



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

Fenômenos Climáticos Extremos: proposta de prática pedagógica STEAM para Educação Ambiental

Gabriela Eduarda Santos Vaz (TC), Flavia Maria Teixeira dos Santos (PQ), Elisangela Muncinelli Caldas Barbosa* (FM). elisangela.caldas@farroupilha.ifrs.edu.br

Palavras-Chave: Fenômenos Climáticos Extremos; STEAM, Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio.

Área Temática: Estudos CTSA e Educação Ambiental

Resumo: Neste trabalho apresentamos uma proposta pedagógica desenvolvida para o tratamento da temática fenômenos climáticos extremos em seus aspectos científicos, sociais, culturais e econômicos. A proposta busca o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, de reflexão sobre os processos e conceitos científicos e de integração de aspectos sociais e éticos, articulados interdisciplinarmente e orientados pela abordagem STEAM Integrada. A abordagem propõe aos estudantes a resolução e problemas por meio da inovação e da criatividade, da comunicação colaborativa e efetiva para o desenvolvimento de competências humanistas e científicas. A estrutura pedagógica utilizada está organizada e compreende “grandes ideias de conteúdo” e “grandes ideias de processo”. Os resultados preliminares indicam uma maior motivação e envolvimento dos discentes nas atividades realizadas, que se caracterizam por estar centradas nos estudantes, por fomentar a aprendizagem colaborativa baseada na investigação, o desenvolvimento do pensamento crítico e autonomia na aprendizagem.

CRISE CLIMÁTICA E EDUCAÇÃO: FUNDAMENTOS DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

Conforme nota técnica divulgada pelo IPH – UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), em maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul enfrentou a maior cheia já registrada em sua história, superando inclusive a de 1941. Recentemente outros episódios também marcaram a região: a estiagem de março de 2023, as enchentes do Rio Taquari em setembro e novembro de 2023, a “chuva preta” resultante das queimadas na Floresta Amazônica em setembro de 2024, o ciclone extratropical que atingiu a região metropolitana em dezembro do mesmo ano, além das intensas e recorrentes ondas de calor. Esses eventos indicam uma tendência de aumento na frequência e na intensidade dos fenômenos climáticos extremos.

Tais fenômenos acarretam danos socioeconômicos e ambientais, incluindo perdas de vidas humanas, aumento de morbidades, destruição de infraestrutura, comprometimento de patrimônios históricos e culturais, bem como impactos sobre ecossistemas e o ambiente natural. Boaventura (2006) analisa que o atual modelo civilizatório assentado sobre a lógica capitalista e baseado na produção e circulação de bens e serviços em uma economia de mercado que privilegia e estimula a

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

propriedade privada, contribui para a intensificação desse cenário, reduzindo as possibilidades de reversão de seus efeitos. O marco inicial desse modelo foi a Revolução Industrial que veio acompanhada de avanços tecnológicos e industriais importantes para a humanidade, mas que consolidou o uso de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, o agravamento do aquecimento global.

A escola, enquanto espaço de formação, assume papel importante na promoção de uma educação científica e ambiental que possibilite aos estudantes compreenderem criticamente as causas e conseqüências dos eventos meteorológicos extremos, articulando conhecimentos científicos, políticos e socioambientais. Para além de uma dimensão meramente informativa, a educação ambiental, conforme defende Sauv   (2005), deve ser entendida como prática social que promove valores, atitudes e ações comprometidas com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

A abordagem pedagógica dos fenômenos climáticos extremos torna-se oportunidade para estimular o pensamento crítico, a corresponsabilidade e a participa  o cidadã, princípios alinhados   concep  o emancipatória defendida por Loureiro (2005), que valoriza a interrela  o entre sociedade, ciência e natureza. A investiga  o sobre os fenômenos meteorológicos propõe um olhar ampliado para problemas complexos, nos quais a incerteza, a urgência e os impactos sociais demandam que decisões sejam tomadas com a participa  o de diversos atores, incluindo cientistas, gestores públicos e a sociedade civil.

Formar sujeitos críticos e comprometidos com a sustentabilidade implica compreender a educa  o como prática social que articula ciência,  tica e política em prol da transforma  o da realidade. Como aponta Frigotto (2010), a escola tem a responsabilidade de formar trabalhadores e cidadãos capazes de intervir criticamente nas contradi  es do modelo social vigente. Nessa dire  o, Loureiro (2004) destaca que a educa  o ambiental crítica deve ir além da sensibiliza  o, promovendo a a  o coletiva e a emancipa  o dos sujeitos diante da crise socioambiental contemporânea. Assim, a educa  o ambiental assume um caráter formativo e ao mesmo tempo preventivo, ao capacitar sujeitos a reconhecer riscos, mobilizar recursos e adotar estratégias de mitiga  o e adapta  o, em suas comunidades e em suas futuras atua  es profissionais.

