



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS JUAZEIRO DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE
MESTRADO ACADÊMICO INTERDISCIPLINAR EM MEIO AMBIENTE

FRANCISCA SARA RODRIGUES MOREIRA

DO DIAGNÓSTICO À AÇÃO: STEAM E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA

JUAZEIRO DO NORTE

2026

FRANCISCA SARA RODRIGUES MOREIRA

DO DIAGNÓSTICO À AÇÃO: STEAM E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Juazeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Tecnologias Ambientais e Desenvolvimento Sustentável. Área de concentração: Tecnologias Ambientais e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Rodrigo de Lemos Caldas.

JUAZEIRO DO NORTE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M835d Moreira, Francisca Sara Rodrigues.
 Do diagnóstico à ação: : STEAM e sustentabilidade na Educação Básica / Francisca Sara Rodrigues
 Moreira. - 2026.
 54 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Meio Ambiente, Campus Juazeiro do
 Norte, 2026.
 Orientação: Prof. Dr. Francisco Rodrigo de Lemos Caldas.
1. Abordagem educacional. 2. Interdisciplinaridade. 3. Extensão universitária. 4. Tecnologias
 ambientais. I. Título.
-

FRANCISCA SARA RODRIGUES MOREIRA

DO DIAGNÓSTICO À AÇÃO: STEAM E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Juazeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestra em Tecnologias Ambientais e Desenvolvimento Sustentável. Área de concentração: Tecnologias Ambientais e Desenvolvimento Sustentável.

Aprovado em: 17 /12 /2025 .

Prof. Dr. Francisco Rodrigo de Lemos Caldas (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) – *Campus* Juazeiro do Norte

Prof. Dr. Francisco Hugo Hermógenes de Alencar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) – *Campus* Juazeiro do Norte

Profa. Dra. Girlaine Souza da Silva Alencar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE)

Prof. Dr. José Patrício Pereira Melo

Universidade Regional do Cariri (URCA)

Aos meus filhos: Marina, Gabriela e José
Guilherme, amores de toda a vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão, por iluminar meus caminhos, fortalecer minha fé e conceder-me sabedoria e perseverança para alcançar mais esta conquista. Sua presença guiou cada etapa deste trabalho, permitindo-me transformar desafios em aprendizado e inspiração. Sem sua graça e misericórdia, nada disso seria possível.

Agradeço ao meu esposo, Moacyr Gondim Lóssio Neto, e a meus filhos, Marina Rodrigues Lóssio, Gabriela Rodrigues Lóssio e José Guilherme Rodrigues Lóssio, pela paciência, compreensão, parceria e porto seguro nos dias que não foram tão bons. Aos meus pais, José Rodrigues Pereira e Afoncina Moreira Duarte, que mesmo sem terem tido a oportunidade de estudar, dedicaram-se, incansavelmente, à formação de suas filhas. A eles devo o exemplo de esforço e sabedoria, e o ensinamento de que, por meio dos estudos, é possível conquistar sonhos e transformar realidades. Às minhas irmãs, Loiza Rodrigues Moreira e Malvina Rodrigues Moreira, que sempre incentivaram meus projetos e celebraram comigo minhas conquistas, sem elas a motivação não seria a mesma.

Aos meus colegas de turma, em especial, ao meu conterrâneo e colega, Francisco Tiago Marques de Sousa, e à Paula Veruska Alexandre de Lima, que foram parceiros nas atividades, dividindo as dificuldades e conquistas nas disciplinas. Aos professores do Mestrado acadêmico em Meio ambiente do IFCE (Juazeiro do Norte), os quais, durante o programa, compartilharam conhecimento e fizeram parte do processo de amadurecimento acadêmico e profissional.

Ao professor Dr. Francisco Rodrigo de Lemos Caldas, que acreditou no meu potencial, investiu tempo e orientações que sustentaram todo o percurso de formação e pesquisa. Meus sinceros agradecimentos pelo profissionalismo, companheirismo e pela excelente forma como conduziu nossa caminhada.

Agradeço à banca examinadora pela disponibilidade, pelas contribuições valiosas e pelo olhar atento dedicado à minha pesquisa. Sou imensamente grata pelo compromisso, pela generosidade intelectual e pelo diálogo construtivo que tornaram este momento ainda mais significativo em minha trajetória.

Muito Obrigada!

RESUMO

A abordagem STEAM surgiu nos EUA nos anos 2000 como uma abordagem pedagógica inovadora que integra Science (Ciência), Technology (Tecnologia), Engineering (Engenharia), Arts (Artes) e Mathematics (Matemática), favorecendo práticas interdisciplinares, críticas e contextualizadas. Esta dissertação tem como objetivo analisar, em uma perspectiva aplicada, como a abordagem STEAM, articulada ao uso pedagógico de tecnologias ambientais, pode contribuir para a promoção da sustentabilidade na Educação Básica. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa e exploratória, estruturada em quatro etapas: (I) revisão integrativa da literatura, conduzida segundo o protocolo PRISMA, sobre STEAM, sustentabilidade e tecnologias ambientais; (II) desenvolvimento de um produto educacional no formato de *e-book*, alinhado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); (III) aplicação do produto em uma ação extensionista no evento Ceará STEAM: Justiça Climática; e (IV) análise das evidências de aprendizagem por meio de rubrica avaliativa. Os resultados da revisão integrativa evidenciaram uma produção científica ainda incipiente sobre a temática, indicando lacunas teóricas e metodológicas relevantes. A aplicação extensionista revelou elevado potencial da abordagem STEAM para estimular criatividade, colaboração e engajamento dos participantes, embora tenha apresentado limitações quanto à adesão e abrangência do público, ausência de grupo comparativo, concorrência com outras atividades e contingência de replicação dos participantes. Conclui-se que a Educação STEAM, mediada por tecnologias ambientais, configura-se como uma estratégia promissora para a educação e para a sustentabilidade, especialmente quando articulada à extensão universitária, contribuindo para a formação crítica, cidadã e socioambientalmente comprometida de estudantes e professores da Educação Básica.

Palavras-chave: Abordagem educacional. Interdisciplinaridade. Extensão universitária. Tecnologias ambientais.

ABSTRACT

The STEAM approach emerged in the United States in the 2000s as an innovative pedagogical approach that integrates Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics, fostering interdisciplinary, critical, and contextualized practices. This dissertation aims to analyze, from an applied perspective, how the STEAM approach, articulated with the pedagogical use of environmental technologies, can contribute to the promotion of sustainability in Basic Education. Methodologically, this is a qualitative and exploratory study, structured in four stages: (I) an integrative literature review conducted according to the PRISMA protocol on STEAM, sustainability, and environmental technologies; (II) the development of an educational product in the form of an e-book, aligned with the Brazilian National Common Core Curriculum (BNCC) and the Sustainable Development Goals (SDGs); (III) the application of the product in an extension activity during the event *Ceará STEAM: Climate Justice*; and (IV) the analysis of learning evidence through an assessment rubric. The results of the integrative review revealed a still incipient scientific production on the topic, indicating relevant theoretical and methodological gaps. The extension activity demonstrated a high potential of the STEAM approach to stimulate creativity, collaboration, and participant engagement; however, it also presented limitations related to participant adherence and reach, the absence of a comparative group, competition with other activities, and contingencies regarding participant replication. It is concluded that STEAM Education, mediated by environmental technologies, constitutes a promising strategy for education and sustainability, especially when articulated with university extension, contributing to the critical, civic, and socio-environmentally committed education of Basic Education students and teachers.

