

## LIVRO 3D POP-UP COMO RECURSO DIDÁTICO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL INCLUSIVA

Francisco Felipe Chaves Lima <sup>1</sup>  
Giovana Bezerra Duarte Gomes <sup>2</sup>  
Denilson Gabriel Freitas de Carvalho <sup>3</sup>  
Sharon Dantas da Cunha <sup>4</sup>  
Kytéria Sabina Lopes de Figueredo <sup>5</sup>

### RESUMO

A Educação Ambiental (EA) inclusiva desempenha um papel essencial na promoção da conscientização sobre a preservação ambiental, assegurando que todos, independentemente de habilidades ou necessidades específicas, tenham acesso a conhecimentos e práticas sustentáveis. Este estudo aborda o desenvolvimento e a aplicação de recurso didático para o ensino da EA, com ênfase nos impactos das mudanças climáticas. O objetivo deste estudo é contribuir para o processo educativo de alunos da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) no município de Pau dos Ferros-RN, ampliando práticas pedagógicas que integrem acessibilidade, ludicidade e sustentabilidade. No âmbito do projeto de pesquisa "Educação Ambiental em Ação: Recursos Didáticos para Transformar o Futuro", desenvolvido pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - Campus Pau dos Ferros, foi elaborado um recurso didático para o ensino de EA, tendo como eixo temático os impactos das mudanças climáticas. A metodologia adotada para sua construção consistiu na criação de um livro 3D pop-up, cuja narrativa se desdobra em quatro cenários interativos: as consequências do desmatamento, o degelo das geleiras, a industrialização e uma comunidade sustentável como modelo de solução. Essa abordagem lúdica e visual busca facilitar a compreensão de conceitos complexos relacionados às mudanças climáticas, utilizando elementos táteis e visuais para engajar estudantes com diferentes necessidades de aprendizagem. A utilização desse recurso didático transcende a mera adaptação de conteúdo, promovendo a criação de um ambiente inclusivo e respeitoso que estimula a participação ativa de estudantes com necessidades específicas. A aprendizagem torna-se mais significativa quando os alunos interagem diretamente com o material, interpretando e aplicando conhecimentos por meio de experiências sensoriais e colaborativas. Além disso, reforça-se a ideia de que todos têm um papel fundamental na preservação ambiental, destacando a importância da responsabilidade coletiva na adoção de práticas sustentáveis.

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso Interdisciplinar em Tecnologia da Informação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Ensino de Ciências Exatas - GPIECE francisco.lima60057@alunos.ufersa.edu.br;

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Ensino de Ciências Exatas - GPIECE giovana.gomes@alunos.ufersa.edu.br;

<sup>3</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino-PPGE da Universidade Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Ensino de Ciências Exatas - GPIECE denilson.carvalho@alunos.ufersa.edu.br;

<sup>4</sup> Professor Doutor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA, Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Ensino de Ciências Exatas - GPIECE sharondantas@ufersa.edu.

<sup>5</sup> Professora Doutora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA, Programa de Pós-Graduação em Ensino-PPGE da Universidade Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Grupo de Pesquisa em Instrumentação e Ensino de Ciências Exatas - GPIECE kyteria.figueredo@ufersa.edu.br .



**Palavras-chave:** EDUCAÇÃO AMBIENTAL, RECURSO DIDÁTICO, LUDICIDADE, INCLUSÃO, MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

## INTRODUÇÃO

A contemporaneidade é marcada por um duplo desafio de magnitude global: a crescente crise climática, que demanda uma Educação Ambiental (EA) crítica e transformadora, e o imperativo ético e legal de construir uma sociedade verdadeiramente inclusiva (Damoah, 2023). A legislação brasileira, em especial a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9.394/1996), preconiza a necessidade de serviços de apoio especializado para garantir a integração e o desenvolvimento de todos os estudantes (Brasil, 1996). Contudo, ainda que complementares em seus propósitos, os campos da EA e da educação inclusiva permanecem, na prática pedagógica, frequentemente dissociados, configurando uma lacuna significativa no arcabouço educacional.

