequência:** Essa água veloz causa enchente nos bairros que estão rio abaixo. É como resolver um problema criando outro maior.

2. Alto custo

- É uma obra muito cara para construir e, depois, ainda mais cara para manter, pois o concreto racha e precisa de consertos constantes.

3. Perda de habitats naturais

- As curvas, pedras e raízes das margens são o lar de peixes, sapos, libélulas e plantas.
- O canal de concreto é um deserto sem vida. É como trocar uma floresta cheia de animais por um estacionamento vazio.

4. Deixa a cidade menos bonita e quente

- O rio vira um corredor de concreto, muitas vezes com cheiro ruim. As pessoas perdem um lugar agradável para contemplar a natureza.
- O concreto armazena calor, tornando a cidade mais quente. As árvores e a água limpa do rio natural ajudam a refrescar o ambiente.

5. Perda de um filtro natural

- Nas curvas de um rio natural, a água diminui a velocidade. As plantas das margens filtram parte da sujeira.
- No canal reto, a água poluída passa correndo, sem chance de ser filtrada, indo suja para os rios maiores.

As evidências não deixam dúvidas



Fonte: Água, sua Linda (2020).

A várzea dá espaço para o rio encher, esvaziar e se mover



Aterrado esse espaço, surgem as enchentes e alagamentos



Fonte: Árvore, ser tecnológico (2022).

Como a retificação dos rios afeta a vida das pessoas?



Fonte: Engenharia 360 (2024).



Fonte: Brasil de Fato (2022).

Encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social, são preceitos das QSC (Pedretti, 1999; Ratcliffe, 1997). Nesse sentido, discuta soluções possíveis para as problemáticas socioambientais que envolve a comunidade local de modo geral.

DICA

Clique nas imagens para conferir as matérias na íntegra.

“O Homem, o Nome e a Curva” Entre a Poesia e a Engenharia

Leia o poema de Manoel de Barros:

“O rio que fazia uma volta
atrás da nossa casa
era a imagem de um vidro mole...

Passou um homem e disse:
Essa volta que o rio faz...
se chama enseada...

Não era mais a imagem de uma cobra
de vidro que fazia uma volta
atrás da casa.

Era uma enseada.
Acho que o nome empobreceu a imagem.”

Manoel de Barros, São Paulo: Leya, 2011.

Para saber mais

Manoel de Barros (1916–2014) foi um dos mais importantes poetas brasileiros, conhecido por sua linguagem única que mesclava oralidade, neologismos e uma visão límpida da natureza e da infância.

Para problematizar

- O que perdemos quando transformamos o "rio de vidro mole" em simples "enseada"?
- O mesmo conhecimento que nos permitiu nomear também nos deu confiança para retificar, endireitar, domar. Quantos rios deixaram de “serpentejar” porque aprendemos a chamar seus meandros de “ineficientes”?
- Como podemos manter o olhar que vê “cobras de vidro” e o conhecimento que compreende a hidrodinâmica?

Sugestão de atividade

Criar um manifesto ou carta ao homem que nomeou a enseada, com intuito de promover uma visão equilibrada e ética sobre as interferências humanas nos ambientes naturais, seguindo alguns princípios:

1. "Veremos a enseada, mas também a cobra de vidro"
2. "Mediremos o raio da curva sem esquecer sua poesia"
3. "Interviremos quando necessário, mas com reverência"

A natureza sempre encontra um caminho

Conheça a história de Diego Saldanha, ex vendedor de frutas que criou uma solução simples, porém muito eficiente para recuperar o rio que ele brincava na infância. Com o crescimento desordenado da cidade, o rio começou a receber o que ninguém queria: esgoto doméstico clandestino, resíduos industriais e lixo.

Fonte: G1 (2022).

JORNAL NACIONAL

Q BUSCAR

Vendedor de frutas cria ecobarreira para salvar rio na Região Metropolitana de Curitiba



Fonte: G1(2022).

DICA

É possível apoiar o projeto, agendar palestras ou visitas ao espaço. Contato: diegoecobarreira@gmail.com

Chuva, a água que cai do céu!

Todo e qualquer ser humano, em algum momento da sua vida, já parou para apreciar a chuva. O som das águas tocando no telhado, nas folhas, no asfalto, o petricor que anuncia de longe a tempestade que chega, e aquele silêncio úmido que parece sussurrar: “logo, logo, o mundo vai respirar fundo de novo!”

“Ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.” (Brasil, 2018, p. 321).

Vamos entender como se forma a chuva?

Evaporação

- A água de rios, lagos, oceanos e solo evapora com o calor do sol, transformando-se em vapor d’água.
- Plantas também liberam vapor através da **transpiração**.
- O vapor sobe para a atmosfera em correntes de ar.
- Com a altitude, a temperatura diminui, e o vapor se resfria.

Condensação

- O vapor resfriado **condensa-se** em torno de partículas microscópicas como poeira, sais, poluição (aerossóis), formando **gotículas de água** ou **cristais de gelo**.
- Essas gotículas ficam suspensas, compondo as nuvens.

Precipitação

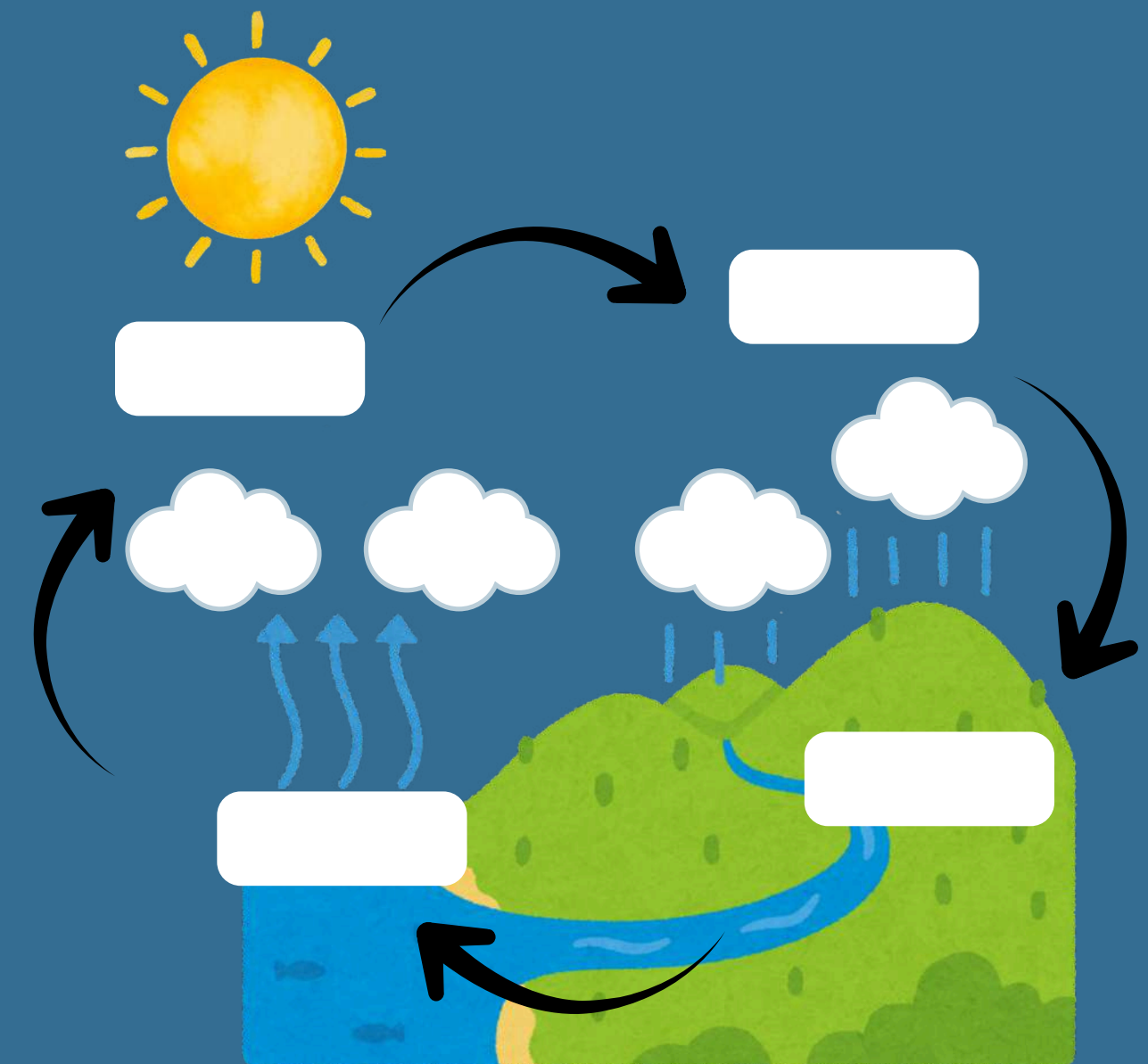
- Dentro da nuvem, as gotículas colidem e se fundem (**coalescência**), aumentando de tamanho. Em nuvens mais altas e frias, cristais de gelo podem crescer e derreter ao cair, formando gotas de chuva.
- Quando as gotas ficam pesadas demais para permanecer suspensas, caem como: **chuva**, **neve**, **granizo** ou **chuva congelada**.

Infiltração

- Após retornar a superfície, a água **infiltra-se** no solo; escorre para rios, lagos e oceanos; é absorvida pelas raízes das plantas e retorna para um ciclo sem fim.

Mão na massa

Preencha as lacunas na imagem indicando os estágios do ciclo da água: evaporação, condensação, precipitação e infiltração.



Fonte: Adaptado de
Ciência Interativa UFPR.

Hora do experimento. Vamos fazer chuva?

Você vai precisar de:

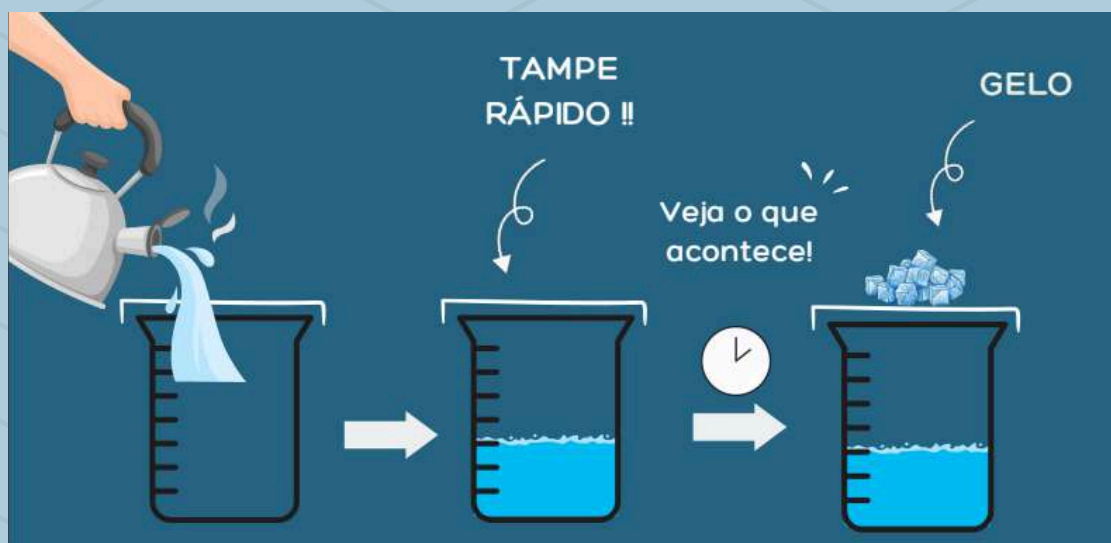
- > Água quente.
- > Cubos de gelo.
- > Um recipiente transparente.
- > Plástico filme.



TEMPO ESTIMADO: 30
MINUTOS

ENCAMINHAMENTOS

1. Aqueça a água até ferver.
2. Coloque-a em um recipiente.
3. Tampe a superfície do recipiente logo após colocar a água quente.
4. Aguarde alguns minutos e veja o que acontece.
5. Em seguida, coloque os cubos de gelo sobre o plástico filme.



Para responder:

1. O que aconteceu com o plástico filme após alguns segundos do recipiente fechado?
2. O que aconteceu após ser colocado os cubos de gelo sobre o plástico filme?

Para refletir e discutir

Logo após o recipiente ser fechado com a água quente, percebemos que o plástico infla. Logo em seguida, podemos visualizar gotículas de água na superfície do recipiente. Ao colocarmos gelo sobre o plástico, é possível perceber a formação mais intensa de gotas.

A pergunta que não quer calar

1. Qual a relação desse experimento com a formação das chuvas?

2. Relacione cada recipiente a uma etapa da formação da chuva (precipitação, evaporação, condensação):

INFLOU: -----

GOTAS: -----

PINGOU: -----



Fonte: Adaptado de
Ciência Interativa UFPR.



Para problematizar

Você acredita que as ações humanas podem interferir no regime de chuvas? De que maneira isso ocorre?

DICA

Aproveite este questionamento para levantar hipóteses com a turma e promover uma discussão investigativa sobre o tema, estimulando a formulação de ideias iniciais.

Resposta

Sim, significativamente. Essas mudanças ocorrem principalmente por meio de:

1. Mudanças Climáticas (Aquecimento Global)

- Emissões de gases de efeito estufa (queima de combustíveis fósseis, desmatamento) aumentam a temperatura global.
- Consequências:
 - Intensificação do ciclo hidrológico → chuvas mais intensas e concentradas.
 - Alteração na distribuição geográfica das chuvas → algumas regiões ficam mais secas, outras mais úmidas.
 - Aumento na frequência de eventos extremos (secas prolongadas e tempestades severas).

2. Desmatamento e Alteração do Uso do Solo

- Florestas (como a Amazônia) bombeiam umidade para a atmosfera através da transpiração, gerando "rios voadores".
- Com o desmatamento:
 - Reduz-se a evapotranspiração local e regional.
 - Pode haver redução de chuvas na própria região e em áreas distantes que dependiam dessa umidade transportada.

3. Urbanização e Impermeabilização do Solo

- Cidades com grandes superfícies asfaltadas e concretadas:
 - Reduzem a infiltração da água no solo.
 - Aumentam o escoamento superficial e diminuem a recarga de aquíferos.
 - Geram ilhas de calor, que podem alterar a formação de nuvens e a convecção local, afetando padrões de chuva.

4. Poluição Atmosférica

- Aerossóis (partículas em suspensão de queimadas, indústrias, veículos):
 - Podem servir como núcleos de condensação, afetando a formação de gotas de chuva.
 - Em alguns casos, inibem a precipitação (gotas ficam pequenas demais para cair).
 - Alteram a quantidade de luz solar que atinge a superfície, com efeitos no clima regional.

5. Modificação de Corpos Hídricos

- Represamentos, desvios de rios e grandes irrigações:
 - Alteram a evaporação local.
 - Podem modificar a umidade disponível para formação de chuvas.

POLITIZE 

Fonte: Adaptado de Politize (2025).