Keywords: Educational Approach. interdisciplinarity. University extension. Environmental technologies.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas STEAM à luz da BNCC.....	20
Quadro 2 – Lista de artigos analisados na revisão integrativa.....	29
Quadro 3 – Conteúdo do EBOOK.....	33
Quadro 4 – Rubrica aplicada com cursistas no evento Ceará STEAM: justiça climática.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
ACS	American Chemical Society
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PROEXT-PG	Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação
REDE	Revista Ensino em Debate
RevBEA	Revista Brasileira de Educação Ambiental
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFCA	Universidade Federal do Cariri
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos.....	12
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	122
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	122
1.2	Organização do trabalho.....	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3	METODOLOGIA.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1	Revisão integrativa	24
4.2	Produto educacional.....	31
4.3	Ação extensionista.....	36
4.4	Evidências de aprendizagem.....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE A – IMAGENS PRODUZIDAS DURANTE A PESQUISA	51

1 INTRODUÇÃO

O STEAM é uma abordagem interdisciplinar que integra *Science* (Ciência), *Technology* (Tecnologia), *Engineering* (Engenharia), *Arts* (Artes) e *Mathematics* (Matemática) para desenvolver o pensamento crítico, a criatividade e a colaboração. A abordagem STEM, assim chamada inicialmente, surgiu nos Estados Unidos da América nos anos 2000, como uma resposta à necessidade de fortalecimento da educação científica e tecnológica em um contexto de competitividade global. A constatação da defasagem do ensino em relação ao avanço tecnológico na sociedade e a escassez de profissionais na área também foram fatores preponderantes para o surgimento dessa abordagem educacional, integrando conhecimento e estimulando o protagonismo juvenil em projetos de transformação social. A evolução para STEAM, com a inclusão das Artes, significou uma ampliação importante do conceito, pelo qual repercute como forma de pensar por meio da imaginação, valorizando a diversidade, a multiculturalidade e colocando as linguagens científicas, verbal e artística no mesmo nível de igualdade (Calil; Pugliese, 2019).

A proposta STEAM vai além da simples integração curricular, busca desenvolver a resolução de problemas complexos com criticidade e criatividade, inserindo os estudantes em projetos colaborativos e significativos que estimulam a aprendizagem baseada em problemas e em projetos interdisciplinares (Bacich; Holanda 2020). No contexto educacional brasileiro, a adoção da referida abordagem tem potencial para transformar práticas pedagógicas fragmentadas e tradicionais em uma educação mais conectada com a realidade e com os desafios que a sociedade vem enfrentando. A integração entre as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a abordagem STEAM potencializa uma aprendizagem mais significativa e alinhada às demandas atuais, promovendo projetos interdisciplinares que contribuem para a aplicação prática dos conceitos que estimulam a investigação e o fortalecimento de habilidades socioemocionais. Essa conexão favorece não apenas o domínio conceitual, mas também o desenvolvimento das competências essenciais estabelecidas pela BNCC, como pensamento crítico, colaboração, comunicação e responsabilidade socioambiental (Brasil, 2018). Assim, o estudante é preparado para atuar de forma ética e inovadora, contribuindo para a construção de uma sociedade justa, sustentável e inclusiva, reconhecendo e valorizando a diversidade humana em suas múltiplas dimensões.

É fundamental reconhecer o papel do professor como mediador do conhecimento, superando metodologias tradicionais de transmissão de conteúdos, incentivando práticas

colaborativas de resolução de problemas locais e globais, contribuindo significativamente para a formação de uma consciência crítica e participativa da aprendizagem que aborda a realidade e os desafios da atualidade, fortalecendo o engajamento dos jovens, como também ampliando o horizonte educacional. Além disso, a escola é um espaço de construção e transformação social, cuja adoção de propostas, as quais colocam o estudante em um papel investigativo, mostra-se extremamente valiosa, pois desenvolvem competências importantes de colaboração na busca de soluções criativas de problemas reais e contemporâneos. (Freire, 2011).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, (Lei n.º 9.394/1996), a Educação Básica tem a finalidade de desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania, e de fornecer meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (Brasil, 1996). Nessa perspectiva, pode-se afirmar que a Educação Básica se constitui como etapa fundamental para a formação integral dos estudantes, abrangendo aspectos cognitivos, sociais e emocionais. A adoção de metodologias inovadoras contribui para ampliar as possibilidades de aprendizagem ao integrar diferentes áreas do conhecimento de forma significativa e contextualizada. Segundo Yakman (2008), ao terem contato com a abordagem STEAM, os alunos produzem habilidades e práticas modernas, tornando-se capazes de identificar, gerenciar e solucionar problemas na vida escolar, extrapolando esses aprendizados para a vida pessoal e auxiliando nas ações de planejamento, organização, tomada de decisão, ação integrada e foco. Dessa forma, a Educação Básica, ao incorporar essa abordagem, potencializa a formação de sujeitos críticos, criativos e preparados para enfrentar os desafios contemporâneos.

Nesse cenário, a Educação STEAM surge como uma abordagem pedagógica capaz de articular o conhecimento científico e tecnológico na busca de soluções de problemas urgentes e necessários em uma sociedade cada vez mais distante de enxergar a responsabilidade humana em contextos que demandam soluções desafiadoras, como crises ambientais e escassez dos recursos naturais, especialmente no que se refere à defesa da justiça climática e da sustentabilidade, ou seja, em questões que afetam de forma desproporcional os grupos mais vulneráveis e menos responsáveis pelas crises climáticas, tornando imprescindível preparar os estudantes para atuarem como agentes de transformação global, destacando a importância de integrar tecnologias ambientais às práticas pedagógicas, estimulando a experimentação de soluções sustentáveis que fortaleçam a consciência socioambiental. Desse modo, ao integrar diferentes áreas do saber, pode-se promover o desenvolvimento de competências essenciais para projetar soluções inovadoras e sustentáveis voltadas às demandas urbanas. Assim, a

aplicação prática dessa abordagem com professores do ensino médio sugere a criação de produtos educacionais sustentáveis baseados em trilhas de aprendizagem, norteando como o STEAM pode contribuir e estimular a construção de uma sociedade mais justa e equitativa, orientada para a consolidação de um futuro mais sustentável e promissor.