Essa desconexão torna-se evidente na predominância de abordagens tradicionais de EA, muitas vezes ancoradas em metodologias excessivamente expositivas e teóricas, que privilegiam a transmissão de informações em detrimento da construção de experiências significativas (Ferreira; Andrade, 2022). Tal modelo de ensino cria barreiras de aprendizagem substanciais para estudantes com necessidades educacionais especiais (NEEs), cujo engajamento e compreensão são potencializados por práticas pedagógicas ativas, dinâmicas e multissensoriais. Nesse contexto, pesquisas realizadas em instituições como a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) apontam a carência de recursos pedagógicos adequados como um dos principais obstáculos para a efetivação de uma EA acessível, deixando suas atividades em um estado de fragilidade (Nogueira, 2019).

A proposta de intervenção deste trabalho, portanto, não se restringe à criação de um material lúdico, mas se consolida como uma resposta estratégica a essa falha sistêmica. Parte-se do pressuposto de que a inclusão genuína exige uma reconfiguração do próprio meio de instrução, e não apenas adaptações periféricas. Dessa forma, a concepção de um livro 3D pop-up surge como uma intervenção pedagógica intencional, que integra, de forma indissociável, o conteúdo temático (mudanças climáticas) e uma metodologia inclusiva e sensorial, superando limitações centrais identificadas em ambos os campos.



É nesse cenário que se insere o projeto de pesquisa "Educação Ambiental em Ação: Recursos Didáticos para Transformar o Futuro", da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), que propõe o desenvolvimento do referido recurso para engajar alunos da APAE de Pau dos Ferros-RN. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar o framework conceitual e metodológico que orientou a fase de desenvolvimento do material. O foco recai sobre o percurso metodológico sistemático adotado e os resultados decorrentes da fase de concepção e design incluindo artes conceituais e modelagem 3D, que constituem a base indispensável para as etapas subsequentes de produção, aplicação e validação do recurso.

## METODOLOGIA

Para nortear o desenvolvimento de um recurso didático tão específico e contextualizado, optou-se pela Pesquisa Baseada em Design (*Design-Based Research - DBR*). Esta abordagem metodológica é reconhecidamente adequada para investigações que visam criar e analisar inovações pedagógicas em ambientes de aprendizagem reais e complexos, uma vez que promove uma articulação dialética e interativa entre a teoria e a prática, “buscando fazer contribuições em ambas as dimensões” (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017, p. 3).

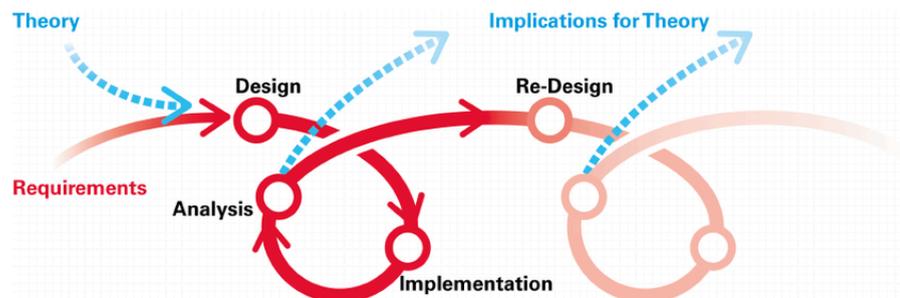
De natureza intervencionista, colaborativa e cíclica, a DBR integra a intervenção pedagógica neste caso, o *design* do livro pop-up — ao próprio processo de investigação (ALVES; CATHCART, 2018). Embora compartilhe com a Pesquisa-Ação o compromisso com a resolução de problemas concretos, a DBR distingue-se por seu foco sistemático na geração e refinamento de teorias de aprendizagem por meio de sucessivos ciclos de prototipagem, implementação e análise reflexiva. O processo estrutura-se em fases iterativas que, embora sequenciais, permite reformulações constantes com base no *feedback* de cada ciclo (ALVES; CATHCART, 2018).