Sugestão de encaminhamento

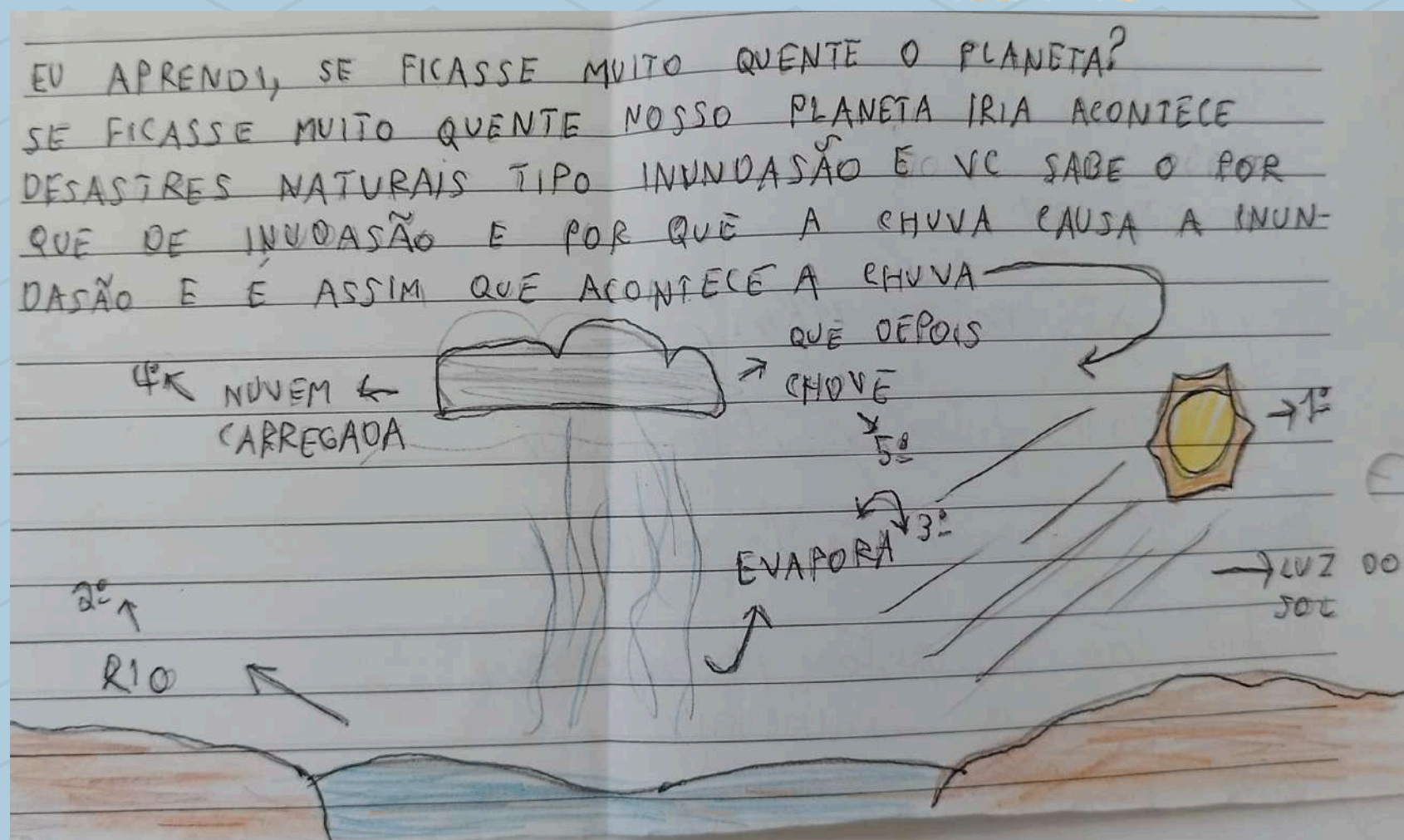
Organize a turma em cinco grupos de discussão, atribuindo a cada um um dos tópicos listados sobre como as ações humanas influenciam o regime de chuvas. Oriente que cada equipe: 1) identifique os mecanismos de interferência, 2) discuta exemplos concretos e 3) reflita sobre possíveis soluções.

Ofereça recursos diversos para pesquisa, como: livros, revistas científicas e/ou acesso à internet, entre outros.

Oriente os estudantes a registrarem em caderno ou diário de bordo suas percepções, análises e questionamentos sobre a problematização da influência humana no regime das chuvas.

Lembre-se

O registro é uma ferramenta metacognitiva fundamental na semiótica social, permitindo acompanhar e refletir as diferentes formas de significação e interpretação da complexidade socioambiental abordada.



Fonte: Acervo pessoal (2025).

As mudanças climáticas já são realidade em nosso cotidiano. Mais do que discutir o problema, precisamos de ferramentas para compreendê-lo e agir. Por esse motivo, a construção de um pluviômetro simples, vai além da teoria: iniciamos um monitoramento real da precipitação em nossa escola, bairro ou município, gerando dados e fortalecendo uma cultura de prevenção e cuidado com a vida. Acesse o site do Cemaden Educação e baixe o passo a passo desse experimento

Como fazer um pluviômetro de baixo custo

Fonte: Cemaden Educação (2024).

Dica

Acesse o Cemaden para saber como inscrever sua escola em propostas que envolvem prevenção de risco e desastre e faça parte de uma ciência cidadã.

Você se sente preparado para enfrentar situações que envolvem chuvas intensas? Saiba o que fazer antes, durante e depois de chuvas extremas.

Antes de uma chuva intensa

A preparação prévia é crucial para minimizar danos e riscos.

- **Monitore o clima:** Fique atento aos alertas meteorológicos e boletins da Defesa Civil.
- **Prepare um kit de emergência:** Tenha em mãos documentos pessoais e objetos de valor em sacos plásticos impermeáveis, lanternas com pilhas extras, rádio, medicamentos e água potável.
- **Proteja sua casa:** Coloque móveis, eletrodomésticos e outros pertences em locais altos. Desligue aparelhos elétricos, o quadro geral de energia e feche o registro de entrada de água e gás se houver risco de alagamento.
- **Planeje a evacuação:** Saiba para onde ir (ponto seguro ou abrigo indicado pelas autoridades) e combine um ponto de encontro com a família caso se separem.
- **Manutenção preventiva:** Mantenha calhas e ralos limpos e evite descartar lixo em locais inadequados para não obstruir a rede de drenagem.

Durante uma chuva intensa

A prioridade máxima é a segurança pessoal e a preservação da vida.

- **Procure um local alto e seguro:** Se a água começar a subir, dirija-se imediatamente para áreas elevadas, como andares superiores da casa ou o telhado, se necessário.
- **Evite contato com a água:** As águas de enchente são contaminadas e podem transmitir doenças como leptospirose, além de esconder perigos como buracos, bueiros sem tampa, e animais peçonhentos.
- **Não atravesse áreas alagadas:** Nunca tente atravessar a pé ou de carro. A força da água na altura do joelho de um adulto ou do pneu de um carro já é suficiente para arrastar pessoas e veículos.
- **Se estiver em um veículo:** Se for pego de surpresa e a água começar a entrar, saia imediatamente pela janela e suba no teto do carro, se seguro, ou abandone o veículo e procure um local mais alto.
- **Ligue para emergência:** Em caso de isolamento ou perigo, acione o Corpo de Bombeiros (193) ou a Defesa Civil (199).



Acesse para saber mais.

Depois de uma chuva intensa

O retorno deve ser cauteloso para evitar novos riscos e iniciar a recuperação.

- **Aguarde a liberação das autoridades:** Não retorne para casa até que a Defesa Civil ou o Corpo de Bombeiros informem que é seguro fazê-lo.
- **Verifique a estrutura:** Antes de entrar, certifique-se de que a casa não corre risco de desabamento ou desmoronamento.
- **Cuidado com a energia e gás:** Verifique as instalações elétricas e de gás antes de religá-las para evitar choques ou explosões.
- **Descarte alimentos e medicamentos:** Jogue fora todos os alimentos (mesmo os embalados) e medicamentos que entraram em contato com a água da enchente, pois estão contaminados.
- **Limpeza e desinfecção:** Use equipamentos de proteção individual (luvas e botas de borracha) para limpar a lama e desinfetar pisos, paredes e objetos com uma solução de água sanitária (1 litro de água sanitária para 20 litros de água para limpeza geral, ou 2 gotas de hipoclorito de sódio a 2,5% por litro de água para consumo humano, deixando repousar por 30 minutos).
- **Cuidado com animais peçonhentos:** Esteja atento a ratos, cobras e aranhas ao movimentar móveis e objetos.

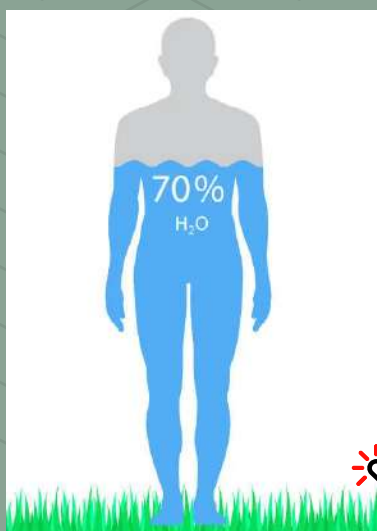
5

Quinta etapa

Biosfera: a camada de vida da Terra

A **Biosfera** é a camada da Terra formada por todos os seres vivos. Cada um desses seres é formado por milhões de moléculas - onde a mais abundante é a molécula de água (H_2O) -, compostas de diferentes elementos químicos.

Apesar da quantidade de água sofrer variações para cada indivíduo seja pela idade, peso, entre outros fatores, ainda assim, nosso corpo é formado, majoritariamente, por água.



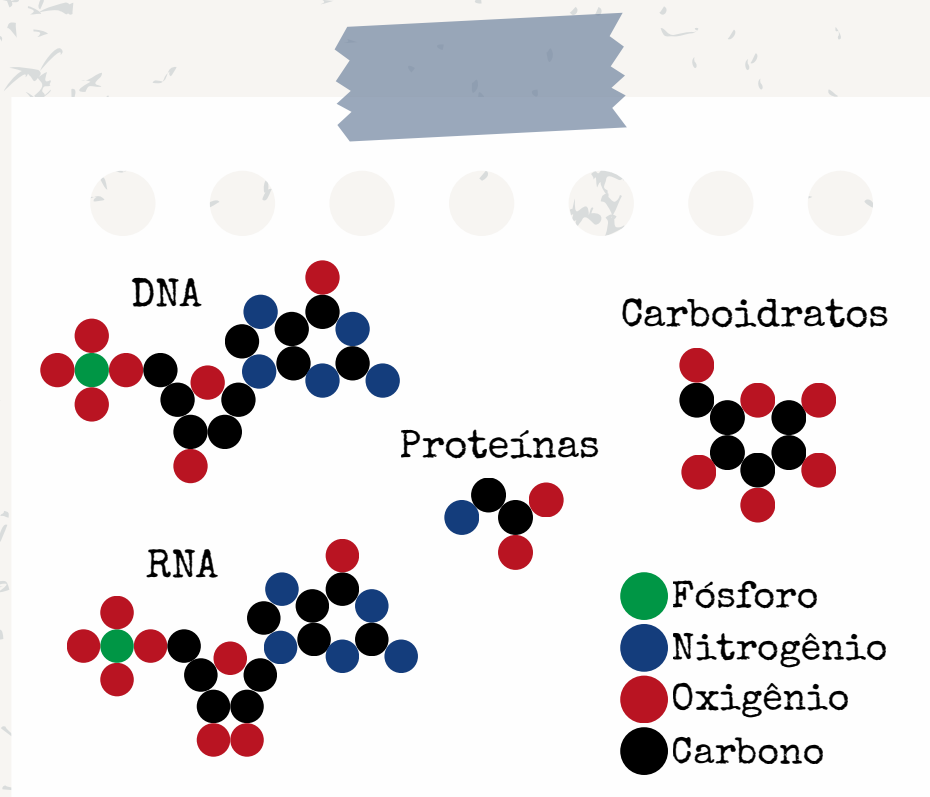
E o resto, é o que?

Fonte: Biologia Net (s. d.).

"Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma."
Antoine Laurent Lavoisier

Para problematizar

Sabemos que a água é a molécula em maior quantidade no nosso corpo. Além dela, outros compostos são bastante abundantes, como os representados na imagem a seguir:



Qual é o elemento que aparece em maior quantidade na imagem? Marque a opção que indica esse elemento:

- ☐ Fósforo
- ☐ Nitrogênio
- ☐ Oxigênio
- ☐ Carbono

Dica

Para envolver toda a turma e tornar a análise mais visual, conduza uma contagem coletiva dos átomos e registre os totais na lousa.

Para saber mais

Como observado na imagem, o átomo de carbono é o mais abundante após a molécula de água em nosso corpo.

Por ser um elemento central para a vida, é crucial entender como o carbono circula na natureza. Diversos processos garantem essa troca contínua entre seres vivos e o ambiente. Veja alguns dos principais:

- > **Respiração:** carbono sai dos organismos na forma de gás carbônico (CO_2), e vai para a atmosfera.
- > **Fotossíntese:** o carbono disponível na atmosfera, na forma de CO_2 , é incorporado pelas plantas ao produzirem glicose.
- > **Alimentação:** seres vivos incorporam carbono ao consumirem outros organismos, que possuíam carbono em seus corpos.
- > **Decomposição:** organismos decompositores, como fungos e bactérias, decompõem outros seres e incorporam carbono constituinte desses corpos.

Aprenda jogando

Para facilitar o entendimento desse conceito, o Programa Ciência Interativa da UFPR desenvolveu um jogo educativo voltado para todas as idades. Vamos ver como se joga?

Voce vai precisar de:

- 2 Dados ou roleta.
- 1 Tabuleiro.
- 1 Tabela de processo.
- 30 Objetos para representar os carbonos.

Carbópolis em “O ciclo do carbono”

Para começar, posicione os “carbonos” nos espaços em branco do tabuleiro, da seguinte forma:

- 6 Carbonos na atmosfera.
- 6 Carbonos na árvore.
- 6 Carbono nos cogumelos (tronco em decomposição).
- 12 Carbonos no subsolo, representando petróleo.



Fonte: Adaptado de Ciência Interativa UFPR (2025)

Como jogar

Para começar, separe os jogadores em duas equipes: uma representará o menino e a outra, a menina no tabuleiro. Em cada turno, uma equipe joga dois dados. O resultado do primeiro dado define a origem e o destino do carbono, enquanto o segundo dado determina a quantidade que será movimentada, conforme a tabela de processo.

TABELA DE PROCESSO			
Processo	Dado 1	Origem do carbono (Sai de)	Destino do carbono (Vai para)
Fotossíntese	1	Atmosfera	Árvore
Respiração	2	Árvore, humano ou cogumelo	Atmosfera
Alimentação	3	Árvore ou cogumelo	Humanos
Decomposição	4	Árvore ou humano	Cogumelos
Refinamento	5	Petróleo	Galão de combustível
Combustão	6	Galão de combustível	Atmosfera

Observe o exemplo

O primeiro dado, cujo resultado foi 1, determina que o processo em ação é a fotossíntese. Já o segundo dado, com o resultado 2, especifica a quantidade de carbono (duas unidades) a ser transferida da atmosfera para a árvore.



Regra

- Uma equipe não pode tirar ou por carbono na outra equipe.
- O jogo acaba quando uma equipe completar primeiro seu humano com 3 peças.