ARTICULANDO O CONHECIMENTO: A ABORDAGEM STEAM INTEGRADA

Decisões que envolvem fenômenos climáticos extremos e seus desdobramentos sociais, ambientais, estruturais e econ  micos exigem a participa  o de equipes multidisciplinares, capazes de articular conhecimentos de diferentes áreas e de mobilizar habilidades como pensamento crítico, comunica  o, colabora  o, criatividade e empatia. Essas competências são fundamentais para a produ  o de novos saberes voltados   resolu  o de problemas reais que afetam a sociedade.

Nessa perspectiva, a abordagem STEAM Integrada (acr  nimo de *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) apresenta-se como uma alternativa

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

pedagógica que propõe a integração entre diferentes campos do conhecimento e potencializa a capacidade de articular e simular cenários para a resolução de problemas complexos, em especial os climáticos colocados em relevo neste trabalho. O STEAM¹ incorpora a cultura em diversas dimensões, como a arte, a música e as perspectivas sociais, enriquecendo as vivências de aprendizagem dos alunos e os aspectos afetivos do processo de ensino-aprendizagem.

Esta proposta está assentada nas ideias de Ortiz-Revilla et al. (2020; 2022) que defendem que uma abordagem educacional deve se empenhar na promoção de uma ampla gama de competências capazes de promover o desenvolvimento integral dos estudantes para que atinjam a cidadania plena na sociedade em que estão inseridos. Para os autores as atividades devem estar articuladas em uma rede contínua de integração harmônica, ou seja, as atividades estão fortemente interligadas de forma que não há descontinuidade entre os diferentes elementos que compõem a estrutura pedagógica.

A proposta sobre fenômenos climáticos extremos, que apresentamos neste documento, apoia-se também no trabalho de Chalmers et al. (2017), que enfatiza a importância de estruturar as aulas em torno de grandes ideias centrais e organizadoras, capazes de conectar diferentes entendimentos disciplinares de forma coerente em todas as áreas STEAM, em vez de fragmentar o conhecimento em pequenos pedaços de informação. Nesta condição, os alunos precisam ser introduzidos nos hábitos mentais e formas de pensar das disciplinas STEAM para compreender a natureza e o discurso dessas áreas e se envolver legitimamente nelas.

O modelo de Chalmers et al. (2017) apresenta uma estrutura pedagógica de seis componentes que conectam diversos entendimentos disciplinares e compreendem duas categorias complementares e interdependentes: grandes ideias de conteúdo e grandes ideias de processo. As grandes ideias de conteúdo envolvem conceitos, princípios, teorias, estratégias e modelos, enquanto as grandes ideias de processo estão relacionadas às competências intelectuais associadas à aquisição e utilização eficaz do conhecimento do conteúdo. Essas duas categorias são desenvolvidas de forma complementar e integrada, pois as grandes ideias de conteúdo fornecem o conhecimento essencial para a compreensão dos conceitos STEAM, enquanto as grandes ideias de processo capacitam os alunos a aplicarem

¹ Neste trabalho utilizamos a designação STEAM Integrada por considerá-la mais abrangente, madura e robusta. Originalmente nomeado como movimento educacional STEM, com enfoques direcionados ao social, à interdisciplinaridade, à estética dos produtos tecnológicos e à sustentabilidade, a área se desenvolveu utilizando diferentes acrônimos: STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática); iSTEM: inclui imaginação ao termo STEM; iSTEM também é utilizado para definir STEM Integrado; STREAM: Propostas STEM aliadas à robótica, ST@E(A)M(S) Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática, Arte, Educação para a sustentabilidade e integração curricular. Os autores referidos neste trabalho fazem uso dessas diversas denominações e sinalizam a ausência de uma definição única para esta abordagem pedagógica. Tratou-se de uma decisão arbitrária com o objetivo de simplificar a discussão e ater-se às dimensões deste trabalho sem, contudo, desconsiderarmos as opções teóricas e epistemológicas manifestadas nos referenciais teóricos utilizados.



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44ª EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

esse conhecimento de forma significativa e a desenvolver habilidades de pensamento crítico, ético, criativo e colaborativo.