Para o engajamento da respectiva abordagem, é necessário conhecer e alinhar os documentos que conduzem a educação, bem como planos de ação governamental para um maior rigor metodológico nos projetos. À vista disso, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que orientam políticas públicas em diferentes setores (ONU, 2015). Logo, a articulação entre esses objetivos e a Educação STEAM se fortalece na medida em que essa abordagem pedagógica oferece meios para converter dados, conceitos e teorias em ações concretas, configurando-se como uma estratégia educacional inovadora e com um compromisso ético e social, ao formar cidadãos críticos, criativos e comprometidos com a sustentabilidade urbana e ambientalmente equilibrada. O alinhamento dos princípios da abordagem STEAM com os ODS e a BNCC facilita uma formação cidadã e integral, pois projetos pedagógicos que integrem sustentabilidade e tecnologia ambiental permitem que os estudantes compreendam os desafios do seu tempo e participem ativamente na construção de soluções.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Investigar como a abordagem STEAM, articulada às tecnologias ambientais, pode contribuir para a sustentabilidade na Educação Básica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a produção científica sobre abordagem STEAM, sustentabilidade e tecnologias ambientais, por meio de uma revisão integrativa da literatura, identificando tendências e lacunas no campo;
- Desenvolver um produto educacional centrado no uso pedagógico das tecnologias ambientais, alinhado à BNCC e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;
- Aplicar o produto educacional em um contexto extensionista, envolvendo professores e estudantes da Educação Básica, no âmbito do evento **Ceará STEAM:**

Justiça Climática, a fim de identificar as evidências de aprendizagem observadas durante a ação extensionista, por meio do uso de rubricas avaliativas que consideram aspectos cognitivos, socioambientais e atitudinais.

- Refletir criticamente sobre as potencialidades e os limites da Educação STEAM mediada por tecnologias ambientais, enquanto estratégia de educação para a sustentabilidade, no contexto analisado.

1.2 Organização do trabalho

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos que dialogam entre si de forma integrada, conduzindo o leitor do contexto teórico à aplicação prática e às reflexões finais sobre os resultados alcançados.

O Capítulo 1 apresenta a introdução da dissertação, contextualizando o conceito de Educação STEAM, sua origem e os motivos que impulsionaram seu surgimento como abordagem inovadora. Além disso, discute a necessidade de uma educação mais conectada com as demandas reais da sociedade contemporânea, estabelecendo relações entre os princípios do STEAM, as competências da BNCC e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

No Capítulo 2, apresenta-se a fundamentação teórica, a qual sustenta conceitualmente o estudo, com ênfase nos princípios da abordagem STEAM, direcionadas às tecnologias ambientais e à sustentabilidade no contexto escolar e nas diretrizes da Educação Básica brasileira. Essa base teórica é essencial para compreender a relevância e o potencial transformador que tais iniciativas podem ter no meio educacional.

O Capítulo 3 aborda a metodologia utilizada, detalhando o percurso metodológico adotado para a execução do projeto de pesquisa. São descritos em etapas os procedimentos de pesquisa, o público envolvido, os instrumentos aplicados e os critérios de análise dos dados, justificando as escolhas metodológicas à luz dos objetivos propostos.

Em seguida, o Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões, trazendo as principais evidências coletadas ao longo do processo. Nesse capítulo, os dados são analisados criticamente, com base na literatura revisada, evidenciando os avanços, desafios e implicações das práticas pedagógicas STEAM aplicadas sob a perspectiva da sustentabilidade, propondo e aplicando um produto educacional em atividades extensionistas.

Por fim, o Capítulo 5 contempla as considerações finais, no qual se sintetizam os principais achados da pesquisa, destacam-se as contribuições para a educação e sugerem-se novos caminhos a serem explorados em futuros estudos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo do tempo, a educação enfrentou pressão de respostas a demandas complexas acerca do avanço tecnológico, da sustentabilidade e de uma transformação social global. Nesse contexto, a abordagem STEAM tem se destacado por fomentar a aproximação entre campos de conhecimento e por estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, criativo e colaborativo. Para Yakman (2008), a proposta STEAM tem como finalidade proporcionar uma educação integradora que considera o conhecimento científico e tecnológico em articulação com as dimensões sociais e culturais, tendo como principal objetivo proporcionar a formação de indivíduos capazes de enfrentar problemas do mundo real de forma ética e criativa.

O processo de desenvolvimento da Ciência causa impactos na sociedade que são refletidos diretamente nas escolas influenciando o processo de ensino e aprendizagem. O estudante do século XXI está imerso nesse contexto, e é preciso uma quebra de paradigma no sistema de ensino para romper com práticas educacionais centradas apenas no professor e sem conexão com o mundo real, as quais não atendem mais ao perfil desse aluno. Apesar dessa controvérsia, e considerando que esta dissertação não versa sobre currículo, restringindo-se ao cenário atual estabelecido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento curricular oficial do governo federal que propõe mudanças no sistema de ensino na Educação Básica. A segunda competência geral encontrada nesse documento propõe ao estudante:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (Brasil, 2018, p. 3)

As características citadas acima apontam para um estudante ativo, capaz de tomar decisões frente aos problemas reais do dia a dia. Hoje, com os avanços tecnológicos, mercados econômicos globalizados e diretrizes políticas ousadas, os problemas do cotidiano tomam proporções cada vez mais transdisciplinares. Segundo Bacich e Holanda (2020, p. 79), a transdisciplinaridade usa problemas reais ou projetos em que os estudantes aplicam conceitos e habilidades em duas ou mais disciplinas que contribuem para moldar experiências de aprendizagem e desencadear reflexões para o Ensino de Ciências nas escolas.

A implementação da abordagem STEAM no contexto da Educação Básica tem demonstrado contribuições significativas para o desenvolvimento integral dos estudantes, o aprimoramento das práticas docentes e o fortalecimento da relação entre a escola e a

sociedade. Ao integrar ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática em atividades práticas, investigativas e colaborativas, a abordagem promove um ambiente de aprendizagem dinâmico e contextualizado, que estimula a curiosidade, a criatividade e o pensamento crítico (Bacich; Holanda 2020).

Para os estudantes, as experiências vivenciadas em projetos STEAM possibilitam o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, como resolução de problemas, comunicação, cooperação e protagonismo. Ao lidar com desafios reais e interdisciplinares, os alunos são convidados a pensar de forma sistêmica, explorando múltiplas formas de representação do conhecimento e adquirindo maior autonomia em seu processo de aprendizagem. Essa vivência contribui para a construção de atitudes científicas e cidadãs, essenciais para sua atuação consciente e transformadora no mundo contemporâneo.

No que se refere aos professores, a abordagem STEAM propicia uma ressignificação das práticas pedagógicas ao favorecer a reflexão sobre o próprio fazer docente, incentivando a integração entre teoria e prática e a exploração de novas metodologias de ensino. A prática colaborativa entre docentes de diferentes áreas também fortalece a cultura de trabalho interdisciplinar e a construção de projetos que dialogam com a realidade dos estudantes e com as necessidades da comunidade.

No âmbito social, a adoção da abordagem STEAM em contextos educativos promove o engajamento da comunidade, ampliando os vínculos entre escola e sociedade, favorecendo o desenvolvimento de soluções criativas para desafios locais. Ao propor atividades que envolvem tecnologias ambientais, sustentabilidade e justiça climática, por exemplo, os projetos STEAM despertam o interesse dos participantes para questões socioambientais emergentes, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, responsáveis e comprometidos com o bem comum.