Sugestão de condução

O jogo demonstra de forma lúdica os processos do ciclo do carbono na natureza. Inicie com uma partida demonstrativa, envolvendo toda a turma. Divida os estudantes em duas equipes (por exemplo, lado A vs. lado B, ou meninos vs. meninas). Durante essa partida, o mediador deve problematizar, explicar e incentivar a discussão sobre cada um dos processos que ocorrem no tabuleiro. Somente após os estudantes compreenderem as regras e a dinâmica do jogo, eles estarão aptos a jogar entre si de forma autônoma, consolidando o aprendizado pela prática.

Para problematizar

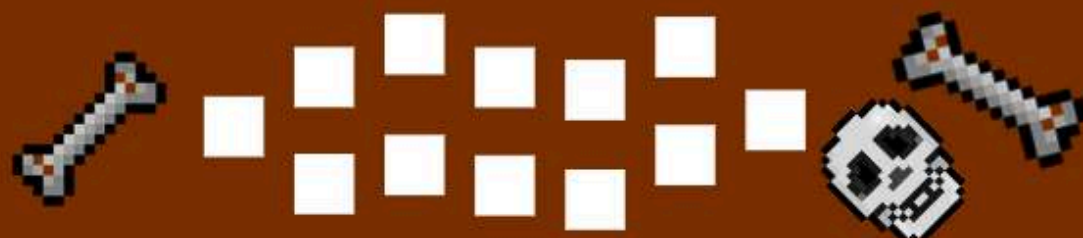
“CARBONO É VIDA!”

O carbono está presente na formação das estrelas, é o principal componente dos compostos orgânicos, sendo a base de todas as moléculas biológicas e até nas roupas que vestimos.

Se o carbono é um elemento natural e essencial para a vida, por que ele se tornou o grande vilão das mudanças climáticas? O problema é o carbono em si, ou a mudança no lugar onde ele deveria estar?

CARBÓPOLIS

AJUDE OS HUMANOS COMPLETAR O CICLO DO CARBONO!



ENCAMINHAMENTOS

Jogo Carbópolis



Tempo estimado: 1 hora e 30 min. para jogo e problematização.

© 2025 Kissner, M.F.; Rios, F.S.



Ciência
INTERATIV

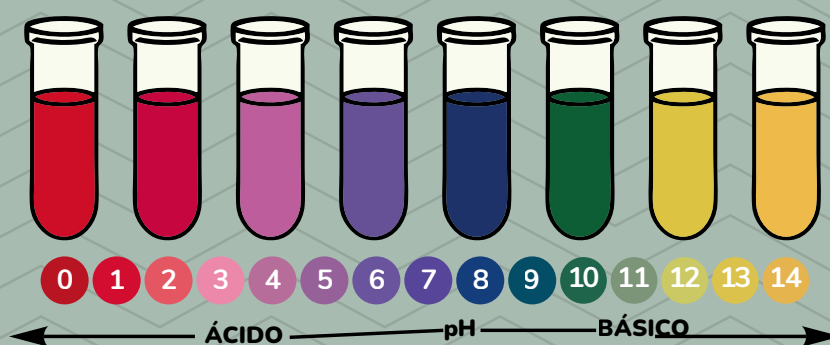


Mão na Massa!

Experimento 1: Respiração animal

Este experimento demonstra visualmente que a expiração libera gás carbônico, capaz de alterar o pH da água, tornando-o mais ácido.

Escala de pH:



Você vai precisar de:

- > Repolho roxo para solução indicadora de pH
- > Água pH 10
- > Limão ou vinagre
- > Canudo
- > 2 recipientes transparentes

ENCAMINHAMENTOS

Experimento 1

Tempo estimado: 1 hora e 30 min.

Passo-a-passo



1. Preparo da solução indicadora de pH: bata no liquidificador algumas folhas do repolho com um pouco de água e reserve a solução resultante.

2. Adicione 30 ml de água em cada recipiente, e vá adicionando a solução de repolho em cada um até a cor da água se tornar azulada.

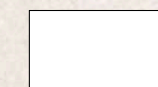
3. No primeiro recipiente, adicione gotas de limão ou vinagre e observe a mudança da cor (causada pela alteração do pH).

4. No segundo recipiente, assopre utilizando o canudo e observe a mudança de cor (causada pela alteração do pH).

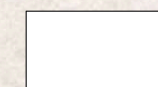
5. Compare as cores com a escala de pH para indicador de repolho roxo apresentada ao lado.

Sugestão de atividade

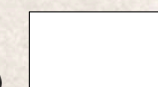
Tendo como base a tabela de escala de pH, indique o índice de acidez em cada fase do experimento.



Passo 2: ao ser acrescentado repolho roxo à solução.



Passo 3: ao ser acrescentado limão à solução.



Passo 4: ao ser acrescentado CO₂ (por meio da expiração) à solução.

Conclusão

A água presente nos dois recipientes terá seu pH diminuído, ou seja, as soluções se tornaram ácidas. O vinagre e o limão são conhecidos pela acidez, mas o efeito da expiração dos animais pode causar estranheza. Ele acontece por conta da dissolução do gás carbônico (CO₂) na água, o que libera íons que diminuem o pH.



Acidificação dos oceanos

À medida que a concentração de gás carbônico na atmosfera cresce, principalmente pelas emissões industriais, maior quantidade desse gás se dissolve no oceano. Na água, o CO_2 participa de reações que liberam íons, causando queda no pH. Esse processo de acidificação leva a um desequilíbrio químico e impede a formação de carbonato de cálcio, que é o principal componente de corais, conchas de moluscos e exoesqueleto de crustáceos. Dessa forma, a acidificação dos oceanos é uma das principais ameaças à vida marinha no planeta.

Para compreender o efeito da acidez, resultante da acidificação dos oceanos, sobre essas estruturas, podemos realizar um simples experimento, apresentado a seguir.



Fonte: Árvore, ser tecnológico (2025).

Mão na massa!

Experimento 2: Acidificação dos oceanos

Você vai precisar de:

- > 1 ovo
- > Vinagre
- > 1 recipiente

Como fazer

Adicione vinagre ao recipiente e mergulhe o ovo. O ovo deve ficar submerso no vinagre por, pelo menos, 48 horas para surtir efeitos.



Para problematizar

Antes de realizar o experimento:

O que vai acontecer com o ovo depois de passar 48 horas na solução?

Depois de realizar o experimento:

O que aconteceu com o ovo?

O que causou essa reação?

Qual a relação desse experimento com a acidificação dos oceanos?

ENCAMINHAMENTOS

Experimento 2

Tempo estimado: 30 min. + 48 horas.

Conclusão

A casca do ovo é formada principalmente de carbonato de cálcio (CaCO_3) e amolecerá após 48 horas na solução.

Isso acontece por conta da reação entre o vinagre, cujo principal componente é o ácido acético, com o carbonato de cálcio presente na casca.

O acetato de cálcio resultante da reação fica dissolvido na água e não mais na casca. Sem cálcio, ela fica mole.

A mesma coisa aconteceria com as conchas de animais marinhos, comprometendo sua proteção e outras funções.

Ácido acético	Bicarbonato de sódio	Acetato de sódio	Dióxido de carbono
CH_3COOH	$+$ NaHCO_3	$=$ CH_3COONa	$+$ $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Sugestão de atividade

Oriente os estudantes a realizarem pesquisa sobre a acidificação dos oceanos e, em seguida, auxilie na produção de um mapa mental representando a acidificação dos oceanos e suas consequências.



Outros problemas que afetam o oceano

Uma característica marcante da sociedade atual é o consumismo (Layrargues, 2002). As compras são cada vez mais frequentes e impulsivas, sem que haja reflexão sobre a necessidade do material comprado. Assim, produz-se grande quantidade de lixo, principalmente de plástico, cuja degradação não é rápida. Grande parte desses resíduos vai parar no oceano, por conta de descarte inadequado ou inexistência de reciclagem, e impactam negativamente a vida marinha.

Um dos animais afetados são as tartarugas. Por conta da baixa nitidez de sua visão, elas não são capazes de discernir entre águas-vivas, que as servem de alimento, e sacolas plásticas, já que apresentam aparência similar.



Fonte: Ecoassociado (2014).

Sugestão de material para abordar o tema

Uma maneira de lutarmos contra essa triste realidade é por meio do consumo responsável. Como afirma Artaxo (2020), as crianças precisam compreender desde cedo que “as mudanças climáticas, o consumo sustentável e a conservação da biodiversidade são dimensões interligadas da sobrevivência humana e planetária”.

Clique na imagem abaixo para acessar o material com sugestões de atividades.



Fonte: Ciência Interativa - UFPR (2025).

Para refletir e discutir

Pra onde foi o lixo que estava aqui?



Fonte: voiceoftheoceansorg (2025).



Sugestão de atividade

O baú das opiniões secretas

Após a apresentação das imagens e discussão dos problemas que afetam os oceanos, proponha aos estudantes que escrevam uma mensagem secreta e anônima sobre o tema. O anonimato tem como objetivo criar um espaço seguro para a expressão de percepções, sentimentos ou hipóteses que o aluno poderia se sentir constrangido em compartilhar abertamente. Em seguida, peça que todos guardem suas mensagens em um “baú secreto” da sala. Por fim, selecione cinco delas para leitura e nova discussão coletiva.



Para refletir

Os seres não humanos e seu poder de agência

O surgimento das primeiras árvores

No final do período Devoniano, houve o aparecimento das primeiras árvores. Esse acontecimento aumentou a taxa de fotossíntese no planeta e o sequestro de carbono e, consequentemente, diminui-se o Efeito Estufa, responsável por controlar a temperatura na Terra. Assim, iniciou-se um período de Glaciação (a "Era do Gelo").

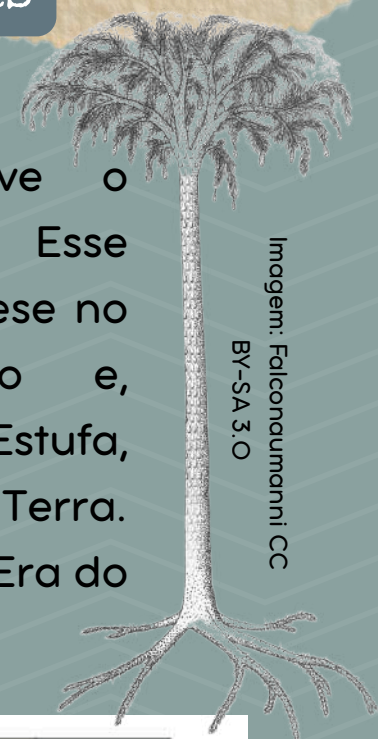
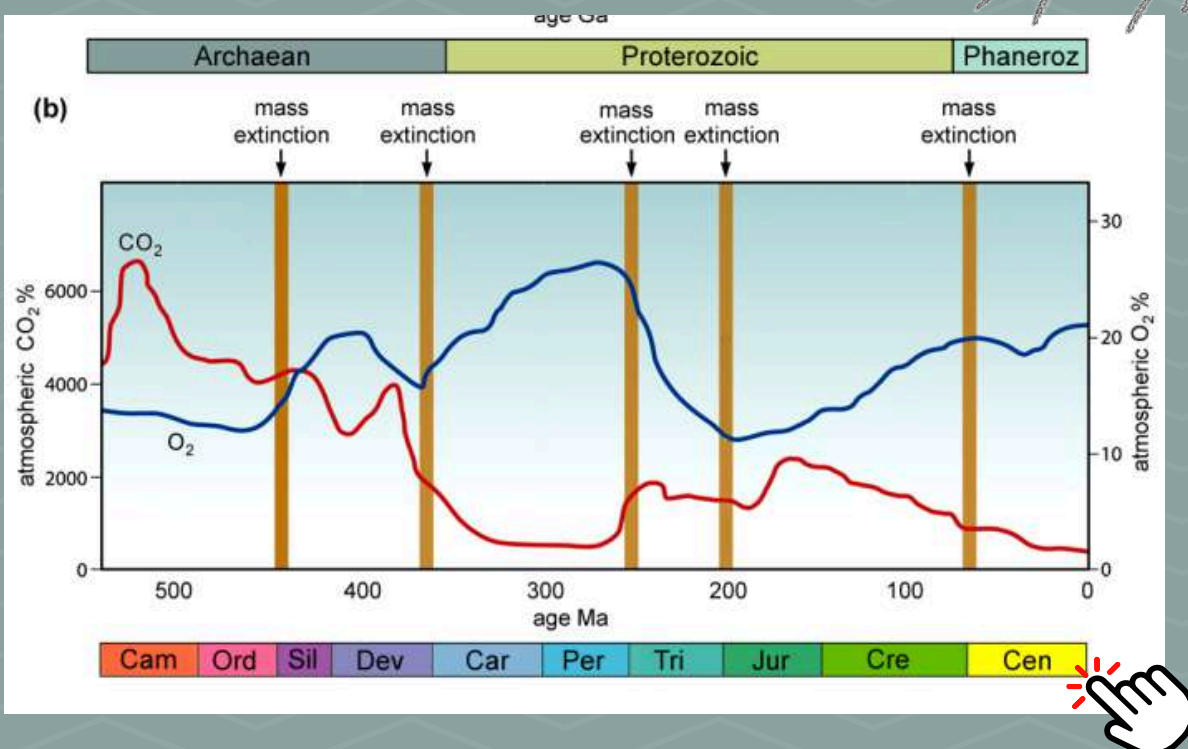


Imagem: Falconumanni CC BY-SA 3.0



Fonte: Earth Step (2016).

Pode-se dizer, então, que plantas podem causar mudanças climáticas!

Uma história sobre a decomposição das árvores

Organismos decompositores, como fungos e bactérias, quebram os componentes da matéria orgânica em moléculas mais simples, o que resulta na liberação de nutrientes para o ambiente. A esse processo, dá-se o nome de **decomposição**.

A decomposição é um processo natural do planeta e também evoluiu ao longo da história da Terra. Um fato interessante em relação à isso, é que, durante o Período Carbonífero, as árvores que morriam simplesmente não se decompunham, pois os fungos e bactérias da época ainda não possuíam a capacidade de quebrar a lignina, um polímero complexo que confere rigidez à madeira.

Como resultado, enormes quantidades de material vegetal morto se acumularam ao longo de milhões de anos, formando as vastas camadas de turfa que eventualmente se transformaram nos depósitos de carvão mineral que extraímos hoje. Esse acúmulo massivo de matéria orgânica não decomposta retirou grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e liberou oxigênio, levando a níveis atmosféricos de oxigênio muito mais elevados do que os atuais, o que permitiu, inclusive, o surgimento de insetos gigantes na época.

Fonte: Adaptado de Salve Ciência - CEFET-MG (2025).

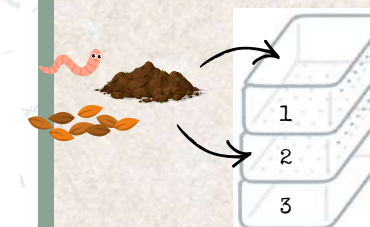
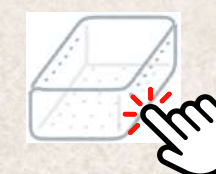
A decomposição no Antropoceno

Antes de termos sistemas eficientes de coleta de lixo, era comum que as pessoas descartassem restos de alimentos, como frutas e verduras, em seus quintais, deixando que a natureza completasse o ciclo. No entanto, essa prática foi se perdendo com a migração para apartamentos e com a modernização dos sistemas de coleta. Diante da emergência climática que testemunhamos, resgatar hábitos como esse pode ser um caminho vital para um futuro mais sustentável.