Conforme ilustrado pela Figura 1, o ciclo típico da DBR inicia-se com o *design* de uma intervenção, firmemente ancorado na fundamentação teórica. Esta é, então, implementada em um contexto real, seguida por uma coleta sistemática de dados e uma análise que informa um redesenho do recurso (FRAEFEL, 2014). Este projeto encontra-se na fase conclusiva do primeiro ciclo macro de desenvolvimento, que abrangeu desde o *design* conceitual guiado pela teoria até a prototipagem do livro. A



seção a seguir detalha a aplicação e adaptação dessas fases ao contexto específico da construção do livro 3D pop-up.

Figura 1 ciclo típico da DBR



Fonte: Fraefel, 2014

### Análise do problema

Inicialmente consistiu-se na identificação e análise aprofundada do problema no contexto real de atuação. Seguindo as recomendações de Herrington et al. (2007) que sustentam que, na fase inicial, o tema de pesquisa pode surgir a partir de demandas do próprio orientador e de seu grupo de pesquisa. Foram realizados debates na busca de compreender as necessidades pedagógicas dos alunos atendidos pela APAE, desta forma delimitando o problema de pesquisa, essa etapa, em consonância com a literatura revelou uma carência significativa de materiais didáticos de EA que fossem simultaneamente acessíveis, lúdicos e adequados para abordar temas complexos.

### Desenvolvimento

Com o problema delineado, focou-se no desenvolvimento da solução: o livro 3D pop-up. Este processo foi subdividido em dois eixos interdependentes, informados pelos princípios teóricos de ludicidade, aprendizagem multissensorial e acessibilidade.

- **Concepção Narrativa:** Definiu-se uma estrutura narrativa linear e progressiva, intitulada “A Jornada de Lua: Salvando o Planeta em 4 Passos”, que conduz o leitor por uma jornada de conscientização e empoderamento. A narrativa inicia com uma Introdução: O Mundo em Equilíbrio, apresentando uma Terra idealizada e uma protagonista (Lua) como figura de identificação para a criança.



A escolha dos quatro cenários subsequentes — A Floresta que desaparece (desmatamento), O Gelo que derrete (degelo polar), A Cidade Cinza (industrialização/poluição) e O Recomeço Verde (comunidade sustentável) — foi estrategicamente planejada para representar, de forma clara e visualmente distinta, um arco completo que engloba as principais causas antropogênicas das mudanças climáticas, seus efeitos mais impactantes e, crucialmente, as soluções viáveis. Esta progressão intencional evita uma abordagem puramente catastrófica, culminando em uma mensagem de esperança e agência, na qual a personagem e, por extensão, o leitor, aprendem que cada pequena ação faz diferença.

- **Concepção Estrutural:** A etapa de engenharia de papel e modelagem digital constituiu o cerne da materialização do recurso, onde os princípios de interatividade e ludicidade foram transformados em mecanismos físicos tangíveis. Para isso, utilizou-se o software vetorial CorelDRAW, para o desenho e diagramação precisos. Cada estrutura foi projetada para transcender a função estética e atuar como uma ferramenta pedagógica ativa. Da mesma forma, mecanismos como abas deslizantes e estruturas de desdobramento foram planejados para os cenários, sempre com o intuito de representar visual e fisicamente um conceito central da narrativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme preconizado pela metodologia DBR, os resultados primários desta primeira iteração de desenvolvimento consistem nos artefatos de *design* que materializam a ponte entre a fundamentação teórica e a prática educativa inclusiva. O produto desta fase não é um recurso aplicado e validado em sala de aula, mas sim um protótipo de alta fidelidade composto por um conceito narrativo consolidado e os modelos digitais das estruturas interativas, que constitui a base tangível para ciclos futuros de investigação. Estes elementos são, portanto, tanto um resultado quanto um objeto de análise, encapsulando as decisões de *design* tomadas com base nos pressupostos teóricos.