A questão “Como a abordagem STEAM pode apoiar a Educação Básica para propor soluções de problemas socioambientais contemporâneos?” orienta a reflexão central deste estudo, inserindo-o no debate sobre a necessidade de práticas pedagógicas interdisciplinares e contextualizadas. A abordagem STEAM, ao integrar ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, favorece a construção de aprendizagens significativas ancoradas na investigação, na criatividade e na resolução colaborativa de problemas. No contexto da Educação Básica, essa perspectiva possibilita a compreensão crítica dos desafios socioambientais que caracterizam o cenário atual e o desenvolvimento de competências que habilitam os estudantes a agir de forma propositiva diante desses fenômenos. Assim, a abordagem STEAM se apresenta

como um caminho promissor para formar sujeitos capazes de analisar realidades complexas, mobilizar conhecimentos diversos e elaborar soluções inovadoras, contribuindo para uma educação comprometida com a sustentabilidade, a justiça climática e o desenvolvimento social (Moreira, De Lemos Caldas, 2025).

A incorporação das tecnologias ambientais nesse contexto amplia os horizontes formativos ao unir conteúdos curriculares com desafios imediatos e urgentes, tais como mudanças climáticas, escassez de recursos naturais e degradação dos ecossistemas.

Para Kim, Park M. e Park H. (2019), a abordagem STEAM em questões ambientais pode permitir que os alunos compreendam como ciência, sociedade e natureza interagem, estimulando o engajamento na busca de soluções sustentáveis para suas comunidades locais. A literatura nos mostra que a abordagem STEAM, alinhada com problemáticas ambientais, se apresenta como um potente instrumento pedagógico para a educação socioambiental crítica, pois garante que o estudante se torne protagonista do aprendizado, utilizando metodologias ativas, em prol de uma aprendizagem com relevância, por meio das quais os alunos não só constroem conhecimento, mas integram os conceitos científicos e tecnológicos em problemas reais. Portanto, a utilização das tecnologias ambientais em projetos pedagógicos favorece para uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, já que permite a compreensão sistêmica dos problemas e a elaboração de soluções com base em evidências.

Segundo Bacich e Holanda (2020), o STEAM se configura como uma abordagem promissora para trabalhar conexões amplas entre as diferentes áreas do conhecimento,

articulando o científico cognitivo e o construtivismo educacional, de forma a compor aquisição de repertório conceitual e pelos estudantes com seu protagonismo prático. [...] com sua ênfase na intenção de formação integral, ou seja, uma formação que transcenda o mero domínio cognitivo, a fim de envolver aspectos sociais e valores humanos. (2020, p. 17).

A educação deve integrar conhecimento científico, prática e valores humanos, promovendo uma aprendizagem crítica, ativa e com propósito social, assim o estudante torna-se sujeito ativo na construção do conhecimento. Essa integração busca a aquisição de repertório conceitual por meio de uma vivência prática e investigativa, favorecendo o protagonismo discente na aplicação dos saberes. Nesse sentido, a aprendizagem ultrapassa a mera memorização de conteúdos e assume um caráter experiencial e reflexivo. Ao defender a formação integral, os autores destacam a importância de uma educação que não se restrinja ao domínio cognitivo, mas que contemple igualmente dimensões sociais e valores humanos, fortalecendo uma postura ética, colaborativa e comprometida com o bem comum.

A proposta STEAM se alinha com os princípios da aprendizagem significativa por meio da articulação dos conteúdos escolares com a realidade cotidiana dos alunos. Hennessy *et al.* (2021) defendem que essa abordagem oferece experiências de aprendizagem em que se desenvolve o protagonismo estudantil, que é a capacidade de os alunos se posicionarem criticamente e agirem de forma autônoma diante dos desafios do século XXI. As tecnologias ambientais são apontadas como ferramentas que favorecem o aprendizado interdisciplinar.

Ribeiro e Medeiros (2020) ressaltam que essas tecnologias, quando bem aplicadas, além de ilustrarem conceitos científicos, promovem a reflexão ética sobre os impactos das ações humanas no planeta. Sendo assim, a educação STEAM com viés ambiental pode ajudar na formação de competências para a sustentabilidade, previstas em documentos que vão desde a Agenda 2030 até a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Cumpre destacar que este documento regulamenta e norteia as aprendizagens essenciais que devem ser trabalhadas nas escolas, propondo que:

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).

O documento aponta para uma visão de ensino de Ciências como uma prática social transformadora, no qual o estudante é sujeito ativo capaz de dialogar com as questões do presente e propor soluções baseadas em evidências. É uma mudança de foco, o qual não se trata apenas de “decorar” leis e fórmulas, mas de desenvolver uma postura investigativa, crítica e responsável diante do mundo. Por outro lado, é preciso enfatizar que a efetividade dessa proposta depende de políticas educacionais que valorizem a interdisciplinaridade, a inovação pedagógica e a formação continuada de professores. Rocha, Oliveira e Marques (2022) também vão observar que a simples introdução de tecnologias ou de metodologias inovadoras não garante a mudança do processo educativo. Para que a proposta STEAM tenha êxito, é preciso que ela esteja ancorada em uma visão crítica de mundo, na qual ciência e tecnologia estejam a serviço da justiça ambiental e da equidade social.

Em se tratando de equidade social, Gavari-Starkie, Espinosa-Gutiérrez e Lucini-Baquero (2022), em seu artigo “Sustentabilidade através do STEM e STEAM criando vínculos com a terra para a melhoria do mundo rural”, destacam que as disparidades de gênero nas áreas STEAM repercutem diretamente nos resultados educacionais, sobretudo em contextos rurais. Essa exclusão contribui para o desinteresse e a baixa participação das alunas, reforçando desigualdades estruturais que também se refletem na justiça climática, uma vez

que limita a presença feminina em espaços de decisão e inovação científica voltados à sustentabilidade e ao enfrentamento das mudanças climáticas. Destaca-se também o estudo de Lu, Wu e Huang (2022), o qual utiliza o recurso “Micro:bit”, evidenciando o impacto positivo do currículo STEAM na aprendizagem e na criatividade de estudantes com necessidades educacionais especiais. A pesquisa destaca a eficácia da aprendizagem baseada em projetos, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, reforçando o papel da educação inclusiva como condição para a equidade e a qualidade no ensino. Tal perspectiva revela que a inserção de competências humanísticas e socioemocionais no currículo STEAM não constitui apenas um complemento formativo, mas um requisito essencial para preparar os alunos diante de desafios contemporâneos que demandam sensibilidade social, ética e inclusão. Nessa direção, Rahmawati *et al.* (2022) demonstram que o uso de dilemas éticos em sala de aula estimula o engajamento em processos de reflexão crítica e de tomada de decisão responsável, evidenciando o potencial do STEAM para articular inovação tecnológica com formação cidadã.

No que se refere à crise ambiental, percebe-se um agravamento causado pela globalização e pelo consumismo desenfreado impondo sérios desafios ao desenvolvimento sustentável, incluindo ameaças à saúde, desastres naturais, escassez de recursos e perda da biodiversidade (ONU, 2015). Nesse contexto, a Educação Básica assume um papel central ao promover práticas sustentáveis que garantam a preservação do planeta para as futuras gerações, e é na escola que é dado o primeiro passo na garantia da conscientização, respeito e dignidade aos valores ambientais. É importante ressaltar que a integração entre as competências gerais da BNCC e a abordagem STEAM na Educação Básica potencializa uma aprendizagem eficaz e alinhada às demandas atuais, pois amplia a aplicação prática dos conhecimentos, estimula a investigação e fortalece habilidades socioemocionais. Essa conexão favorece o domínio conceitual e o desenvolvimento de competências essenciais, como pensamento crítico, colaboração, comunicação e responsabilidade socioambiental. Assim, o estudante é preparado para atuar de forma criativa, ética e inovadora, assumindo papel ativo na resolução de problemas complexos e contribuindo para a construção de uma sociedade mais sustentável e inclusiva.