Tipos de composteiras para fazer na escola



Compostaria laminar. Utilize os restos de frutas e verduras da refeição das crianças e ainda produza substrato para a horta.



Vermicompostagem. Essa técnica envolve o uso de minhocas. É uma excelente ferramenta pedagógica para espaços pequenos. Por ser compacta, seu objetivo não é processar todos os resíduos da escola, mas sim servir como uma demonstração viva e acessível do processo de compostagem.

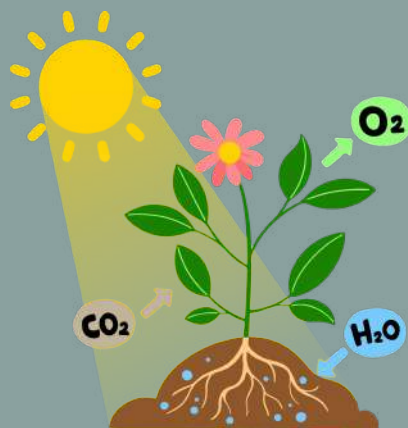
Dica

Clique nas imagens e assista aos vídeos para saber como fazer.

Mão na Massa!

Experimento 3: Fotossíntese

Este experimento demonstra, de forma visual, a produção de gás oxigênio liberado pelas plantas no processo de **fotossíntese**.



Você vai precisar de:

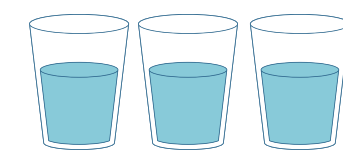
- > Folhas naturais de plantas
- > Bicarbonato de sódio
- > Água
- > 3 recipientes transparentes
- > Fonte de luz (ex. luminária ou natural, do Sol)

ENCAMINHAMENTOS

Experimento 3

Tempo estimado: 1 hora e 30 min.

Passo-a-passo



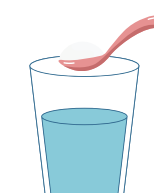
1. Adicione água em cada um dos recipientes.



2. No primeiro recipiente, coloque apenas folhas de planta.



3. No segundo, coloque folhas de planta e 1 colher de chá de bicarbonato de sódio.



4. No terceiro, coloque apenas 1 colher de chá de bicarbonato.



5. Exponha os três recipientes à luz e aguarde a formação de bolhas.

Conclusão

Será observada a formação de bolhas nos dois recipientes que contêm planta, evidenciando a formação de gás oxigênio (O_2) pela fotossíntese.

No segundo recipiente, o bicarbonato de sódio irá fornecer CO_2 e possibilitará o aumento da produção de O_2 pela fotossíntese, levando a formação de mais bolhas do que no primeiro caso.

No terceiro recipiente, não há formação de bolhas.

Sugestão de problematização acerca do experimento

1. Em relação à formação de bolhas no recipiente (que está relacionada à produção de oxigênio), após exposição à luz, descreva o que você observou em cada situação:



Recipiente 1: folhas de plantas e luz.



Recipiente 2: folhas de plantas, bicarbonato de sódio e luz.



Recipiente 3: bicarbonato de sódio e luz.

2. Em qual dos três recipientes foi possível notar maior produção de oxigênio?

3. Em qual dos recipientes não havia produção de oxigênio?

4. Por que no recipiente 3 não havia produção de oxigênio?

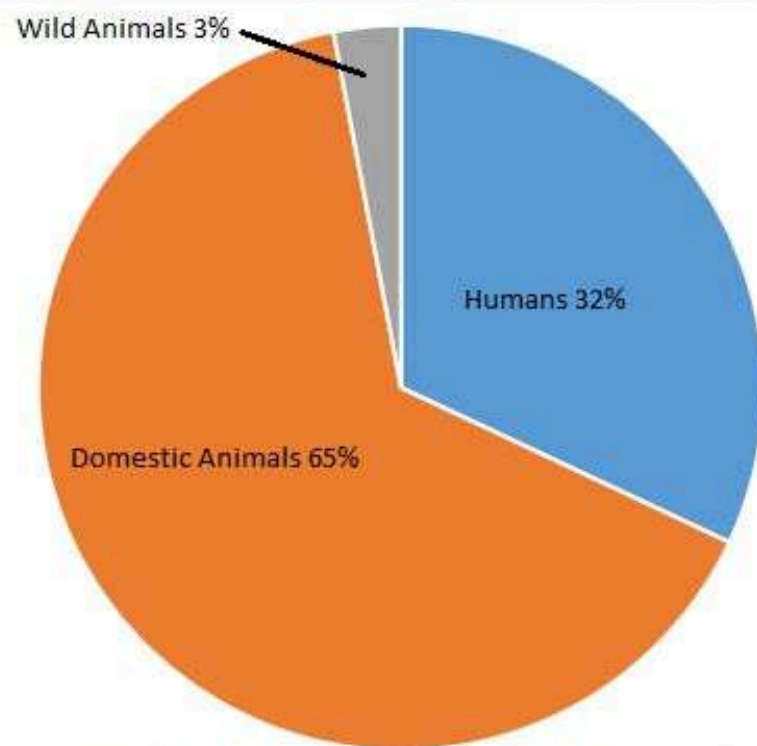
5. Qual a importância das plantas para o ser humano e para a vida na Terra?

O peso ecológico do antropoceno

“Há 10.000 anos os seres humanos e seus animais representavam menos de um décimo de um por cento da biomassa dos vertebrados da terra. Agora, eles são 97 por cento” Ron Patterson (2014).

O termo "animais domésticos" engloba não apenas os animais de estimação, como cães e gatos, mas também aqueles criados para o consumo humano, como bois, porcos e galinhas. Observe no gráfico a seguir:

Área ocupada pelos humanos, pelos animais domésticos e animais selvagens



Fonte: Ron Patterson. Of Fossil Fuels and Human Destiny, May 7, 2014
<http://peakoilbarrel.com/natural-resources-human-destiny/>

Fonte: Ecodebate (2021).

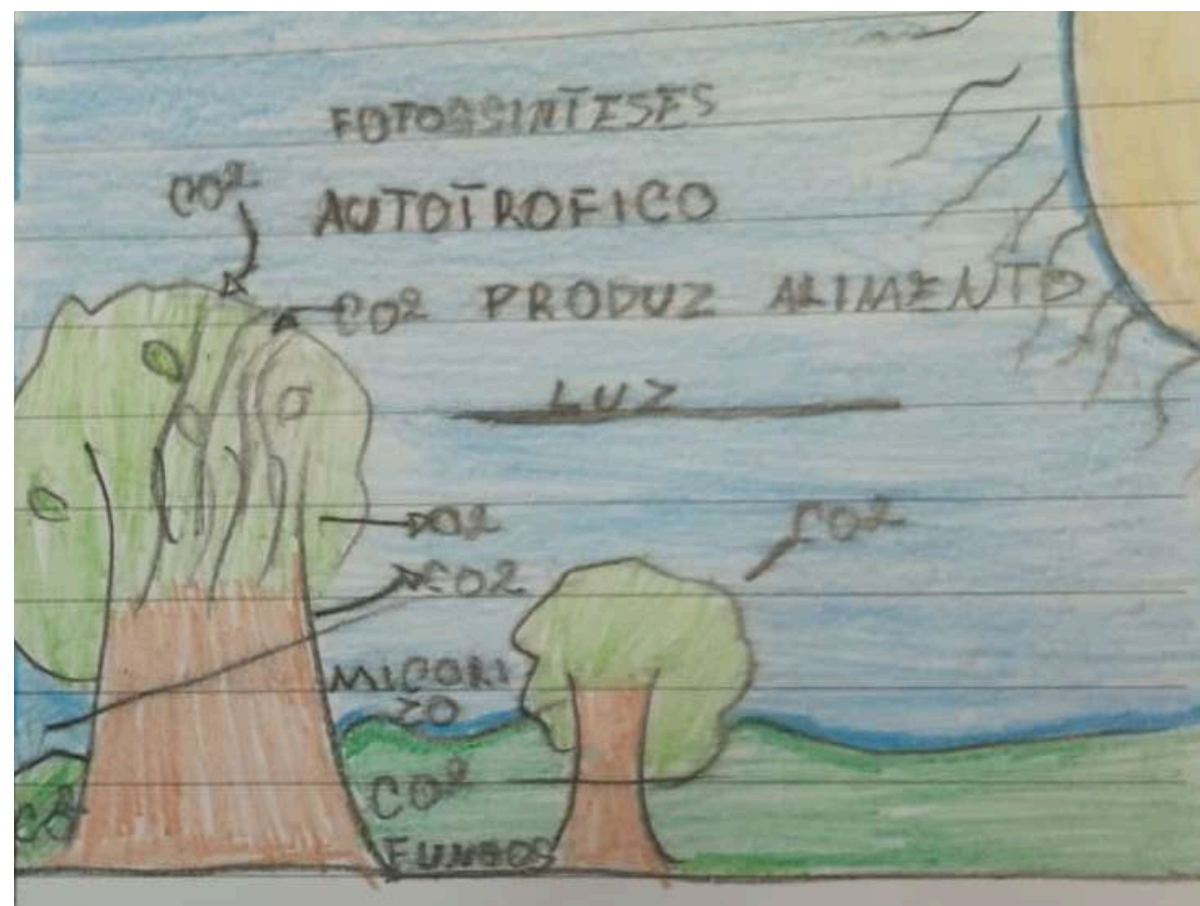
Para pensar, pesquisar e responder

1. Se cada animal emite CO_2 pela respiração, como o aumento em escala industrial da pecuária intensifica esse processo e contribui para as mudanças climáticas?

2. Sabendo que a mata ciliar é formada por plantas que realizam fotossíntese, qual é o impacto direto de sua retirada para a criação de pastos no ciclo do carbono e no equilíbrio ambiental?

3. O que podemos fazer para diminuir esses impactos?

Fonte: Estudantes (2025).



A história da árvore continua com novos personagens...

Pense no plástico: ele também parece indestrutível, mas existe há poucas décadas, é novo demais para que a evolução tenha produzido soluções eficientes. Ainda assim, hoje já existem fungos e bactérias capazes de degradar certos tipos de plástico, como PET e poliuretano. O processo ainda é lento, mas é real.

Assim como aconteceu com a lignina no passado, novos microrganismos podem evoluir para degradar plásticos no futuro, e a biotecnologia pode acelerar esse caminho!

Fonte: Salve ciência - CEFET - MG (2025).



A natureza sempre encontra soluções, mas será que estaremos aqui para ver se não agirmos?

Riscos e desastres biológicos

Algumas doenças graves, como varíola e sarampo, você conhece apenas de ouvir falar, não é? Pois isso é resultado do trabalho de cientistas que se dedicam a pesquisar como proteger a saúde das pessoas de microrganismos causadores de doenças. Eles criam vacinas contra diferentes vírus e bactérias. Nós tomamos essas vacinas e corremos menos risco de adoecer. Ufa!

Mas as pessoas nem sempre pensaram assim. No século 19, as pessoas resistiam à vacinação por falta de informação. Muita gente se revoltou e não queria tomar vacina, porque não sabia se ela ia mesmo fazer bem. Surgiram muitos boatos e ninguém se entendia.



Fonte: Revista Ciência hoje da Criança (2018).

Para refletir

- Por que as pessoas no passado tinham tanto medo da vacina?
- O que são "boatos" e como são chamados hoje, na era tecnológica? Como eles se espalhavam há 100 anos atrás? E como se espalham hoje?
- Se você vivesse naquela época e ouvisse muitos rumores assustadores, você tomaria a vacina? Por quê?
- No século 19, as pessoas tinham medo da vacina por falta de informação. Hoje, temos informação de sobra na internet, mas também temos muita informação falsa. Na sua opinião, o que é mais difícil de combater: a falta de informação ou a informação errada? Como isso pode explicar porque algumas pessoas ainda resistem às vacinas?

Para refletir

A cloroquina foi um medicamento amplamente divulgado como tratamento precoce para COVID-19, baseado inicialmente em estudos preliminares não robustos. Posteriormente, os maiores estudos clínicos controlados (como os da OMS e de institutos de saúde renomados) não comprovaram sua eficácia para esse fim, e alertaram para seus riscos cardíacos. O caso é um exemplo perfeito de como uma informação científica em avaliação foi transformada, no debate público e nas redes, em uma "verdade absoluta" ou "cura proibida", gerando polarização, automedicação e descrédito na ciência.

Fonte: Carta Capital (2020).

Sugestão de atividade

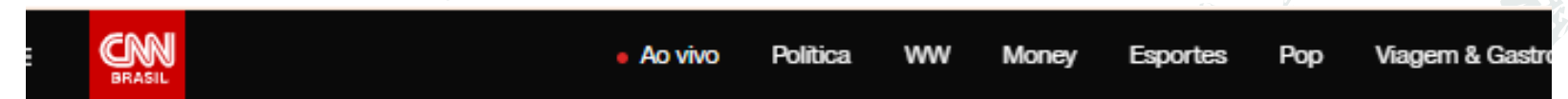
Uma "Cura" Viral na Internet

Analise os dois tipos de notícia divulgadas durante a pandemia da COVID-19:

1. Manchete Viral

2. A Resposta Científica

Fonte: Carta Capital (2020)



Em resposta à CPI, Saúde desaconselha cloroquina e "kit Covid"

Fonte: CNN (2021).

Problematização

Como foi possível que duas 'verdades' tão diferentes circularam ao mesmo tempo? Em quem as pessoas deveriam acreditar e por quê?

Para saber mais

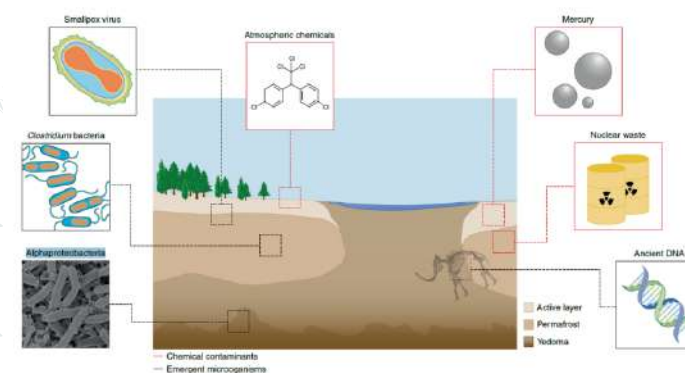
Acesse o site EcoDebate para entender como as mudanças climáticas podem desencadear riscos de desastres biológicos.

NOTÍCIA

Degelo do permafrost pode liberar bactérias e vírus

EcoDebate 26/10/2021 aquecimento global, degelo, Henrique Cortez, mudanças climáticas

Fonte: EcoDebate (2021).



Fonte: EcoDebate (2021).