## O conceito narrativo como estrutura guia

O conceito narrativo “A Jornada de Lua: Salvando o Planeta em 4 Passos” consolidou-se como a espinha dorsal do recurso. A sua estrutura linear e progressiva, detalhada na seção de metodologia, mostrou-se altamente adequada para organizar visual e cognitivamente a complexidade das mudanças climáticas para o público-alvo. A discussão aqui reside no sucesso deste arco narrativo em operacionalizar a teoria, transformando conceitos abstratos (causa, efeito, solução) em uma sequência lógica e emocionalmente engajante.

## A Materialização Visual: Curadoria, Composição e Adaptação no Design dos Cenários

As ilustrações que compõem os cenários narrativos foram desenvolvidas a partir da curadoria e composição de *assets* visuais obtidos em bancos de imagem de licença livre, notadamente a plataforma Freepik. É crucial destacar que estes elementos não foram utilizados de forma integral ou passiva, mas sim extensivamente adaptados, recombinaos e editados. O processo envolveu a criação de uma paleta de cores nova e unificada, garantindo os altos contrastes e a vibração necessários para a acessibilidade cognitiva; a adição ou supressão de elementos para adequar-se à narrativa específica; e a diagramação de todos os componentes no software CorelDRAW para constituir os cenários coesos que serviram de base para a engenharia dos mecanismos *pop-up*. Dessa forma, a camada visual, ainda que originada de elementos preexistentes, consolida-se como um produto final único e customizado, resultado de um processo intencional de *design* guiado pelos princípios teóricos estabelecidos.

Para ilustrar o resultado deste processo de curadoria e customização, as Figuras a seguir apresentam os elementos que compõem o cenário do capítulo de Introdução: O Mundo em Equilíbrio.



Figura 2: Árvores



Fonte: Freepik, 2025.

Figura 3: Animais



Fonte: Freepik, 2025.

Figura 4: Lua protagonista



Fonte: gerada por Perplexity AI, 28 de setembro de 2025.

Para materializar a cena introdutória 'O Mundo em Equilíbrio', que estabelece para o leitor o cenário de uma floresta vibrante e em harmonia, foi necessária a composição de múltiplos elementos visuais. As Figuras 2, 3 e 4 ilustram os componentes visuais principais que, após um processo de curadoria, customização e diagramação no CorelDRAW, foram integrados para constituir essa imagem inicial e fundamental da narrativa.

A combinação estratégica desses elementos, visando à criação de uma cena coesa e rica em detalhes, tinha como objetivo narrativo estabelecer um *benchmark* visual de harmonia entre os personagens e o ambiente. Esta impressão inicial de plenitude ecológica é fundamental para que o contraste com os cenários de problema subsequentes como o desmatamento e a industrialização seja compreendido de maneira mais impactante e significativa pelo público-alvo.

A Figura 5 consolida a composição visual do Capítulo 1: A Floresta que Desaparece, marcando a transição narrativa do estado de equilíbrio para o cenário de degradação ambiental. Nesta cena, introduzem-se visualmente os elementos antrópicos causadores do desmatamento, com a representação de máquinas de corte, quebrando intencionalmente a harmonia estabelecida na cena introdutória.

Figura 5: Máquinas de corte de árvores



Fontes: Freepik, 2025.

A Figura 6 apresenta os elementos visuais do Capítulo 2: O Gelo que Derrete, que introduz narrativamente as consequências globais e em cadeia das ações antrópicas ilustradas no capítulo anterior. Este cenário avança na escala do problema, deslocando o foco da causa local (desmatamento) para um efeito global (mudanças climáticas e degelo), estabelecendo uma relação de causalidade fundamental para a compreensão do fenômeno.



Figura 6: Elementos visuais do capítulo 2



Fonte: Freepik, 2025.