Pelo exposto, a integração entre a abordagem STEAM e as tecnologias ambientais representam uma estratégia potente para a promoção de uma educação de qualidade, engajada com os desafios da sustentabilidade, contribuindo para a formação de educandos conscientes, criativos e comprometidos com o bem coletivo. Para compreender melhor a relação entre a

abordagem STEAM e as competências gerais da BNCC, o **Quadro 1** apresenta exemplos de atividades que podem ser desenvolvidas com os estudantes. Essas propostas incorporam o uso de tecnologias ambientais em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, alinhando-se aos conteúdos da Educação Básica.

Quadro 1 – Práticas STEAM à luz da BNCC

Competência Geral da BNCC	Conexão com STEAM no Ensino Médio	Exemplos de Práticas Pedagógicas
1. Conhecimento	Integra saberes das áreas STEAM em projetos interdisciplinares.	Desenvolver protótipos que envolvam ciências, matemática, física e <i>design</i> para resolver problemas locais.
2. Pensamento científico, crítico e criativo	Estimula investigação, análise e inovação em soluções.	Projetos de experimentação científica e uso de <i>design</i> para criar soluções tecnológicas.
9. Empatia e cooperação	Requer trabalho colaborativo para atingir objetivos comuns.	Projetos de equipe com divisão de funções e resolução conjunta de desafios.
10. Responsabilidade e cidadania	Incentiva soluções sustentáveis e socialmente responsáveis.	Projetos voltados à preservação ambiental e à inclusão social.

Fonte: Elaboração própria (2025)

O quadro apresentado é um exemplo que estabelece uma relação estruturada entre quatro das dez competências gerais da BNCC e suas aplicações no contexto da Educação STEAM, evidenciando a potencialidade dessa abordagem para promover uma formação integral. Observa-se que, ao alinhar competências como conhecimento, pensamento científico, crítico, criativo, cooperação, empatia, responsabilidade e cidadania a práticas pedagógicas ativas e interdisciplinares, cria-se um ambiente de aprendizagem que estimula a investigação, a criatividade e a colaboração. Os exemplos demonstram a capacidade de transpor conhecimentos teóricos para a prática, gerando impacto social e ambiental. Tal articulação concretiza as diretrizes da BNCC e reforça o papel da escola como espaço de inovação e de desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI.

3 METODOLOGIA

Este estudo fundamenta-se na perspectiva da pesquisa aplicada articulada à extensão universitária, em consonância com as diretrizes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que reconhece a extensão como dimensão indissociável do ensino e da pesquisa na pós-graduação *stricto sensu*. Conforme orientações da CAPES, especialmente no contexto da curricularização da extensão e da valorização do impacto social da ciência, ações extensionistas podem constituir espaços legítimos de produção de conhecimento, desde que sistematizadas, analisadas criticamente e fundamentadas teoricamente.

Nesse sentido, a extensão, neste trabalho, não se configura apenas como aplicação ou difusão do conhecimento, mas como estratégia metodológica para análise das contribuições da Educação STEAM mediada por tecnologias ambientais à promoção da sustentabilidade, especialmente em contextos educacionais reais. É importante esclarecer que o foco central deste trabalho não reside na avaliação técnica ou no desempenho operacional das tecnologias ambientais em si, mas em seu uso pedagógico como instrumentos formativos no contexto da Educação Básica.

O interesse investigativo concentra-se na maneira como essas tecnologias podem atuar como mediadoras da aprendizagem, favorecendo a compreensão de fenômenos socioambientais, o desenvolvimento de competências investigativas e a construção de soluções sustentáveis. Ao privilegiar a dimensão educativa, o estudo reconhece as tecnologias ambientais como recursos didáticos capazes de potencializar práticas interdisciplinares, promover o engajamento estudantil e ampliar as possibilidades de integração entre teoria e prática no âmbito da Educação STEAM.

Esta dissertação está organizada em quatro etapas principais: (I) Revisão integrativa da literatura; (II) Construção e validação de um *e-book*; (III) Implementação extensionista e avaliação formativa; e (IV) Evidências de aprendizagem. As etapas são interdependentes e orientadas pela perspectiva da pesquisa qualitativa em interface com o campo da abordagem STEAM e da sustentabilidade, em conformidade com os princípios da pós-graduação acadêmica e do compromisso social da extensão universitária.

Etapas I – Revisão integrativa da literatura

A revisão integrativa foi conduzida a partir de uma pergunta norteadora relacionada à interface STEAM–sustentabilidade. O processo metodológico seguiu as etapas de delimitação do problema, definição dos descritores, critérios de inclusão e exclusão, busca sistematizada em bases nacionais e internacionais, seleção dos estudos e síntese crítica dos resultados. A apresentação dos achados foi estruturada conforme o fluxograma PRISMA, indicando quantitativamente cada etapa do processo: número de estudos identificados, triados, avaliados na íntegra, excluídos com justificativa e incluídos na revisão final. Esse registro tornou o percurso metodológico transparente e rastreável, permitindo visualizar o refinamento progressivo dos resultados do prisma. A análise resultante evidenciou tendências, lacunas teórico-metodológicas e potencialidades formativas relacionadas a tecnologias ambientais mediadas pela abordagem STEAM, fundamentando o desenvolvimento do *e-book* proposto.

Etapa II – Desenvolvimento do produto educacional

A partir das lacunas identificadas na revisão integrativa, foi elaborado, como produto educacional, um *e-book* para professores e estudantes do ensino médio contendo temas transversais em tecnologias ambientais, articulando a Educação STEAM aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e às competências gerais da BNCC. O *e-book* foi desenvolvido no *software* Figma, ferramenta de *design* colaborativo para a criação de produtos significativos.

Etapa III – Implementação extensionista e avaliação

O *e-book* foi implementado no evento Ceará STEAM: Justiça climática, realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE/Juazeiro do Norte), promovido no âmbito do Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação (PROEXT-PG/CAPES), por meio do minicurso, cuja temática foi “Abordagem STEAM na educação básica”, e da oficina “Quimioteca, com a participação de professores e alunos da rede pública do estado do Ceará”.