6

Sexta etapa



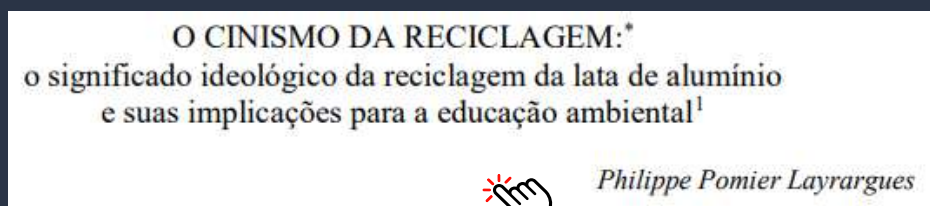
Tecnosfera: o mundo que criamos

A tecnosfera pode ser considerada uma nova camada do planeta, formada por tudo o que a humanidade construiu: cidades, estradas, máquinas, dispositivos digitais, redes de energia e até os resíduos que descartamos. Estimada em cerca de 30 trilhões de toneladas, ela cresce em ritmo acelerado e já exerce uma força transformadora comparável à das grandes forças naturais.

Diferente das outras esferas, que recicla seus materiais em ciclos, a tecnosfera gera uma quantidade massiva de resíduos como plásticos e gases do efeito estufa, que se acumulam no ambiente. Seus objetos duradouros – os chamados “tecnofósseis” – serão os marcadores geológicos do Antropoceno, a era em que a atividade humana se tornou a principal força de mudança global (Layrargues, 2002).

Embora tenha permitido a expansão da população humana e ofereça abrigo, alimento e conforto, a tecnosfera atua como um sistema muitas vezes parasitário, perturbando climas, extinguindo espécies e alterando a química dos oceanos. Nosso futuro depende da capacidade de redirecionar seu crescimento de forma sustentável, um modelo que opere em harmonia com os limites do planeta, uma relação regenerativa com as esferas naturais do planeta.

Fonte: Adaptado de eCycle.



Clique para ler a
matéria na íntegra.

Sugestão de leitura
indispensável para
compreender melhor o assunto.

Para pensar

Discutir a tecnosfera conduz à problematização das implicações tecnocientíficas do desenvolvimento social, permitindo refletir sobre como certas práticas e inovações, quando orientadas apenas pelo progresso econômico, podem desencadear desequilíbrios socioambientais de larga escala (Pedretti, 1997).



Fonte: Nunes (2012).

Para responder

1. Como o 'consumo desenfreado' descrito no vídeo se relaciona com o conceito de Tecnosfera e a produção acelerada de tecnofósseis e resíduos?

2. Quais soluções ou alternativas ao modelo atual de consumo são sugeridas ou podem ser inferidas a partir da crítica do vídeo?

3. Se os resíduos da Tecnosfera (plástico, poluição química, microplásticos) estão em todos os ecossistemas, como os seres não-humanos, que não os produziram, se tornam os principais consumidores involuntários e afetados por esse lixo?

Dica



Fonte: Slideshare (s. d.).

O livro “O Homem que Amava Caixas” constitui um recurso pedagógico valioso para apresentar às crianças a possibilidade e os benefícios de um estilo de vida mais simples, consciente e em harmonia com o meio ambiente. Clique na imagem para acessar.

É reciclável, mas será reciclado?

Você sabia que nem tudo que é reciclável, realmente é ou será reciclado?

No Brasil, muitos materiais têm potencial técnico para reciclagem, mas não são de fato reciclados devido à falta de infraestrutura local, baixa demanda de mercado ou contaminação, resultando em uma taxa de reciclagem muito baixa (apenas cerca de 4% dos resíduos sólidos urbanos). O símbolo ♻️ indica potencial, não garantia, e materiais como plásticos mais complexos (PVC, isopor) ou embalagens longa vida (Tetra Pak) enfrentam desafios, mesmo sendo teoricamente recicláveis, mostrando que a reciclabilidade depende de tecnologia, economia e logística.

Um exemplo clássico desse problema é acerca da reciclagem do plástico, onde os símbolos indicam o tipo de plástico e não se ele é reciclável ou não. Hoje, os plásticos possíveis de serem reciclados são os de tipo 1 – PET e 2 – PEAD, infelizmente, o restante não é reciclável ou não existe tecnologia capaz de reverter esse material em outros objetos. Confira na imagem:

1 PET	2 PEAD	3 PVC	4 PEBD	5 PP	6 PS	7 OUTROS
Polietileno Tereftalato	Polietileno de Alta Densidade	Policloreto de Vinila	Polietileno de Baixa Densidade	Polipropileno	Poliestireno	Outros
GARRAFAS DE ÁGUA; FRASCOS	FRASCOS DE SHAMPOO; FRASCOS EM GERAL	MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL	SACOLAS E EMBALAGENS FLEXÍVEIS	EMBALAGENS E UTILIDADES DOMÉSTICAS	EMBALAGENS EM GERAL; PEÇAS TÉCNICAS	PEÇAS TÉCNICAS; PLÁSTICOS INDUSTRIAIS
						

Para saber mais

Clique na imagem e descubra uma importante informação sobre a problemática da reciclagem de plásticos:



Dica

Opte pela produção de um cartaz para a sugestão de atividade a seguir.

Mão na massa

Sugestão de atividade. Solicite aos estudantes que tragam tipos de embalagens diversos. Auxilie-os para que encontrem nas embalagens o símbolo correspondente ao tipo de plástico e registre exemplos para cada tipo:

TIPOS:	1 PET	02 PE-HD	03 PVC	04 PE-LD	05 PP	06 PS	07 O
	Polietileno Tereftalato	Polietileno de Alta Densidade	Policloreto de Vinila	Polietileno de Baixa Densidade	Polipropileno	Poliestireno	Bisfenol A e outros
EXEMPLOS:							

Conclusão

Estes símbolos significam que todos estes tipos de plástico podem ser reciclados: () Sim () Não

Fonte: Adaptado de
Ciência Interativa UFPR.

Pra onde foi o plástico que estava aqui?



Fonte: Adaptado de
Ciência UFPR (2023).

Para ler, interpretar e discutir

Cientistas da UFPR e de outras instituições descobriram que o plástico está formando novos tipos de rochas na Ilha da Trindade, uma reserva marinha remota no Atlântico. As rochas plásticas foram encontradas na região do Parcel das Tartarugas, próximo a uma importante área de nidificação da tartaruga-verde e de recifes de coral.

A descoberta foi feita durante um mapeamento geológico e inclui quatro tipos principais de "tecnofósseis": plastiglomerados (similares a rochas sedimentares), plastistones (similares a rochas ígneas) e pirolásticos. Essas formações têm, no máximo, duas décadas de existência, evidenciando um processo geológico recente e acelerado.

A pesquisa demonstra que os seres humanos estão atuando como um agente geológico ativo, alterando processos naturais que antes levavam milhares de anos. A formação dessas rochas híbridas ocorre em três etapas: disponibilidade do lixo plástico no ambiente, sua deposição em praias e a fusão por calor (por exemplo, de fogueiras). Esse fenômeno é uma evidência concreta da era do Antropoceno, na qual a atividade humana se tornou a principal força de mudança no planeta.

A descoberta em uma ilha protegida e distante mostra o alcance global da poluição por plásticos. Os materiais plásticos agora fazem parte dos processos sedimentares e serão preservados no registro geológico, marcando nossa era. A Geologia clássica, que considera apenas fatores naturais, precisa atualizar seus conceitos para incluir a ação humana como um fator fundamental. Os pesquisadores alertam que é preciso questionar o que é verdadeiramente natural nos processos atuais da Terra.

Ainda não se sabe ao certo quais serão os impactos ambientais de longo prazo dessas rochas plásticas nos ecossistemas. O estudo destaca a urgência de soluções para reduzir a poluição plástica e buscar um futuro em maior harmonia com os sistemas naturais. A presença de plástico no ciclo das rochas evidencia que o impacto humano é profundo, rápido e duradouro. Esta pesquisa serve como um sinal de alerta sobre a escala da nossa interferência no planeta e a necessidade de uma mudança de paradigma.

Para observar

As imagens são excelentes recursos multimodais e auxiliam na construção de conceitos complexos tornando-os mais acessíveis.

Apresente mais imagens disponíveis no site para enriquecer esse momento



Fonte: Ciência
UFPR (2023).

Para discutir

Após a leitura do texto sobre rochas plásticas, promova uma discussão coletiva problematizando a descoberta de rochas plásticas em uma região tão remota.

Sugestão de questionamento

- Como é possível o ser humano atuar como um agente geológico, que muda a própria geologia da Terra?
- Se essas rochas são o "registro fóssil" do nosso tempo, o que elas dirão sobre nós no futuro?
- O que a descoberta em uma ilha remota e protegida diz sobre o alcance da poluição plástica?
- O que o texto evidencia em relação aos impactos futuros dessa problemática?
- Se os riscos são incertos, por que devemos nos preocupar?

Dica

Esses questionamentos podem ser complexos para os estudantes pequenos. Percebendo que os alunos não estão entendendo, o ideal é reformular as perguntas com palavras mais simples e ilustrar com exemplos mais tangíveis.

Missão Ciclo do Plástico – Do Poço de Petróleo ao Tecnofóssil

Pesquisa Guiada e Elaboração do Fluxograma

Os produtos criados por humanos também tem ciclos. Vamos entender melhor como isso funciona por meio de uma pesquisa.

- Peça para cada aluno escolher um objeto plástico do dia a dia.
- Divida os estudantes em grupos.
- Forneça aos grupos uma "Ficha de Investigação" com etapas e perguntas norteadoras. Eles devem desenhar um fluxograma (em cartolina ou digital) que ilustre essa jornada.
- Em grupos, eles devem pesquisar e desenhar o ciclo completo desse objeto: extração do petróleo (matéria-prima), produção, uso, e os possíveis destinos finais (aterro, meio ambiente ou reciclagem).

Etapa do Ciclo	Perguntas Norteadoras	Elementos para o Fluxograma
Extração e produção	Qual a matéria-prima principal? Onde e como ela é extraída? Que processos químicos transformam em plástico?	Imagem de uma plataforma de petróleo, fórmula do polímero, fábrica.
Distribuição e consumo	Como o produto chega até o consumidor? Qual é o seu tempo médio de uso? Qual a função/serviço que ele proporciona?	Caminhões, supermercado, pessoa usando o objeto por poucos minutos.
Descarte e destino	O que acontece depois do uso? Quais os caminhos mais comuns: aterro, lixo no meio ambiente, reciclagem?	Lixeiras, lixão, animal marinho em risco, usina de reciclagem.
Antropoceno	Como os resíduos desse objeto podem contribuir para a formação de Tecnofósseis?	Imagem ligada ao destino: aterro, meio ambiente ou reciclagem.

Exemplo de fluxograma do ciclo do plástico



Fonte: Linkedin (2019).

Você já parou pra pensar...

Por que dizemos que o plástico "se decompõe", se o verdadeiro processo natural jamais fará com que ele desapareça de fato?

A dúvida já me acompanhava há algum tempo: como continuar afirmando que o plástico se decompõe, quando o processo natural é outro? Foi essa inquietação que me levou a buscar a ajuda de especialistas.

Então, o questionamento foi levado ao Programa Ciência Interativa - UFPR um Projeto de Extensão Educação Ambiental na Prática - UFPR vinculado ao Programa Interantar - UFABC, que incluiu na formação "Antropoceno e Mudanças Climáticas: Fenômenos ambientais e impactos antropogênicos". Nesse sentido, o questionamento "O plástico se decompõe ou apenas se fragmenta?" foi acrescentado ao encontro em que discutimos a plastisfera e, pasmem! É isso mesmo, o plástico não se decompõe e nunca deixará de existir após se tornar micro ou nanoplástico.

Nesse sentido, a compreensão de que as alterações causadas pelo ser humano trazem consequências que vão além da própria aparência e do que é divulgado pela mídia, envolvem impactos com questões socioambientais mais complexas, como as mudanças climáticas, os desastres ambientais ou as desigualdades socioeconômicas de forma sistêmica e integrada, como propõe a abordagem CTSA com ênfase nas QSC (Kolstø; 2001; Oulton; Dillon; Grace, 2004; Mundim; Santos, 2012).

Para saber mais

Entenda como funciona cada um dos processos e suas diferenças

Característica	Fragmentação do Plástico	Decomposição Orgânica
O que é	Processo essencialmente físico (quebra).	Processo químico e biológico.
Como ocorre	Ação do sol (fotodegradação), calor, ondas e atrito.	Ação de microrganismos (bactérias, fungos) e enzimas.
Resultado final	Microplásticos e nanoplásticos (o material permanece).	Nutrientes como CO ₂ , água e biomassa (o material é transformado).
Tempo	Séculos a milênios (ex.: garrafa PET: 450+ anos).	Dias a alguns anos (ex.: casca de fruta: semanas).
Integração	Não se integra aos ciclos naturais; é um poluente persistente.	Reintegra-se completamente ao ciclo natural do carbono.

Conclusão

O plástico não se decompõe completamente no sentido biológico (biodegradável) da mesma forma que materiais orgânicos; em vez disso, ele se fragmenta em pedaços cada vez menores, transformando-se em microplásticos e nanoplástico.

Assim, por conta da sua durabilidade, essas partículas de dimensões bem pequenas foram encontradas em diversos lugares e tipos de ambientes.



As 5 Grandes Ilhas de Lixo Oceânico

Existem cinco grandes aglomerados de resíduos plásticos flutuantes nos oceanos do planeta, conhecidos como "ilhas de lixo". Elas são formadas porque as correntes marítimas rotativas criam redemoinhos que aprisionam e agrupam os detritos.

Locais e Descobertas

A primeira e mais conhecida foi descoberta em 1997 no Oceano Pacífico Norte pelo oceanógrafo Charles Moore. As outras foram encontradas posteriormente nos oceanos Atlântico Norte (2009), Índico (2010), Pacífico Sul (2011) e Atlântico Sul (2017).

Impactos Ambientais Severos

- **Vida Marinha:** Causam a morte de mais de um milhão de animais marinhos por ano, como aves, tartarugas e mamíferos, que confundem o plástico com alimento ou ficam presos nele.
- **Comunidades:** Comprometem a subsistência de pequenas comunidades pesqueiras.
- **Aquecimento Global:** Um estudo da Universidade do Havaí (2018) descobriu que plásticos como o polietileno emitem gases de efeito estufa, prejudicando a qualidade do ar e contribuindo para o aquecimento global.