De forma resumida, os seis componentes da estrutura são: 1) identificação das grandes ideias alvo: nesta etapa, as grandes ideias que serão o foco da proposta didática são identificadas e definidas. 2) Desenvolvimento de atividades de aprendizagem integradas: as atividades de aprendizagem são projetadas de forma a integrar as grandes ideias identificadas. 3) Seleção de recursos de aprendizagem: recursos educacionais adequados são escolhidos para apoiar a aprendizagem das grandes ideias e enriquecer a experiência dos alunos. 4) desenvolvimento de avaliações formativas e somativas: são criadas avaliações que permitem avaliar o progresso dos alunos em relação às grandes ideias, tanto de forma formativa (durante o processo de aprendizagem) quanto somativa (ao final da unidade). 5) seleção de ferramentas de pensamento: ferramentas que promovem o pensamento crítico, criativo e analítico dos alunos são selecionadas para apoiar a compreensão e aplicação das grandes ideias em STEAM. 6) avaliação do projeto: ao final da implementação da unidade curricular, é realizada uma avaliação do projeto como um todo, analisando o impacto das práticas STEAM integradas na aprendizagem dos alunos.

A EXPERIÊNCIA EDUCATIVA: METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

A proposta pedagógica foi desenvolvida e aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – Campus Farroupilha, no âmbito do projeto de ensino intitulado “Conectando Saberes através da Abordagem STEAM nos Cursos Técnicos Integrados do IFRS, Campus Farroupilha”. Especificamente, a implementação da experiência aqui descrita teve início no 2º trimestre letivo de 2025, com continuidade e conclusão prevista para o 3º trimestre do mesmo ano, envolvendo 31 estudantes do 2º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio.

Para contemplar a discussão integrada do conhecimento e justificar a escolha da abordagem STEAM Integrada, embora a temática seja transdisciplinar, a proposta pedagógica possui um tratamento interdisciplinar, integrando diferentes áreas do conhecimento para a compreensão abrangente e contextualizada dos fenômenos meteorológicos extremos. A atividade dialoga com a Matemática, ao explorar a modelagem computacional e a análise estatística de dados meteorológicos; com a Física e a Química, ao abordar os processos atmosféricos que influenciam esses eventos, como pressão, temperatura e composição dos gases; com a Geografia, ao considerar os impactos ambientais e sociais, a distribuição espacial dos fenômenos e as dinâmicas climáticas globais; com a Tecnologia, ao utilizar modelos computacionais para previsão meteorológica e simulações científicas; com a Sociologia ao debater o modelo de sociedade e sua relação com as alterações



Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

climáticas e com as Artes, ao incentivar a produção audiovisual e a comunicação científica criativa.

A partir da temática escolhida, dos conteúdos e áreas selecionadas e da estrutura de Chalmers et al. (2017) a proposta pedagógica se organizou conforme descrito no quadro 1:

Quadro 1: Estrutura da Proposta Pedagógica

Grandes ideias de Conteúdo Desenvolvidas no 2º Trimestre/2025	
Etapa	Descrição
1) Identificar as grandes ideias alvo	Investigar os fenômenos meteorológicos extremos a partir de: 1) estudos dos mecanismos físicos e químicos envolvidos nesses fenômenos (análise de variáveis atmosféricas como temperatura, pressão, umidade e ventos; 2) exemplos de uso de modelagem matemática e computacional na previsão do tempo, refletindo sobre as incertezas inerentes às simulações e os desafios da tomada de decisões científicas e políticas e; 3) relação entre fenômenos meteorológicos extremos e as mudanças climáticas globais, possibilitando compreender a interação entre sistemas naturais e ações humanas.
2) Desenvolver atividades integradas de aprendizagem	Para permitir que os estudantes tivessem um arcabouço conceitual mais denso e profundo sobre o tema em questão foram realizadas aulas compartilhadas entre docentes das disciplinas de Química e Física, durante 1 mês, totalizando 16 horas-aula. De forma resumida, as atividades integradas foram: 1) Momento de mobilização a partir de questões orientadoras e exibição de vídeo mobilizador (Previsão do Tempo, 2025). As ideias foram organizadas e sistematizadas na ferramenta online e gratuita Mentimeter. 2) Aula sobre previsão do tempo e uso de sensores para medidas de temperatura, pressão, umidade, vento. 3) Aula sobre Mudanças Climáticas explorando dados disponíveis em Our World In Data (2025) 4) Aula sobre a ligação covalente, a geometria molecular e o papel fundamental da interação radiação-matéria. 5) Realização de experimentos para determinação calorífica da água e para simular a função do CO ₂ como gás de efeito estufa. 6) Palestra com profissionais da Faculdade de Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas refletindo sobre as interações das variáveis atmosféricas, as ações antrópicas e as mudanças