Etapa IV – Evidências de aprendizagem

As evidências de aprendizagem foram construídas por meio do instrumento avaliativo rubrica. Os dados foram examinados à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), articulada às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), de modo a contemplar dimensões cognitivas, socioambientais e atitudinais alinhadas ao enfoque STEAM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Revisão integrativa

Nesta dissertação, optou-se pela realização de uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de descrever o papel das tecnologias ambientais no contexto da Educação STEAM. Para isso, foram consultadas bases de dados relevantes disponíveis no portal da CAPES, tais como *American Chemical Society (ACS)*, *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*, utilizando-se as etapas definidas pelo protocolo PRISMA: formulação da pergunta de pesquisa, seleção, avaliação dos estudos, coleta, análise, síntese e apresentação dos dados, seguidas da redação dos resultados. A pergunta norteadora que guiou a investigação foi: "Como a abordagem STEAM pode contribuir para a preservação ambiental e a sustentabilidade?" Desse modo, os descritores: (1) STEAM; (2) STEM; (3) Sustentabilidade; e (4) Educação foram inseridos nos bancos de dados citados, nas seguintes combinações: 1 AND/OR 2 AND/OR 3 AND/OR 4 para os idiomas português, inglês e espanhol.

Buscou-se selecionar descritores mais abrangentes a fim de compilar o maior número de estudos e evitar a perda de pesquisas relevantes a serem incluídas. A coleta dos estudos se deu nos meses de maio e junho de 2024, e a abordagem analítica empregada consistiu na produção de uma tabela dos principais achados, distinguindo informações relevantes nos artigos revisados. Dos estudos identificados que tratam a Educação STEAM no que concerne como transformação pedagógica, os quais incorporam potencialidades, conhecimentos e experiências, os itens extraídos foram relacionados a informações para autor, ano de publicação, país e origem da temática.

Na exploração dos dados, foram utilizados os critérios de identificação, a partir da leitura do título, resumo e palavras-chave conforme a temática pesquisada, nesse sentido foram identificados 134 artigos nas bases de dados.

O processo de seleção efetuou-se nos artigos com a temática STEAM relacionados ao meio ambiente e ao interesse e necessidade da pesquisa proposta (n=80). Após a aplicação dos critérios com base nos títulos e resumos, foram removidos os artigos duplicados (n=35), por meio da plataforma de gerenciamento zotero, obtendo-se um total de 45 artigos.

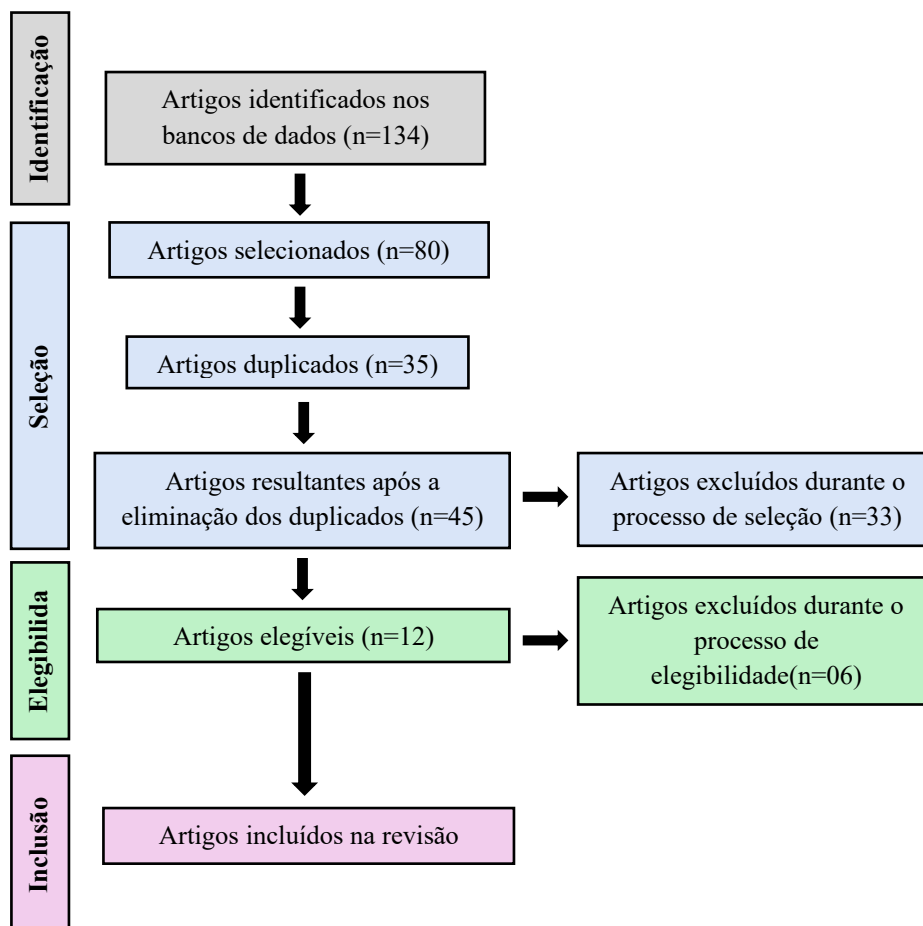
Por outro lado, foram excluídos trabalhos que não estivessem completamente disponíveis, ou seja, artigos que não apresentaram resumos ou que somente disponibilizavam resumos. Ademais, foram excluídos artigos que não se encaixavam ao assunto principal da pesquisa, inconclusivos ou duvidosos (n=33).

Os critérios de elegibilidade sucederam-se a partir da leitura na íntegra dos textos selecionados para verificar a relação direta com a questão norteadora, logo foram excluídos artigos que não atenderam à pergunta do estudo (n=12).

Com isso, foram incluídos 06 artigos científicos para a pesquisa que estavam voltados para a temática em estudo, contribuindo para uma revisão sistemática e aprofundada referente à revisão integrativa indexados nos bancos de dados dos últimos 5 anos (n=06).

Para garantir a transparência e o rigor metodológico do processo de seleção dos estudos incluídos neste estudo, foi utilizado o fluxograma PRISMA (Moher *et al.*, 2009), ressaltando que a adoção desse instrumento contribuiu significativamente para a qualidade, confiabilidade e aceitabilidade acadêmica da pesquisa, assegurando o seguimento de todas as etapas, desde a identificação até a inclusão final dos artigos analisados, visando a facilitar a compreensão visual e a leitura objetiva do percurso metodológico adotado. Apresenta-se, a seguir, a amostragem dos estudos por meio do fluxograma PRISMA, conforme ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1 – Fluxograma de amostragem dos estudos incluídos para síntese qualitativa



Fonte: Adaptado do Prisma (2009)

O resultado geral resultou em 134 artigos, sendo os maiores percentuais distribuídos nas bases de dados *Web of Science* (47,01%) e *Scopus* (32,09%). A combinação que mais retornou publicações foi: 1 AND/OR 2 (65,67%), 1 AND 3 AND 4 (34,33%) (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Quantitativo de estudos encontrados nos bancos de dados visitados

Banco de dados	Combinação 1 AND/OR 2	Combinação 1 AND 3 AND 4	Total	%
<i>Web of Sciece</i>	40	23	63	47,01%
<i>American Chemical Society</i>	2	1	3	2,24%
<i>Scielo</i>	17	8	25	18,66%
<i>Scopus</i>	29	14	43	32,09%
Total	88	46	134	100,00%
%	65,67%	34,33%	100%	100,00%

Fonte: Elaboração própria (2024)

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade na triagem e seleção dos estudos com base no fluxograma amostral do PRISMA, obteve-se 35 artigos repetidos, 33 artigos excluídos na etapa de pré-seleção e 06 excluídos na etapa de leitura na íntegra, devido a não estarem em consonância com o objetivo geral desta pesquisa. Com efeito, a amostra final foi constituída em 06 artigos.