Dimensão do Problema

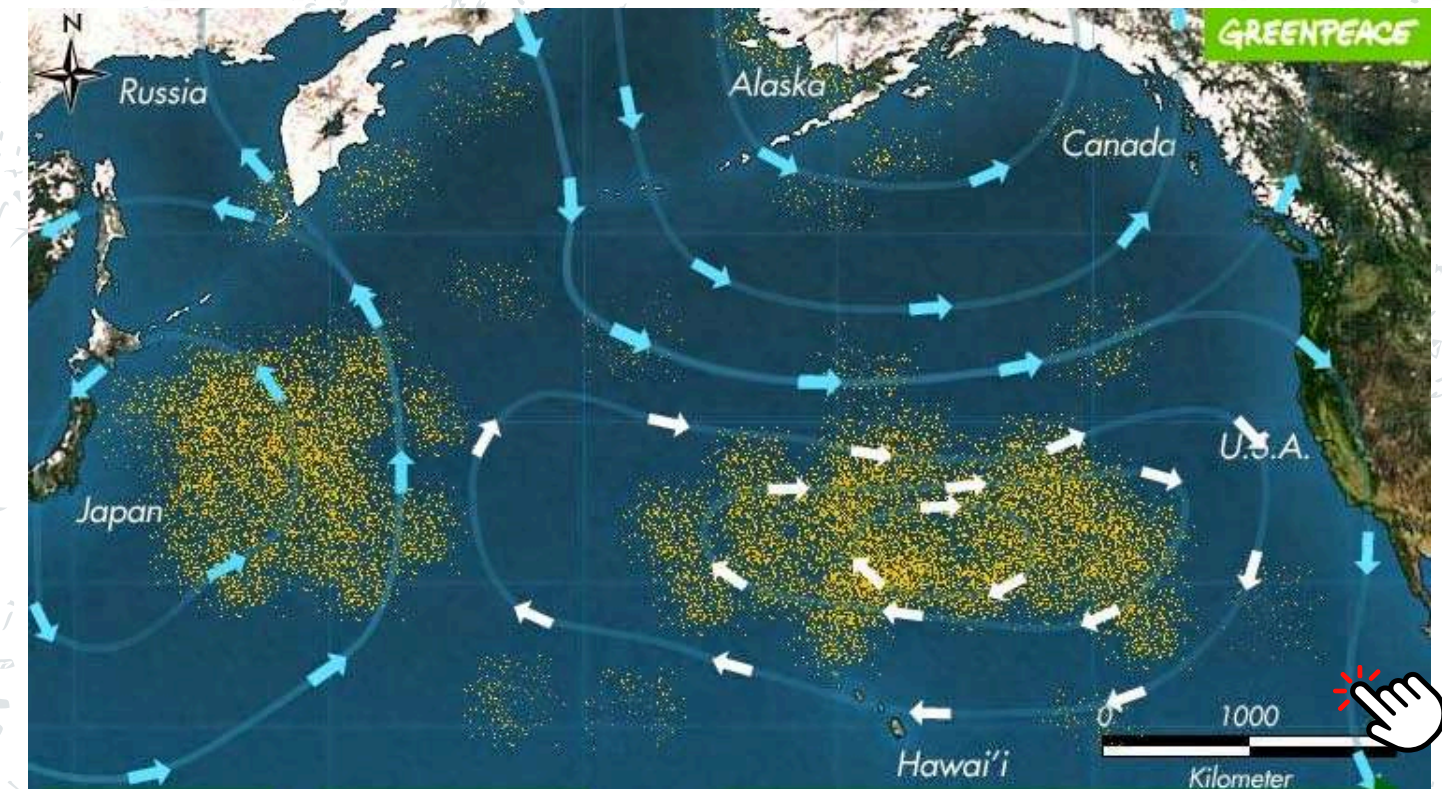
- Estima-se que apenas 15% do plástico nos oceanos esteja flutuando e visível. Os outros 85% estão em profundidades de até 11.000 metros ou presos em geleiras, como no Ártico.
- O Fórum Econômico Mundial alerta que, se o ritmo atual continuar, em 2050 poderá haver mais plástico do que peixes (em peso) nos oceanos.



Fonte: Adaptado de Projeto Escola Verde (2021). Clique na imagem para acessar o material completo.

O 7º Continente

Na imagem é possível observar a imensa proporção desse problema.



Fonte: Biboca Ambiental (2017). Clique na imagem para acessar o material completo.

Ilha de plástico no Pacífico já tem quase três vezes o tamanho da França



Fonte: Deep Clean (2018). Clique na imagem para acessar o material completo.

A Tecnosfera e seus riscos

Observe as notícias. O que elas tem em comum?



Fonte: CNN Brasil (2024) e BBC News (2018). Clique nas imagens para acessar a matéria completo.

Uma pausa para entender

Tradicionalmente, associamos a palavra "desastre" a fenômenos como fortes chuvas e ventos, que causam deslizamentos, enchentes e inundações, ou ainda a secas intensas, ondas de calor e erosão do solo. No entanto, é preciso compreender que esse conceito tem sido ressignificado. Sabe-se hoje que os eventos climáticos extremos são intensificados pela ação humana (Nobre, 2024).

É crucial destacar, porém, que um fenômeno natural só se caracteriza como desastre quando envolve pessoas (Matsuo, 2023). Um furacão que se forma e se dissipa no oceano sem atingir comunidades é apenas um evento natural, parte do ciclo do planeta. O desastre ocorre quando esse evento impacta a sociedade, causando danos e perdas humanas.

É preciso desnaturalizar os desastres

Os riscos e desastres socioambientais resultam da combinação entre vulnerabilidade social, políticas públicas ineficientes e um modelo econômico predatório.

A natureza se declara inocente!

Rotular os desastres como "obra da natureza" é uma narrativa conveniente que desvia o foco dos reais culpados e desresponsabiliza a sociedade como um todo. Cria-se a ideia de que, diante de uma força maior, qualquer ação humana é irrelevante (Freire, 2010). Essa falsa premissa serve de licença tanto para grandes empreendimentos devastarem ecossistemas quanto para o cidadão comum adotar práticas predatórias, pois o 'castigo' já estaria escrito nas forças cegas do planeta.

Os casos de Mariana, Brumadinho, das enchentes no Rio Grande do Sul e do tornado em Rio Bonito do Iguaçu evidenciam que, por trás de cada "evento extremo", há uma cadeia de decisões, omissões e violações que prepararam o cenário para a catástrofe (Leff, 2018).

"Não faltou quem convocasse a travar uma batalha contra a natureza."
(Leff, 2018)



Mulher arranca e vandaliza 40 árvores plantadas por voluntários em Curitiba; VÍDEO

Das plantas destruídas, 11 eram araucárias – espécie protegida por lei no Brasil. Conforme legislação, destruir uma delas pode ser classificado como crime ambiental, sujeito a multas.

Fonte: RPC (2026).

Retornando à análise das notícias: “O que elas tem em comum?”

A relação é a tipificação. A tecnosfera não nos deixa apenas marcas na geologia do planeta, são também responsáveis por desastres de origem tecnológica.

Na seção seguinte vamos entender as diversas tipificações de desastres presentes na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade).

A Tecnosfera e seus riscos

A Cobrade tipifica mais de 60 tipos de desastres em território nacional. Conheça os que são tipificados como de origem tecnológica.

Relacionados a substâncias radioativas

- Desastres siderais com riscos radioativos
- Desastres com substâncias e equipamentos radioativos de uso em pesquisas, indústrias e usinas nucleares
- Desastres relacionados com riscos de intensa poluição ambiental provocada por resíduos radioativos

Relacionados a produtos perigosos

- Desastres em plantas e distritos industriais, parques e armazenamentos com extravasamento de produtos perigosos
- Desastres relacionados à contaminação da água

Relacionados a conflitos bélicos

- Liberação de produtos químicos e contaminação como consequência de ações militares

Relacionados a transporte de produtos perigosos

- Transporte rodoviário
- Transporte ferroviário
- Transporte aéreo
- Transporte dutoviário
- Transporte marítimo
- Transporte aquaviário

Relacionados a incêndios urbanos

- Incêndios em plantas e distritos industriais, parques e depósitos
- Incêndios em aglomerados residenciais

Relacionados a obras civis

- Colapso de edificações
- Rompimento/colapso de barragens

Relacionados a transporte de passageiros e cargas não perigosas

- Transporte rodoviário
- Transporte ferroviário
- Transporte aéreo
- Transporte marítimo
- Transporte aquaviário

Sugestão de mídia

Acesse o vídeo **"A odisséia de uma garrafa"** para entender como até mesmo pequenas atitudes podem se tornar um problema sério.



Fonte: Defesa Civil Brasil (2022). Acesse o site para ter acesso a todos os tipos de desastres tipificados pela Cobrade.

Para problematizar e pesquisar

Como a jornada dessa garrafa pode terminar na formação de uma nova "rocha" plástica, como as descobertas na Ilha da Trindade? Ela poderia virar parte de uma ilha de lixo?

Essas perguntas convidam a questionar não apenas os desafios que enfrentamos, mas também a natureza de nossa relação com o mundo ao nosso redor, a fragilidade de nosso planeta e a responsabilidade que temos em manter condições saudáveis para a vida na Terra. Desenvolver atitudes e valores são preceitos das QSC (Cross; Price, 1996; Ratcliffe; Grace, 2003; Santos, 2002).

Hodson (2018, p. 28) defende que "aqueles que conhecem mais sobre a ciência subjacente a uma determinada QSC estarão melhor posicionados para entender os problemas, avaliar diferentes posições, chegar às suas próprias conclusões, tomar uma decisão informada sobre onde se encontram em relação à questão e argumentar a favor de seus pontos de vista."

Sugestão de proposta

Estrutura sugerida

Atividade	Recurso	Objetivo Específico
Roda de conversa: "O que é um desastre?" Anotar palavras-chave no quadro.	Quadro, canetas.	Diagnosticar conhecimentos prévios e percepções.
Produção de história: "A cidade que aprendeu a se cuidar".	Livro ou narrativa criada.	Apresentar o tema de forma metafórica e segura.
Atividade mão na massa: Construção de uma maquete do bairro mostrando áreas de risco e áreas protegidas.	Materiais reciclados, argila, areia, vegetação.	Visualizar concretamente fatores de risco e proteção.
Síntese e combinados: "O que aprendemos hoje? Como podemos ser cuidadores?"	Cartaz para registro coletivo.	Fechar com uma mensagem de agência e cuidado.
Avaliação formativa: "Desenhe ou escreva uma dica de segurança para nossa escola."	Papel, lápis de cor.	Verificar a compreensão e internalização da mensagem principal.

Literatura infantil para abordagem do tema

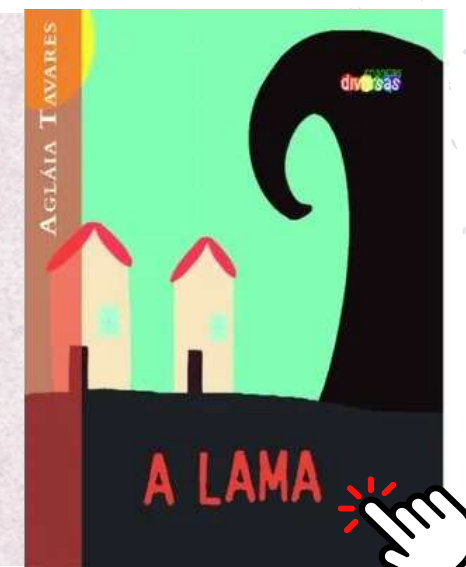


Um Dia Um Rio, de Leo Cunha. Com lirismo e contundência, o livro aborda o desastre ambiental que destruiu a Bacia do Rio Doce, em 2015. "Nossa intenção era fazer uma obra que não fosse didática ou panfletária, mas abordasse a questão do ponto de vista da literatura, da poesia, do livro ilustrado", diz a editora Márcia Leite.

Fonte: Editora Pulo do gato (s. d.).

O livro **A Lama**, de Agláia Tavares (2021), trata da tragédia do rompimento da barragem de Brumadinho (MG) em 2019, narrando o desastre em forma de poesia para o público infantojuvenil, com ilustrações do filho da autora, abordando a perda, o luto e a resiliência de forma sensível e acessível para crianças.

Fonte: Brasil de Fato (2021).



Clara, Frederico e a Guerra, também de Aglália Tavares (2020), aborda como tema principal os danos e consequências das guerras, promovendo uma reflexão sobre a importância de se criar uma cultura de paz.

Fonte: Amazon (2020).



Sugestão de problematização para literatura sobre desastres tecnológicos

1. Um Dia, Um Rio

Linhas de problematização:

- **Perspectiva do rio:** A história é contada pelo ponto de vista do rio. Como é ser um rio e não ter voz?
- **Cadeia da vida:** O rio não está sozinho. Quem mais depende dele? (Peixes, pássaros, plantas, comunidades ribeirinhas, cidades). O que acontece com essa rede inteira quando o rio passa por situações dessa magnitude?
- **Esperança:** O livro mostra uma problemática profunda. É possível curar um rio? O que seria a "cicatrização" para um rio e para as pessoas que o amam? A memória pode ser um instrumento de cura?

Atividade disparadora: "A Carta do Rio"

Em grupos, os estudantes assumem o papel do Rio Doce e escrevem uma carta para a humanidade. O que o rio diria? Que lembranças ele contaria? Que pedidos ele faria para o futuro?

Para saber

Bruno Latour (1994), desafia a visão moderna de separação entre humanos e natureza, argumentando que o mundo é uma rede complexa de atores (humanos e não-humanos) que possuem agência e estão interligados, o que abre caminho para a discussão de direitos dos não-humanos, não como "coisas", mas como entidades políticas com os quais devemos compor um novo "Coletivo", exigindo uma reavaliação da política para incluir o mundo não-humano e reconhecer seus "interesses" e "modos de existir".

2. A Lama

Linhas de problematização:

- **Empatia:** Como a poesia descreve o que foi soterrado pela lama? Não apenas casas e pontes, mas memórias, sons, histórias e vidas. O que significa perder a "cor" e o "cheiro" de um lugar?
- **A natureza como vítima:** O rio é apresentado como um personagem. Como podemos ouvir e defender a voz da natureza? Que direitos tem um rio?
- **Justiça e responsabilidade:** O que é preciso fazer para que a "lama da memória" não se repita?

Atividade disparadora: "O Mapa das Ausências"

Após a leitura, propor a criação de um mural coletivo. De um lado, colagens ou desenhos do que a poesia mostra que existia (o rio vivo, as casas, a vida). Do outro, representações do que a poesia mostra que foi perdido ou silenciado. No centro, as crianças podem escrever ou desenhar: O que precisa ser lembrado para sempre?

3. Clara, Frederico e a Guerra

Linhas de problematização:

- **Guerra longe e perto:** A guerra no livro acontece "lá longe", mas afeta Clara e Frederico "aqui". De que formas um conflito em outro lugar pode invadir a nossa vida, nossa casa, nossos sonhos?
- **Ações que constroem paz:** Se a guerra é apresentada como uma força que destrói, quais são as forças que constroem? Que pequenas ações de Clara, Frederico ou de nós mesmos são atos de paz?

Atividade disparadora: "A Maleta do Refúgio"

Se você pudesse carregar apenas uma pequena maleta para um lugar seguro, o que colocaria nela? Itens para sobreviver (comida, água) ou itens para continuar sendo você (um brinquedo, uma foto, um livro)? A atividade discute o que é essencial para a vida e a dignidade humana em meio ao caos.