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

	climáticas. O momento incluiu o relato sobre a participação das profissionais na sala de situação do governo do estado do Rio Grande do Sul, durante as enchentes de maio de 2024.
3) Recursos de aprendizagem	Dentre os recursos e as estratégias de aprendizagem utilizadas destacam-se: 1) aulas compartilhadas; 2) o uso de dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para construção de gráficos de relação entre as variáveis climáticas; 3) pesquisa em artigos científicos para a compreensão conceitual dos fenômenos climáticos extremos estudados, a saber: chuvas intensas, furacão, granizo, ondas de frio, ondas de calor, tornado e secas e; 4) palestra ministrada por meteorologistas e intitulada "Mudanças climáticas: onde estamos e para onde vamos?"
4) Avaliação	Os estudantes foram organizados em duplas e produziram os seguintes materiais utilizados no processo avaliativo: 1) documento com informações sobre os diferentes biomas brasileiros contendo: breve descrição do bioma selecionado para cada dupla, informações gráficas com variáveis de temperatura, pressão e radiação a partir de dados da estação meteorológica escolhida que estão disponíveis no site do INMET; 2) pesquisa sobre o fenômeno climático extremo selecionado para cada dupla refletindo sobre as seguintes questões: a) Qual é o fenômeno climático extremo investigado e como ele se caracteriza? b) Quais são as condições climáticas que favorecem a ocorrência desse fenômeno? c) Onde ele ocorre com mais frequência e por quê? d) Quais são alguns exemplos reais do fenômeno e quais foram seus impactos? e) Quais foram as medidas tomadas para adaptação e/ou mitigação nesses locais?
Grandes ideias de Processo A serem desenvolvidas no 3º Trimestre/2025	
Etapa	Descrição
5) Selecionar ferramentas de Pensamento	Para explorar a compreensão dos fenômenos extremos em termos conceituais e seus desdobramentos nos âmbitos social, econômico e político, os alunos serão organizados em grupos maiores, de até seis integrantes. Cada grupo selecionará uma situação problema resultante de fenômenos climáticos extremos e, a partir da metodologia de <i>design</i> de Engenharia irão propor uma solução para o problema abordado.

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

6) Avaliação Final do Projeto	Os alunos serão acompanhados pelos professores proponentes em todas as etapas de desenvolvimento do <i>design</i> do produto e da solução da situação problema recebendo retornos contínuos e auxílio em cada fase. Os projetos serão apresentados para o grupo e, partir das intervenções e sugestões passará pela etapa de refinamento para ajustes.
-------------------------------	--

Fonte: Barbosa (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da estrutura STEAM Integrada descrita neste trabalho, a proposta foi intencionalmente planejada para tratar a temática de forma interdisciplinar, sem a preocupação de encaixar os conteúdos nas fronteiras rígidas de cada disciplina. O objetivo foi simular situações reais relacionadas aos impactos dos fenômenos meteorológicos extremos, que não se manifestam de maneira compartimentada e não podem ser analisados dessa forma, mas exigem a articulação de diferentes saberes para a compreensão e a resolução de problemas complexos.

A primeira etapa da proposta pedagógica, já executada, foi estruturada a partir das grandes ideias de conhecimento, contemplando conceitos da Física, Química, Sociologia, Geografia, Matemática e ferramentas da Tecnologia. Embora as aulas tenham sido conduzidas prioritariamente pelos docentes de Física e Química, os conteúdos das demais áreas foram integrados de maneira satisfatória, considerando a complexidade da temática e o nível de ensino.

As atividades estimularam os estudantes a buscarem de forma autônoma apoio junto aos professores de Informática, a fim de explorar possibilidades como o uso da Inteligência Artificial (IA) para o tratamento de dados provenientes das estações meteorológicas e a elaboração de representações gráficas a partir desse processamento. Essa dinâmica favoreceu a interação entre diferentes áreas do conhecimento e promoveu maior engajamento dos estudantes no processo investigativo. Apesar do potencial da abordagem interdisciplinar e da estrutura do IFRS – Campus Farroupilha, desafios como conflitos de horários, atribuições específicas dos docentes e a necessidade de planejamento coletivo se apresentaram como limitações para a ampliação da participação de outros docentes.

O momento com as profissionais da meteorologia foi essencial para mostrar como a abordagem STEAM Integrada reflete uma estratégia para a resolução de problemas reais. Participaram dessa atividade professores e estudantes dos Cursos Técnicos Integrados em Administração e em Eletromecânica, da mesma instituição, o que ampliou a diversidade de percepções e experiências.