A abordagem STEAM voltada para questões ambientais e de sustentabilidade tem recebido atenção limitada nos últimos cinco anos. Essa lacuna indica que, apesar do crescente interesse por metodologias ativas e interdisciplinares, a integração efetiva dessas temáticas ainda se mostra incipiente. A maioria dos estudos encontrados concentrou-se na construção de protótipos e na aplicação de atividades práticas dentro da perspectiva STEAM, porém com pouca ênfase na contextualização crítica dos problemas ambientais e na promoção da consciência ecológica. Isso evidencia a necessidade de um direcionamento mais intencional da Educação STEAM, que vá além da inovação tecnológica e promova uma formação cidadã comprometida com a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Constatou-se, ainda, um número considerável de estudos incluídos publicados no idioma inglês, indicando o potencial de internacionalização, mas, também, a necessidade de produções representativas em outros idiomas com a temática voltada à sustentabilidade.

As bases de dados *Web of Science* e *Scopus* foram as que apresentaram maior número de pesquisas relacionadas à pergunta norteadora. Nesse sentido, a escolha dessas bases se justifica por estarem vinculadas à plataforma CAPES, reconhecida como a principal referência para o ensino e a pesquisa no País, além de reunir produções científicas de relevância mundial. Por outro lado, a base de dados da *American Chemical Society* (ACS) apresentou uma quantidade limitada de publicações sobre Educação STEAM e sustentabilidade, o que pode ser explicado pelo seu foco predominante em pesquisas específicas da área de Química. Dessa

forma, esse resultado evidencia uma lacuna na abordagem da temática no escopo da ACS, o que reforça a necessidade de maior integração entre as discussões sobre educação interdisciplinar e sustentabilidade no contexto do ensino de Química.

A implementação de metodologias ativas e centradas no estudante mostra-se essencial para promover a conscientização ambiental, incentivando práticas voltadas ao uso responsável dos recursos naturais e à mitigação das mudanças climáticas. Contudo, apesar da relevância do tema, a articulação entre a Educação STEAM e a sustentabilidade ambiental ainda se apresenta de forma incipiente na literatura científica, como demonstra a identificação de apenas seis estudos diretamente relacionados a essa abordagem. Dessa forma, destaca-se a urgência de aprofundar pesquisas nessa área, alinhando a prática educacional aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Sobre isso, ressalta-se o que Nascimento, Silva e Dantas Filho (2023) disseram:

Os ODS são necessários para articular o crescimento sustentável e o desenvolvimento da cidadania, contendo estratégias e iniciativas de monitoramento e de gestão compartilhada, as quais podem provocar a participação ativa dos entes federados, da sociedade civil e do setor privado no acompanhamento das metas dessa importante agenda mundial. Conjuntamente, nesse desafio, é atribuída à educação a finalidade de contribuir com ações que colaborem com a compreensão de tais metas, bem como, com o uso de práticas de ensino que depositem os saberes a serviço do entendimento das causas e consequências da utilização prejudicial dos recursos naturais, em favor do desenvolvimento das pessoas e do planeta (Nascimento; Silva; Dantas Filho, 2023, p. 3).

A integração entre a abordagem STEAM e a temática da sustentabilidade ambiental configura-se ainda como um campo em consolidação, marcado pela escassez de produção científica consistente. Essa lacuna revela-se especialmente relevante diante da importância do tema no cenário educacional contemporâneo e de sua estreita relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Este estudo está no enfoque dado às tecnologias ambientais no âmbito da Educação STEAM, contudo, a identificação de apenas seis artigos, os quais tratam diretamente dessa interface, evidencia a necessidade urgente de aprofundamento teórico e empírico, a fim de ampliar a compreensão e favorecer a consolidação dessa área emergente. Expandir essa abordagem ao longo da Educação Básica pode contribuir significativamente para a formação de cidadãos críticos, éticos e comprometidos com um futuro mais sustentável. Ademais, as políticas públicas educacionais voltadas à tecnologia visam a integrar o uso de ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem, com o objetivo de modernizar as práticas pedagógicas e preparar os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo por meio de ferramentas que ajudem a combater desastres ambientais e/ou cooperem com um mundo sustentável.

A partir dos artigos selecionados, concluiu-se que o STEAM é uma abordagem pouco utilizada na educação infantil e no ensino fundamental I, entretanto, essa abordagem pode e deve ser aplicada em todas as etapas da Educação Básica, sobretudo com uma cultura ética que encoraje os alunos a analisar, colaborar, avaliar e resolver problemas, integrando com conhecimento prévio e informações recém-aprendidas que ilustram a eficácia da abordagem em melhorar o engajamento e o pensamento crítico entre os estudantes. Concluiu-se, ainda, ser crucial que políticas sejam implementadas de maneira equitativa e inclusiva, considerando as diversas realidades sociais e regionais, e que envolvam todos os agentes educacionais (governo, escolas, professores, estudantes e sociedade) para que se tornem eficazes. E, por fim, faz-se necessária uma reavaliação da abordagem convencional e a busca por estratégias que fomentem a criatividade e a individualidade dos estudantes.

Para Souza, Silva e Carvalho (2010), a revisão integrativa caracteriza-se por ser “a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, permitindo a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para uma compreensão completa do fenômeno analisado” (p. 106). Essa característica metodológica ampliou significativamente o escopo da análise, possibilitando a identificação e avaliação crítica de estudos voltados à aplicação da abordagem STEAM em iniciativas de desenvolvimento sustentável. Desse modo, a revisão realizada fundamentou teoricamente este trabalho dissertativo, como também ofereceu subsídios relevantes para a formulação de novas pesquisas e projetos voltados à educação básica, reforçando a importância da articulação entre ciência, tecnologia e responsabilidade socioambiental no campo educacional.

Portanto, a revisão integrativa sobre o tema **"Tecnologias ambientais na perspectiva da educação STEAM"** representou um importante avanço na consolidação do conhecimento científico nessa área interdisciplinar. Esta pesquisa possibilitou mapear, analisar e sintetizar as principais produções acadêmicas que discutem o uso de tecnologias voltadas para a sustentabilidade ambiental no contexto da abordagem STEAM, com foco na Educação Básica. A relevância deste estudo contribui para o fortalecimento teórico e metodológico das práticas educativas que articulam tecnologia e sustentabilidade de forma integrada e crítica, além de fornecer um panorama atual das tendências, lacunas e potencialidades existentes na literatura, servindo como base para novos projetos, pesquisas e intervenções pedagógicas.

O reconhecimento desta revisão por meio de sua publicação corrobora a qualidade metodológica do trabalho, assegurada por critérios rigorosos de seleção, análise e síntese dos dados. Dessa forma, o estudo publicado amplia o debate sobre inovação educacional e

responsabilidade socioambiental e reafirma a importância da educação STEAM como ferramenta formativa para a construção de uma cidadania ativa, científica e sustentável. Segue o **Quadro 2** com os artigos selecionados nesta revisão.