A composição visual do Capítulo 3: A Cidade Cinza, cenário para o qual a protagonista viaja e que representada na figura 7 e o ápice da escalada dos problemas ambientais: o ambiente urbano industrializado. Estes elementos do cenário simbolizam a contrapartida urbana e social do desmatamento ilustrado no primeiro capítulo, fechando o ciclo de causas imediatas das mudanças climáticas. A paisagem, repleta de fábricas e prédios, busca materializar a conexão entre a exploração dos recursos naturais e o modelo de desenvolvimento que intensifica a crise climática.

Figura 7: Elementos do centro urbano



Fonte: Freepik, 2025.

Consolidando a composição visual do Capítulo 4: O Recomeço Verde, a Figura 8 representa os elementos de desfecho positivo da narrativa e a materialização prática



das soluções para a crise ambiental. Este cenário funciona como a antítese visual dos problemas apresentados, encarnando a mensagem central de que 'cada pequena ação faz diferença'. Aqui, a protagonista Lua, agora como agente de mudança, reúne a comunidade para aplicar soluções concretas: o replantio de árvores, a adoção de energia limpa e a prática da reciclagem.

Figura 8: elementos do capítulo 4



Fonte: Freepik, 2025.

O *framework* visual e narrativo apresentado nas Figuras 2 a 8 demonstra, de forma concreta, como o *design* do livro *pop-up* foi estruturado para responder diretamente aos desafios de acessibilidade e engajamento levantados na introdução. Cada escolha — da estrutura narrativa linear à paleta cromática contrastante — transcende a mera decisão estética e representa uma hipótese pedagógica embutida no artefato.

A sequência visual que conduz o leitor da floresta degradada (Figura 5) para a cidade cinza (Figura 7) e, finalmente, para o recomeço verde (Figura 8) é, em si, uma hipótese sobre a eficácia de um arco narrativo claro para a compreensão de problemas complexos. Da mesma forma, o uso estratégico de cores para evocar emoções e guiar a interpretação dos tons terrosos do desmatamento, os cinzas opressivos da industrialização e os verdes vibrantes da solução constitui uma hipótese sobre acessibilidade cognitiva e engajamento visual.

O produto desta primeira iteração da DBR é, portanto, um conjunto de hipóteses de *design* materializadas na narrativa visual, que constitui a contribuição central deste artigo. Este *framework* gráfico-narrativo estabelece a base fundamental e o ponto de partida experimental para o próximo ciclo da pesquisa: a validação do poder comunicativo e do engajamento gerado por essas sequências visuais por meio da implementação e observação em contexto real de aprendizagem na APAE Pau dos Ferros.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a concepção e o desenvolvimento de um framework metodologicamente robusto para a criação de um recurso didático inovador: um livro 3D pop-up destinado à Educação Ambiental inclusiva. A principal contribuição deste trabalho reside na sistematização de um processo de design orientado pela Pesquisa Baseada em Design (DBR), que integra de forma coerente princípios narrativos, de acessibilidade visual e de engajamento multissensorial, estabelecendo as bases conceituais e práticas para a produção de um material com alto potencial educacional. Conforme delineado, o livro pop-up transcende a função de material de apoio, posicionando-se como uma ferramenta pedagógica central para integrar acessibilidade, ludicidade e sustentabilidade, traduzindo conceitos científicos abstratos das mudanças climáticas em uma narrativa visual sequencial e palpável.

Reconhece-se como limitação intrínseca a esta fase do estudo a ausência de dados empíricos de aplicação em sala de aula, uma vez que o escopo deste artigo concentrou-se na fase de concepção e design. Contudo, esta etapa mostrou-se fundamental para assegurar a coerência e intencionalidade pedagógica que antecedem qualquer validação prática. Os próximos passos da pesquisa, seguindo o ciclo iterativo da DBR, encontram-se claramente delineados, envolvendo a finalização do protótipo físico e sua implementação em ciclos de teste com os alunos da APAE de Pau dos Ferros-RN, utilizando observação participante e diálogo com educadores, para então proceder com a análise sistemática dos dados coletados com o objetivo de avaliar a eficácia do recurso, refinar seu design e, crucialmente, extrair princípios de design que possam orientar o desenvolvimento de futuros recursos didáticos inclusivos.