7

Sétima etapa

Existem soluções

Soluções baseadas na natureza (SbN)

Soluções Baseadas na Natureza (SbN) é um termo guarda-chuva criado pela União Europeia que contempla soluções de engenharia que mimetizam os processos naturais. Também engloba os conceitos das Infraestruturas Verde (IEV), Técnicas Compensatórias (TC), Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development - LID), Melhores Práticas de Manejo (Best Practice Management - BMP) e outros. Dessa forma, trata-se de uma definição ampla de bioengenharia que contempla ampla variedade de abordagens relacionadas aos ecossistemas e busca dar subsídios para questões e desafios socioambientais. As SbN podem ser utilizadas sozinhas ou de maneira integrada com outras soluções de engenharia clássica, visando a um ambiente urbano mais sustentável, resiliente e saudável. Nesse contexto, têm o potencial de limitar os impactos das mudanças climáticas, aumentar a biodiversidade e melhorar a qualidade ambiental. Ao mesmo tempo contribuem para atividades econômicas e para o bem-estar.

Algumas soluções baseadas na natureza

Parques e áreas verdes urbanas



Parques grandes e áreas (semi) naturais urbanas, incluindo florestas urbanas, corredores verdes e jardins botânicos.

Áreas azuis

Rios, lagos, costas marítimas e áreas alagáveis.



Loteamento e jardins comunitários

Terrenos e lotes usados como jardins comunitários para horticultura e agrofloresta.



Áreas verdes externa em edificações

Envoltório de edificações com plantas como tetos, paredes e varandas vegetadas.



Áreas verdes para gerenciamento de águas urbanas

Jardins de chuva, biovaletas e sistemas de drenagem urbanas sustentáveis em geral (SuDS).



Áreas verdes internas em edificações

Jardins verticais internos, em vasos ou em átrios.



Nota

Apesar do seu potencial, as Soluções Baseadas na Natureza ainda não estão inseridas em programas de políticas públicas, sendo ainda usada de forma fragmentada e desiguais nas cidades.

Para responder

1. Você já havia ouvido falar no termo "Soluções Baseadas na Natureza"? Comente com a turma.

2. Na sua opinião, quais das ações abaixo você acredita que podem ser consideradas "Soluções Baseadas na Natureza"?

() Plantio de árvores para reduzir o calor na cidade.

() Construção de um dique de concreto para conter enchentes.

() Restauração de um manguezal para proteger a costa e aumentar estoques de peixe.

() Instalação de um sistema complexo de dutos e bombas para drenar água da chuva.

() Criação de telhados verdes e jardins de chuva para absorver a água pluvial.

() Uso de pesticidas para controlar uma praga na agricultura.

() Agricultura sustentável que mantém a saúde do solo e da biodiversidade.

Exemplos reais

Cidades-esponja

São cidades que integram soluções baseadas na natureza para gerenciar a água, imitando a capacidade natural do solo de absorver a chuva, ao invés de apenas escoá-la para bueiros e rios, que causa inundações. A China é pioneira desse conceito



Fonte: Árvore, ser tecnológico (2025). Clique na imagem para saber mais.

Alguns exemplos de cidade-esponja

Kongjian Yu: "É possível transformar um município em uma cidade-esponja em cinco anos"

Arquiteto chinês criador do modelo diz que, com bom projeto e mobilização da sociedade, mesmo um município densamente povoado pode se tornar resiliente à água



Fonte: Revista Fapesp (2024).
Parque Barigui, Curitiba - PR.



Fonte: DW (2024).

Para refletir

Será que essas soluções estão sendo pensadas para regiões mais vulneráveis da nossa cidade ou ainda é uma realidade em bairros abastados?

Exemplos reais de SbN

Horta urbana: Horta do Jacu, Curitiba - PR.



Fonte: Newton Goto (2020). Clique na imagem para saber mais.

Projeto Cultivando Saberes. Iniciativa do Profº Gabriel Portugal Sorrentino, Colégio Estadual Leoncio Correa, Curitiba - PR.



Fonte: Projeto Cultivando Saberes (2020). Clique na imagem para saber mais.

Dica

Discuta e proponha com os estudantes SbN possíveis para a escola e comunidade local.

Para pensar

A relação com a Natureza

Existem muitas formas de se relacionar com a natureza. A relação "predatória" com a natureza – que vê o meio ambiente apenas como recurso a ser extraído e lixo a ser descartado – é apenas um modelo entre muitos possíveis, e historicamente recente.

Ao discutir a relação dos povos originários com a natureza em um diálogo com crianças, introduz-se um contraste importante entre modos de vida sustentáveis e práticas consumistas que geram degradação ambiental (Leff, 2006).

Esses saberes envolvem uma gama de conhecimento local: Sistemas agroflorestais tradicionais, rotação de culturas, manejo sustentável de florestas. A natureza é um jardim a ser cultivado para as futuras gerações, não uma mina a ser esgotada.

Saber que existem outras formas de se relacionar com a natureza amplia nossa compreensão sobre como devemos nos portar perante ela e uns aos outros. Princípios de solidariedade defendida são defendidos pela Educação CTSA.

A carta do grande Chefe Seattle

A carta do Cacique Seattle foi uma resposta à proposta do governo dos Estados Unidos de comprar as terras das tribos Suquamish e Duwamish, das quais ele era líder, em meados do século XIX.

Hoje ela é reconhecida como um dos primeiros registros do pensamento ambientalista.

Acesse o link clicando na imagem para conhecer, ler e discutir com os estudantes essa mensagem tão importante até hoje.



“O homem não tece a teia da vida, ele é apenas um fio dela. Tudo que ele faz à teia, fará a si mesmo.”

Fonte: Biblioteca Funai (2000).

Indo além



Fonte: Árvore, ser tecnológico (2025).

Povos originários não usam veneno no que comem, usam saber ancestral. Que tal apresentar a história das “Três irmãs” para os estudantes como uma possível solução à monocultura?



Fonte: Instituto Socioambiental (2009).

O curta “Pajerama” traz uma importante reflexão, que à primeira vista pode parecer apenas um lamento pela natureza perdida, mas na verdade é sobre a cidade, seu processo de feroz urbanização que sobrepõe pessoas, natureza e história, em especial as das vidas indígenas.

Considerações Finais

Este guia foi concebido como um material de apoio ao trabalho docente, pensado para acompanhar o professor na abordagem de temas socioambientais complexos de forma sensível, crítica e possível no cotidiano escolar. Para além de oferecer sequências didáticas prontas, a proposta busca ampliar repertórios pedagógicos, fornecendo subsídios conceituais acessíveis e sugestões metodológicas que favoreçam a mediação em sala de aula.

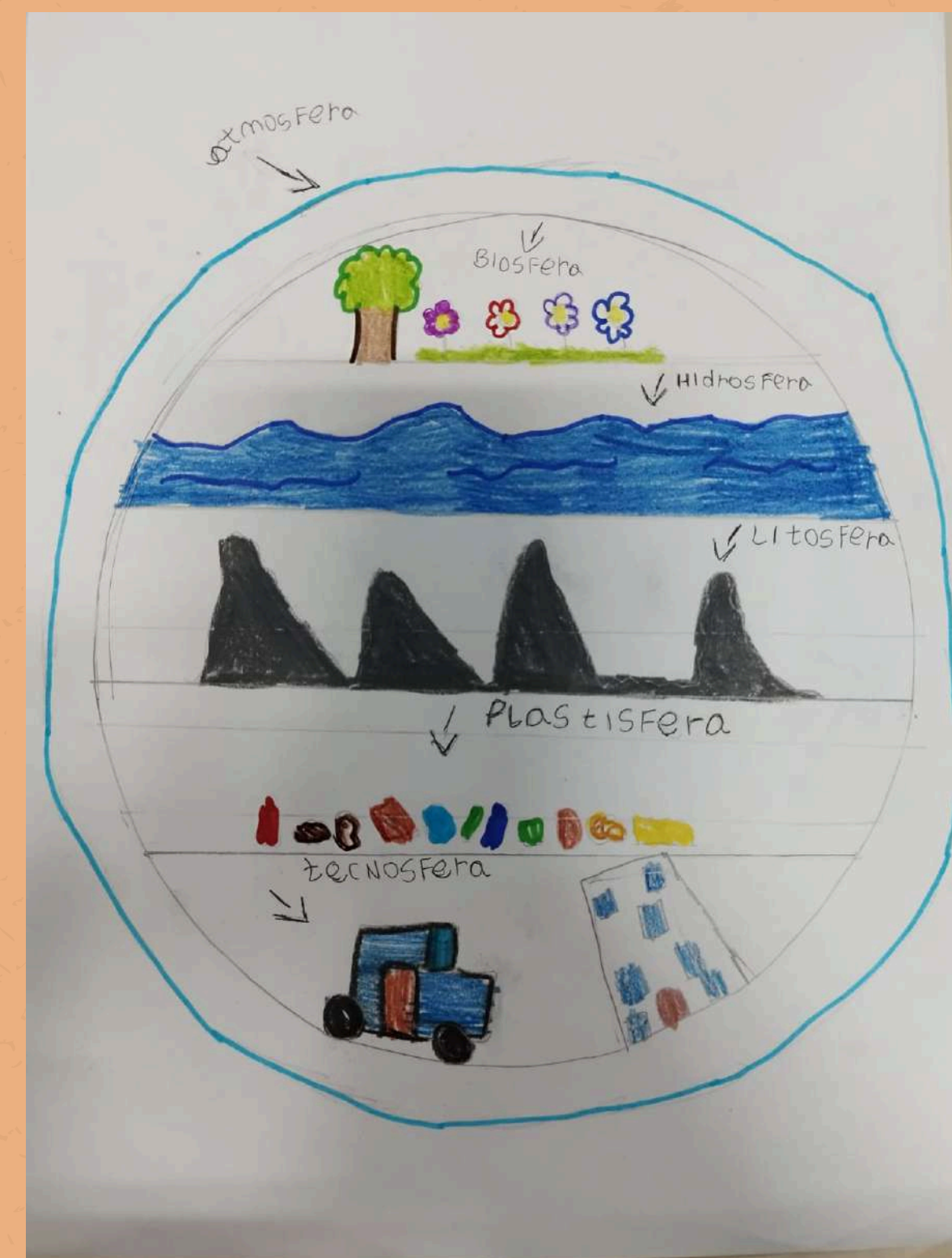
Ao longo das atividades, a Educação CTSA na problematização de questões complexas enquanto QSC, são mobilizadas como caminhos para promover o diálogo, a escuta e a participação ativa dos estudantes, reconhecendo que a compreensão dos riscos e desastres socioambientais envolve dimensões científicas, sociais, éticas e emocionais. Nesse sentido, o material convida o professor a criar espaços de aprendizagem que transformem o medo em reflexão, a informação em consciência e o conhecimento em ação.

As propostas aqui apresentadas são flexíveis e abertas à adaptação, podendo ser reorganizadas de acordo com o contexto da escola, da comunidade e das experiências dos estudantes. Espera-se que este guia funcione como um ponto de partida, incentivando práticas pedagógicas que valorizem as múltiplas linguagens, a argumentação e a construção coletiva de sentidos.

Por fim, reafirma-se o papel da escola como espaço de acolhimento, diálogo e formação cidadã frente aos desafios do nosso tempo. Que este material contribua para fortalecer uma educação comprometida com a vida, com a justiça socioambiental e com a construção de comunidades mais resilientes.

Marcela Marcelo

João Amadeus Pereira Alves



Fonte: Acervo pessoal (2026).

Referências

A odisseia de uma garrafa. ONU Meio Ambiente, 16 mai. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EWqnWXnXURw&t=7s>. Acesso em: 3 fev. 2026.

ADGER, W. N. **Social and ecological resilience: are they related?**. Progress in human geography, v. 24, n. 3, p. 347-364, 2000.

ADGER, W. N.; KELLY, P. M. Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, v. 4, n. 3, p. 253-266, 1999.

AGOSTINI, R.; VARGAS, R. **Em resposta à CPI, Saúde desaconselha cloroquina e “kit Covid”**. CNN, 14 jul. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/em-resposta-a-cpi-saude-desaconselha-cloroquina-e-kit-covid/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ÁGUA, SUA LINDA. **O colapso dos rios brasileiros.** 15 jan. 2020. Disponível em: <https://www.facebook.com/aguasualinda/posts/somos-o-pa%C3%ADs-com-mais-%C3%A1gua-doce-do-mundo-e-n%C3%A3o-cuidamos-dela-nossos-rios-est%C3%A3o-e/1475586902610393/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ALBUQUERQUE, M. **5 anos de Brumadinho: o que houve com os envolvidos no rompimento da barragem.** CNN Brasil, 25 jan. 2019. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/5-anos-de-brumadinho-o-que-houve-com-os-envolvidos-no-rompimento-da-barragem/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

ANTUNES, B. **Mulher arranca e vandaliza 40 árvores plantadas por voluntários em Curitiba.** G1 Paraná RPC, 1 jan. 2026. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2026/01/01/mulher-arranca-e-vandaliza-arvores-plantadas-por-voluntarios-em-curitiba-video.ghtml>. Acesso em: 3 fev. 2026.

ÁRVORE, SER TECNOLÓGICO. **Dinâmica dos rios.** Blogg: Linguagem Geográfica, 29 jan. 2022. Disponível em: <https://linguagemgeografica.blogspot.com/2016/02/dinamica-dos-rios.html>. Acesso em: 15 jan. 2026.

ÁRVORE, SER TECNOLÓGICO. **Crise climática é ameaça tripla para os oceanos!** 11 jan. 2025. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DSH8MBEFzcT/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. São Paulo: **Estudos avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, 2020-11-11.

BARBOSA, P. **Ihas de plástico nos oceanos**. Projeto escola verde, 4 jul. 2021. Disponível em: <https://escolaverde.org/site/?p=71221>. Acesso em: 3 fev. 2026.

BECK, U. **Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade**. 2ª ed. São Paulo: Ed. 34. 2010.

BEDUKA. **Os 10 Melhores Exercícios sobre as Placas Tectônicas com Gabarito**. Conteúdo Virtual, 28 out. 2020. Disponível em: <https://beduka.com/blog/exercicios/geografia-exercicios/exercicios-placas-tectonicas/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

BENCZE, L. et al. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “sciencein-context”. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, p. 825-851, 2020

BOSZCZOWSKI, R. B. *et al.* **Solos e desastres naturais**: Guia de campo. PICCE: Curitiba, 2023.

BOUROTTE, C. L. M. **Placas Tectônicas Infográfico**. UNIVESP, São Paulo, s. d. Disponível em: <https://apps.univesp.br/placas-tectonicas/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

CALDAS, A. C. **Moradores do Parolin, em Curitiba, sofrem com enchentes**: “Vamos perdendo tudo a cada chuva”. Brasil de Fato, Curitiba, 12 jan. 2022. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/01/12/moradores-do-parolin-em-curitiba-sofrem-com-enchentes-vamos-perdendo-tudo-a-cada-chuva/>. Acesso em 15 jan. 2026.

Carta do Cacique Seattle para o presidente americano. Disponível em: <https://biblioteca.funai.gov.br/media/pdf/Folheto43/FO-CX-43-2698-2000.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2026.

CASTILHO, R. **Ciclo do Carbono: ciclo lento, ciclo rápido e ações do homem**. Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ciclo-do-carbono/>. Acesso em 15 jan. 2026.

CEMADEN. **Pluvipet + App: Monitoramento Participativo de Chuvas. Educação em clima de riscos de desastres**. 2. ed., São José dos Campos, 2024. Disponível em: <https://educacao.cemaden.gov.br/jornada/pluviometro/?tab=arquivos#single>. Acesso em: 28 jan. 2026.