No que se refere à avaliação, os instrumentos aplicados, elaborados com base em critérios previamente definidos, indicaram preliminarmente que os estudantes apresentaram boa participação nas atividades. Os instrumentos, que ainda não foram

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44º EDEQ - 4º Profquisul
NOVA PRATA/RS

completamente explorados, poderão fornecer mais elementos de compreensão sobre as aprendizagens dos estudantes a partir da análise dos resultados da segunda etapa do projeto, que corresponde ao desenvolvimento das “Grandes ideias de processo”. A avaliação consistente e aprofundada da experiência deverá compor um estudo posterior.

Por fim, ressalta-se que a abordagem STEAM Integrada, articulada a propostas dessa natureza, contribui para a inclusão dos estudantes, uma vez que possibilita a cada participante colaborar com suas principais habilidades, ao mesmo tempo em que promove a aprendizagem aplicada e significativa de conteúdos relacionados a áreas que, em condições tradicionais, poderiam despertar menor interesse.

CONCLUSÕES

Este relato apresenta uma experiência educativa que articula conceitos científicos e sociais em torno dos fenômenos climáticos extremos e de seus desdobramentos ambientais, econômicos e sociais. A proposta foi estruturada a partir da abordagem STEAM Integrada, encontrando-se, no momento, na etapa de aplicação referente às “grandes ideias de processo”. Os resultados parciais indicam envolvimento significativo dos estudantes nas atividades propostas, bem como a construção inicial de uma compreensão conceitual consistente da temática.

Além de favorecer a aprendizagem interdisciplinar, acredita-se que a proposta, em especial na fase de execução das “grandes ideias de processo” será capaz de mobilizar de forma mais efetiva competências como pensamento crítico, colaboração e criatividade, essenciais para enfrentar os desafios impostos pela crise climática contemporânea. Destaca-se ainda o potencial inclusivo da abordagem, que valoriza diferentes habilidades individuais e permite que cada estudante contribua de forma significativa para a resolução de problemas reais.

Experiências pedagógicas dessa natureza contribuem para a formação científica e para a formação cidadã, ao estimular a corresponsabilidade e a ação frente aos impactos dos fenômenos climáticos extremos. A ampliação da participação de diferentes áreas do conhecimento poderá fortalecer ainda mais o papel da escola na preparação de sujeitos críticos, capazes de compreender e intervir de maneira responsável e transformadora diante dos desafios socioambientais atuais e futuros.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Elisangela Muncinelli Caldas. **Projeto de Ensino Conectando saberes através da abordagem STEAM nos cursos técnicos integrados do IFRS, Campus Farroupilha**. Nov. 2024. Disponível em:
<https://ifrs.edu.br/farroupilha/projeto-de-ensino-do-campus-promove-palestras-sobre-meteorologia-e-mudancas-climaticas-no-dia-13-de-agosto/>

APOIO

Sociedade Brasileira de
Ensino de Química





Educação Ambiental em Diálogo com
Ensino de Química na Terra do Basalto
44^º EDEQ - 4^º Profquisul
NOVA PRATA/RS

SANTOS, Boaventura de Sousa (Org.). Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CHALMERS, Christina *et al.* Implementing “Big Ideas” to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 15, S1, p. 25-43, 14 fev. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>. Acesso em: 10 set. 2025.

FRIGOTTO, Gaudêncio. A produtividade da escola improdutiva: um (re)exame das relações entre educação e estrutura econômico-social capitalista. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS (IPH - UFRGS). **Chuva da cheia de 2024 foi mais volumosa e intensa que a da cheia de 1941 na bacia hidrográfica do Guaíba**. Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/06/Comparacao-2024-e-1941-final.pdf>

LOUREIRO, Carlos Frederico B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 13-24, 2004.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. **Educação & Sociedade**, v. 26, n. 93, p. 1473–1494, set. 2005.

ORTIZ-REVILLA, Jairo; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; GRECA, Ileana M. A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. **Science & Education**, v. 29, n. 4, p. 857-880, 2 jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>. Acesso em: 10 set. 2025.

ORTIZ-REVILLA, Jairo; GRECA, Ileana M.; ARRIASSECQ, Irene. A theoretical framework for integrated STEM education. **Science & Education**, 3 ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>. Acesso em: 10 set. 2025.

OUR WORLD IN DATA. Disponível em: <https://ourworldindata.org>. Acesso em: 10 set. 2025.

PREVISÃO DO TEMPO. 18 mar. 2013. 1 vídeo (1 min 52 s). Publicado pelo canal Porta dos Fundos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Vly0u3W30ds>. Acesso em: 10 set. 2025.

SAUVÉ, Lucie. **Uma cartografia das correntes em educação ambiental**. In: SATO, Michèle; CARVALHO, Isabel C. de Moura (orgs.). *Educação ambiental: pesquisa e desafios*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-44.