Conclui-se que este artigo representa um marco no projeto "Educação Ambiental em Ação", validando sua premissa teórico-metodológica e estabelecendo um caminho rigoroso para a continuidade da investigação, que se propõe a contribuir para o avanço de uma prática de Educação Ambiental que seja, efetivamente, transformadora, acessível e inclusiva.



## AGRADECIMENTOS

Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido pelo apoio financeiro à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Adriana Gomes; CATHCART, Karla Demonti Passos. **Design-based research: uma abordagem metodológica no contexto da prática escolar**. In: REUNIÃO REGIONAL DA ANPED SUL, 12., 2018, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ANPEd Sul, 2018.

BECKER, C. A. **PESQUISA-AÇÃO COMO INSTRUMENTO PARA UMA EDUCAÇÃO INCLUSIVA NO ENSINO SUPERIOR**. [s.l: s.n.]. Disponível em: < <https://www.aidu-asociacion.org/wp-content/uploads/2019/10/434-A-PESQUISA-AC%CC%A7A%CC%83O-COMO-INSTRUMENTO-PARA-UMA-EDUCAC%CC%A7A%CC%83O-INCLUSIVA-NO-ENSINO-SUPERIOR-.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 248, p. 27833, 23 dez. 1996. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm) >. Acesso em: 27 set. 2025.

DAMOAH, B. Reimagining Climate Change Education As a Panacea to Climate Emergencies. **International Journal of Environmental, Sustainability and Social Science**, v. 4, n. 4, p. 977–987, 31 jul. 2023.

FERREIRA, Leonilson de Lima.; ANDRADE, José R.. **Educação ambiental inclusiva: metodologias de ensino de ciências para crianças com transtorno do espectro autista**. Grupo Unibra, 2022. Disponível em: < <https://www.grupounibra.com/repositorio/CBIOLO/2023/educacao-ambiental-inclusiva-metodologias-de-ensino-de-ciencias-para-criancas-com-transtorno-do-espectro-autista.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2025.

FRAEFEL, U. Professionalization of pre-service teachers through univer-sity-school partnerships Partner schools for Professional Development: development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes. **WERA Focal Meeting, Edinburgh**, 2014.

**Freepik | Recursos Gráficos para todos**. Disponível em: < <https://br.freepik.com/>>. Acesso em: 06 set. 2025

HERRINGTON, J. et al. Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal University of Wollongong, , 1 jan. 2007. Disponível em:< [https://ro.uow.edu.au/articles/conference\\_contribution/Design-based\\_research\\_and\\_doct](https://ro.uow.edu.au/articles/conference_contribution/Design-based_research_and_doct)



[oral\\_students\\_Guidelines\\_for\\_preparing\\_a\\_dissertation\\_proposal/27793911?file=50562987](https://www.conedu.org.br/oral_students_Guidelines_for_preparing_a_dissertation_proposal/27793911?file=50562987)>. Acesso em: 28 set. 2025

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A PESQUISA BASEADA EM DESIGN: VISÃO GERAL E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 01, 17 ago. 2017.

NOGUEIRA, Ítalo Camilo da Silva. **Educação ambiental inclusiva: criação de um brinquedo para as pessoas com autismo – estimulando a aprendizagem sobre coleta seletiva de resíduos sólidos**. 2019. 130 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

PERPLEXITY AI. **Lua se apresentando** – ilustração 2D criada por inteligência artificial. Disponível em: < <https://www.perplexity.ai/> > Acesso em: 28 set. 2025.

Silveira, D., & Lorenzetti, L. (2021). Estado da arte sobre a educação ambiental crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental. *Praxis & Saber*, 12(28), e11609. < <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11609>>.