Como os antigos indígenas cultivavam o Atacama. Árvore, ser tecnológico, 31 mar. 2025. Disponível em: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1067424855431068&set=a.558989426274616>. Acesso em: 3 fev. 2026.

CORTEZ, H. Degelo do permafrost pode liberar bactérias e vírus. EcoDebate, 29 out. 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/10/26/degelo-do-permafrost-pode-liberar-bacterias-e-virus/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

COSTA, H. C., **Extinções em massa!** Revista Ciência Hoje da Criança, São Paulo, ano 25, nº 23, p. 2 - 6, ago. 2012. Disponível em: https://cienciahoje.periodicos.capes.gov.br/storage/acervo/chc/chc_237.pdf. Acesso em 15 de jan. 2026.

CUNHA, L. **Um dia, um rio.** Editora Pulo de Gato. Disponível em: <https://editorapulodogato.lojaintegrada.com.br/um-dia-um-rio>. Acesso em: 3 fev. 2026.

DE CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

DE CASTRO, E. A.; POSSE, Z. C. S. **O Rio Belém.** Memórias Urbanas, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://www.memoriaurbana.com.br/matadouro-municipal-guabirotuba/o-rio-belem/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

EARTH STEP. **Evolution of atmosphere.** Stepping Stones, 3 jun. 2016. Disponível em: <https://earthstep.wordpress.com/tag/evolution-of-atmosphere/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ECOASSOCIADOS. 18 ago. 2014. Disponível em: <https://www.facebook.com/ecoassociados/photos/as-sacolas-pl%C3%A1sticas-que-s%C3%A3o-levadas-pelas-correntezas-dos-rios-e-dos-riachos-ou/708974315850304/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ENGENHARIA 360. **Entenda a relação da retificação de rios com a tragédia do Rio Grande do Sul.** 14 mai. 2024. Disponível em: <https://engenharia360.com/inteligencia-artificial-google-alerta-rs/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. **Global environmental change**, v. 16, n. 3, p. 253-267, 2006.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica:** acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue SRL, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** Revisada e atualizada. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

FÜRST, O. **LIVRO NEGRO - " 7º CONTINENTE" A ILHA DE LIXO.** Blog, Biboca Ambiental, 1 mai. 2017. Disponível em: <https://bibocaambiental.blogspot.com/2014/05/7-continente-ilha-de-lixo.html>. Acesso em: 3 fev. 2026.

GLEISER, M.; KRACKOW, M. Configurational entropic study of the enhanced longevity in resonant oscillons. **Physics Letters B**, v. 805, p. 135450, 2020.

GOULART, G. **A ilusão da reciclagem do plástico**, YouTube, s. c., s. d., Disponível em: <https://www.youtube.com/shorts/BMlfQQYElvQ>. Acesso em 15 de jan. 2026.

GRAVINA, M. **Vacinação: o que você sabe sobre isso?** Revista Ciência Hoje da Criança, São Paulo, ano 31, nº 293, 21 nov. 2018. Disponível em: https://chc.org.br/artigo/vacinacao-o-que-voce-sabe-sobre-isso/?sucesso_login=1. Acesso em: 28 jan. 2026.

GUIMARÃES, L. **Os modelos "cidades-esponja" que já existem no Brasil**. DW, 13 jun. 2024. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/os-modelos-cidades-esponja-que-j%C3%A1-existem-no-brasil/a-69353578>. Acesso em: 3 fev. 2026.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p.27-57.

Hortas urbanas. Newton Goto, 31 jul. 2020. Disponível em: <https://newtongoto.wordpress.com/hortas-urbanas/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

Ilha de plástico no Pacífico já tem quase três vezes o tamanho da França. Depclean soluções ambientais, 2 abri. 2018. Disponível em: <https://www.depcleanrs.com.br/ilha-de-plastico-no-pacifico-ja-tem-quase-tres-vezes-o-tamanho-da-franca/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, **Pajerama**, YouTube, s. c., 1 de jun. 2009. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BFzv0UhHcS0&t=26s>. Acesso em 15 de jan. 2026.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1989.

INTERANTAR, **Simulação 2: Antártica: Testemunha do Tempo**, 2022. Disponível em: <https://www.interantar.com/simulacao-3d>. Acesso em 15 de jan. 2026.

Já ouviu falar nas cidades-esponja? Árvore, ser tecnológico, 14a Bienal de Arquitetura de São Paulo, 2025. Disponível em: <https://arvoresertecnologico.com.br/cidades-esponja/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

JONES, F. **Kongjian Yu: “É possível transformar um município em uma cidade-esponja em cinco anos”**. Revista FAPESP, 25 jun. 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/kongjian-yu-e-possivel-transformar-um-municipio-em-uma-cidade-esponja-em-cinco-anos/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

JORNAL NACIONAL. **Vendedor de frutas cria ecobarreira para salvar rio na Região Metropolitana de Curitiba**. G1, 18 abri. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/04/18/vendedor-de-frutas-cria-ecobarreira-para-salvar-rio-na-regiao-metropolitana-de-curitiba.ghtml>. Acesso em 28 jan. 2026.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. Editora 34, 1994.

LAVELL, A. Desastres durante una década: lecciones y avances conceptuales y prácticos en América Latina (1990-1999). **Anuario Política y Social de América Latina**, v. 3, n. 1, p. 1-32, 2000.

LAYRARGUES, P. P. **O cinismo da reciclagem. Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**, v. 2, p. 200-217, 2002.

LEFF, E. Ética por la vida. Elogio de la voluntad de poder. Polis. **Revista Latinoamericana**, n. 13, 2006.

LEMKE, J. L. Aprender a Hablar Ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. **Paidós**, Barcelona, 1997.

LEMKE, J. L. Analyzing verbal data: Principles, methods, and problems. In: Second international handbook of science education. **Dordrecht: Springer Netherlands**, 2011. p. 1471-1484.

LINDOSO, D. P. Vulnerabilidade e resiliência: potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar1. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 127-144, 2017.

LINHARES, R. **Como as mudanças climáticas agravam as chuvas e enchentes?** Politize! 2 out. 2025. Disponível em: <https://www.politize.com.br/mudancas-climaticas-3/#:~:text=O%20resultado%20s%C3%A3o%20nuvens%20muito,Imagem:%20Freepik>. Acesso em: 28 jan. 2026.

MAMMOTH MEMORY. **Tectonic Plates – A rigid segment of the Earth's crust which can "float" across the heavier, semi-molten rock below**. Disponível em: <https://mammothmemory.net/geography/geography-vocabulary/tectonic-hazards/tectonic-plates.html>. Acesso em: 28 jan. 2026.

MARENGO, J. A. Impactos sociais dos eventos climáticos extremos. **Ciência e Cultura**, 76(3), 01-08, 2024.

MATSUO, P. M. **Muito além da chuva**: práticas educativas na era dos desastres. Vencedora do Prêmio CAPES de Tese, 2023.

METRÓPOLES. **Fotos mostram cenário assustador de deslizamento no Paraná**. **Metrópoles**, São Paulo, 30 de nov. 2022. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/fotos-mostram-cenario-assustador-de-deslizamento-no-parana>. Acesso em 15 de jan. 2026.

MINUTO DA TERRA. **Como se formam as curvas dos rios? | Minuto da Terra**. YouTube, 19 abri. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=frX9sTp1bM8>. Acesso em 15 jan. 2026.

NOBRE, C. **As Metrôpoles brasileiras no contexto das mudanças climáticas**: entrevista com Carlos Nobre, 2024.

NUNES, P. **Globalização e consumo desenfreado**, YouTube, 20 ago. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q-b9kWCYy9U>. Acesso em 15 de jan. 2026.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA, **Eunice**: Tudo sobre o clima. Da ciência à política, um guia ilustrado com o que você precisa saber sobre a relação tóxica da humanidade com a Terra, 2025. Disponível em: <https://eunice.oc.eco.br/>. Acesso em 15 de jan. 2026.

OLIVEIRA, T. R. **Pandemia acelera renovação das teses antivacina**. Carta Capital, 1 nov. 2020. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/saude/pandemia-acelera-renovacao-das-teses-antivacina-diz-pesquisadora/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ONU, Brasil, **A odisseia de uma garrafa | ONU Meio Ambiente**, YouTube, s. c., 16 mai. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EWqnWXnXURw&t=7s>. Acesso em 15 de jan. 2026.

ONU. **Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York, 2015: ONU. Recuperado em 16 de janeiro de 2025, de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 15 jan. 2026.

Pajerama. Instituto Socioambiental, 1 jun. 2009. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BFzv0UhHcS0&t=26s>. Acesso em: 3 fev. 2026.

PAPPON, T. **Como césio-137 em Goiânia pôs Brasil no mapa de piores acidentes radioativos do mundo**. BBC News Brasil, 14 out. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45783343>. Acesso em: 3 fev. 2026.

PARANÁ. **Laudo técnico final do Simepar eleva classificação de tornados que atingiram 11 cidades do Paraná.** Paraná, Curitiba, 26 nov. 2025. Disponível em: <https://www.parana.pr.gov.br/aen/Noticia/Laudo-tecnico-final-do-Simepar-eleva-classificacao-de-tornados-que-atingiram-11-cidades>. Acesso em: 15 jan. 2026.

PATTERSON, R. **Of fossil fuels and human destiny.** Ecodebate, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/12/22/o-peso-ecologico-do-antropoceno/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

PEIXOTO, R. **Nasa revela aumento 'inesperado' do nível do mar em 2024.** G1, São Paulo, 13 de março de 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/03/13/analise-nasa-aumento-inesperado-nivel-do-mar-2024.ghtml>. Acesso em: 28 jan. 2026.

PIZARRO, M. V. Ler e escrever em Ciências nos anos iniciais: práticas da alfabetização como ações potencializadoras da alfabetização científica. **Debates em Educação**, v. 17, n. 39, p. e18155-e18155, 2025.

PREPARA ENEM. **Eras Geológicas.** Disponível em: <https://www.preparaenem.com/geografia/eras-geologicas.htm>. Acesso em: 28 jan. 2026.

PRIMAVESI, A. **A Vida do Solo - Original**, YouTube, Santa Maria, nov. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5CP0xYOLEcM&t=2s>. Acesso em 15 de jan. 2026.

Programa Solo na Escola - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, Curitiba. Disponível em: <https://agrarias.ufpr.br/solonaescola/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

RIFS. **É Melhor Salvar os Solos (Better Save Soil - Portuguese)**, YouTube, Potsdam, 11 ago. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fNNoDjGf0rE&t=11s>. Acesso em 15 de jan. 2026.

RIFS. **VAMOS FALAR SOBRE SOLOS Let's Talk About Soil (Portuguese)**, Potsdam, Potsdam, 12 nov. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=e8uqY0Aqcf0>. Acesso em 15 de jan. 2026.

RIOS, F. S. A. **Recursos:** Materiais didáticos, jogos, livros paradidáticos e outros recursos educacionais. Ciência Interativa - UFPR, Curitiba. Disponível em: <https://cinterativa.ufpr.br/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

RODRIGUES, J. **Homenagem às vítimas: tragédia de Brumadinho é contada através de poesia em livro para crianças.** Brasil de Fato, Rio de Janeiro, 9 dez. 2021. Disponível em:

<https://www.brasildefato.com.br/2021/12/09/homenagem-as-vitimas-tragedia-de-brumadinho-e-contada-atraves-de-poesia-e-m-livro-para-criancas/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

SALVE CIÊNCIA. **O passado da Terra pode explicar o futuro do plástico.** CEFET - MG, 28 nov. 2025. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DRm33qkkUAk/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

SAMPAIO, G.; MARENGO, J.; NOBRE, C. Mudanças climáticas. **Revista Intergeo Interações no Espaço Geográfico**, 2008.

SANTOS, R. **Como se formam os ventos?** Nuvens, chuva, eletricidade, ventos: o Sol está em toda parte, Brasil de Fato, Belo Horizonte, 2 de jun. 2018. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2018/06/12/coluna-or-como-se-formam-os-ventos/>. Acesso em: 15 de jan. 2026.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SERRANO, C. **Terremoto de Valdivia: o que o mundo aprendeu com o maior tremor de terra já registrado.** BBC News Mundo, 22 mai. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-52773245>. Acesso em: 15 jan. 2026.

SIMÕES, M. **A importância de se conhecer o ciclo de vida do plástico.** LinkedIn, 4 dez 2019. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-de-se-conhecer-o-ciclo-vida-do-pl%C3%A1stico-michelli-sim%C3%B5es->. Acesso em: 3 fev 2026.

SMINK, V. **Por que degelo do permafrost é uma das maiores ameaças ao planeta,** BBC News Mundo, São Paulo, 8 nov. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-59179808>. Acesso em 15 de jan. 2026.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global environmental change**, v. 16, n. 3, p. 282-292, 2006.

Soluções baseadas na natureza. Sites USP. Disponível em: <https://sites.usp.br/gipsbn/solucoes-baseadas-na-natureza/#:~:text=COMO%20PODEM%20CONTRIBUIR%20PARA%20CIDADES,%C3%A1gua;%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20nativa%20e%20outras>. Acesso em: 3 fev. 2026.

SOUZA, M. **Confira como é o ciclo das Partículas de Microplásticos na natureza.** Engenharia 360, 27 jan 2023. Disponível em: <https://engenharia360.com/ciclo-particulas-de-microplasticos-na-natureza/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

SORRENTINO, G. **Cultivando Saberes.** Colégio Estadual Leônicio Correia. Disponível em: <https://www.instagram.com/cultivandosaberes/>. Acesso em: 3 fev. 2026.

SUZUKI, S. **As voçorocas que ameaçam cidade brasileira - e são problema global.** BCC News Brasil, 22 abri. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/resources/idt-61d57e25-d458-4785-8a37-3ef119a504c7>. Acesso em 15 jan. 2026. TAVARES, A. **Clara, Frederico e a guerra.** Amazon, 23 out. 2020. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Clara-Frederico-guerra-Agl%C3%A1ia-Tavares-ebook/dp/B08LT1QWN6>. Acesso em: 3 fev. 2026.

TOKARSKI, J. Pesquisadores encontram rochas formadas por plástico na Ilha da Trindade. Ciência - UFPR, 18 jan. 2023. Disponível em: <https://ciencia.ufpr.br/portal/pesquisadores-encontram-rochas-formadas-por-plastico-na-ilha-da-trindade/#:~:text=O%20local%20%C3%A9%20uma%20importante,hidrocin%C3%A2mica%E2%80%9D%2C%20descreve%20a%20pesquisadora>. Acesso em: 28 jan. 2026.

UNDRR - **United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.** UNDRR, 2015. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>. Acesso em: 15 nov. 2025.

VOICE OF THE OCEANS ORG. 29 mar. 2025. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DHycNcQuroS/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

VOICE OF THE OCEANS ORG. 28 jan. 2025. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DFXy150uLdE/>. Acesso em: 28 jan. 2026.

XAVIER, L.; SILVA, D.; DIAS, D. **O amazônida e a água.** Maré da Ciência - UNIFESP. Disponível em: https://maredeciencia.eco.br/wp-content/uploads/2025/03/O-Amazonida-e-a-Agua_ebook.pdf. Acesso em: 28 jan. 2026.