Quadro 2 – Lista de artigos analisados na revisão integrativa

(Continua)

Ano	Autoria	Título	Base de dados	País	Ideia principal do artigo
2020	Luísa Sprenger de Oliveira; Esoline Helena Cavalli Zamarian	Brinquedo pedagógico para o desenvolvimento da consciência ambiental	Scopus	Brasil	Aprendizagem STEAM e o Gerenciamento de resíduos sólidos através de um brinquedo sustentável.
2021	Rubiane Duarte Masulck; Luciane Mônica Gonçalves Mansano; Samira Andrade da Silva; Ana Rafaéle Freitas dos Santos; Wilians Guimarães Vieira; Maria Auxiliadora Motta Barreto.	Metodologia Steam e agenda 2030 como aliados na construção de protótipo de parque de diversão sustentável	Web of Science	Brasil	Construção de um parque de diversão sustentável a partir da abordagem STAEM e a agenda 2030
2022	Shih-Yun Lu; Chu-Lung Wu; You-Ming Huang	Evaluation of Disabled STEAM -Students' Education Learning Outcomes and Creativity under the UN Sustainable Development Goal: Project-Based Learning Oriented STEAM Curriculum with Micro:bit	Web of science	Taiwan	Projeto STEAM Micro:bit para estudantes com deficiência

Quadro 2 – Lista de artigos analisados na revisão integrativa

(Conclusão)

Ano	Autoria	Título	Base de dados	País	Ideia principal do artigo
2022	Elisa Gavari-Starkie; Patricia-Teresa Espinosa; Gutiérrez; Cristina Lucini-Baquero	Sustainability through STEM and STEAM Education Creating Links with the Land for the Improvement of the Rural World	Scopus	Espanha	Educação STEAM e equidade no meio rural. Elaborando tecnologias sustentáveis
2022	Yuli Rahmawati, Elisabeth Taylor, Peter Charles Taylor, Achmad Ridwan, Alin Mardiah	Students' Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning	Scopus	Indonésia	STEAM baseado em dilemas éticos: estudantes como agentes de sustentabilidade ambiental.
2024	Rumi Haraguchi; Genki Shiihashi; Asami Ohnuki; Junko Ishizawa	A Study on Japanese-Style STEAM Practices about "Paper" for Early Childhood Education Focusing on the Sustainability Competencies	Scopus	Tailândia	Práticas de educação STEAM para a sustentabilidade

Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise dos seis estudos selecionados na revisão integrativa, conduzida segundo o protocolo PRISMA, evidencia um número considerado insuficiente para sustentar generalizações robustas acerca da temática investigada. Embora esses estudos permitam traçar um mapeamento inicial e identificar tendências relevantes, o conjunto é ainda limitado para afirmar a existência de um campo consolidado ou para estabelecer conclusões amplas. Assim, os achados foram interpretados com cautela, destacando-se a necessidade de ampliar futuras buscas, diversificar fontes e incorporar novas pesquisas que fortaleçam a evidência científica sobre o tema. Esse cenário reflete o caráter emergente da temática e a influência de um recorte temporal restrito, que pode ter excluído estudos anteriores ou produções ainda em desenvolvimento.

Além disso, a concentração de artigos em determinados idiomas e regiões sugere um possível viés linguístico e geográfico, o que restringe a abrangência da síntese e pode comprometer a representação de experiências desenvolvidas em outros contextos culturais e educacionais. Diante dessas limitações, as conclusões derivadas desta revisão devem ser entendidas como exploratórias, oferecendo um panorama inicial, mas não suficiente para sustentar afirmações universais ou conclusões definitivas. Assim, reforça-se a necessidade de ampliar futuras investigações, diversificar bases de dados, incorporar outras línguas e aumentar o período de busca, visando a fortalecer a consistência e a representatividade das evidências sobre a relação entre STEAM, tecnologias ambientais e sustentabilidade.

4.2 Produto educacional

Diante dos desafios socioambientais contemporâneos, a escola assume um papel estratégico na formação de sujeitos conscientes, críticos e comprometidos com a sustentabilidade. Nesse contexto, o uso de tecnologias ambientais no ambiente escolar emerge como uma ferramenta pedagógica capaz de integrar inovação, responsabilidade ecológica e desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. No entanto, muitos docentes ainda enfrentam dificuldades quanto à inserção efetiva dessas tecnologias em suas práticas pedagógicas, seja pela falta de formação específica, seja pela ausência de materiais de apoio que articulem teoria e prática de forma acessível e significativa. (Ertmer, 1999; Mishra; Koehler, 2006).

Com base nessa lacuna, foi elaborado um *e-book* com o objetivo de subsidiar o trabalho dos professores e estudantes do ensino médio, oferecendo orientações didáticas, exemplos práticos e propostas de atividades que conectam os conteúdos curriculares à temática ambiental, sob uma perspectiva crítica, interdisciplinar e alinhada à abordagem STEAM e sustentabilidade. O ensino médio representa um momento estratégico para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que ampliem a autonomia intelectual, estimulem a reflexão crítica e favoreçam a construção de projetos de vida. Trata-se de uma fase marcada por importantes tomadas de decisão, em que a escola assume papel central ao oferecer experiências formativas que conectem o conhecimento científico às demandas sociais e tecnológicas da atualidade. Nessa etapa da Educação Básica, os jovens encontram-se em processo de escolha profissional e de consolidação de competências essenciais para a vida acadêmica, cidadã e laboral. Por esse motivo, a escolha por elaborar um *e-book* com práticas STEAM no ensino médio justifica-se pela necessidade de preparar os estudantes para a continuidade dos estudos e inserção no

mundo do trabalho e para o exercício pleno da cidadania em uma sociedade em constante transformação.

A formação docente voltada ao uso pedagógico das tecnologias ambientais se faz necessária. Dialogando com isso, o *e-book* torna-se um instrumento de apoio à construção de práticas educativas inovadoras, contextualizadas e transformadoras. Nele, foram elaborados cinco capítulos que compõem o material didático desta dissertação, o qual será anexado no apêndice do trabalho. Essa produção foi planejada de forma cuidadosa, estruturando-se em consonância com os objetivos de aprendizagem, bem como com as competências gerais e específicas previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), possibilitando a orientação para a formação integral dos estudantes (Brasil, 2018). Além disso, o material encontra-se alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecendo uma proposta pedagógica direcionada ao ensino médio.

Cada capítulo aborda temáticas relacionadas às tecnologias ambientais, propondo atividades interdisciplinares que articulam conteúdos das áreas de Ciências da Natureza e suas tecnologias de forma interdisciplinar. O alinhamento à BNCC garante que os materiais respeitem as diretrizes nacionais da educação e ampliem as possibilidades de trabalho docente, oferecendo propostas pedagógicas que estimulem o pensamento crítico, a resolução de problemas reais e a compreensão dos desafios socioambientais contemporâneos. Além disso, o material pedagógico foi concebido com base em abordagem ativa, investigativa e centrada no protagonismo estudantil, promovendo o desenvolvimento de habilidades essenciais à formação cidadã, tais como a colaboração, a argumentação científica, a criatividade e a tomada de decisões conscientes em relação à sustentabilidade. Dessa forma, os materiais contribuem para o fortalecimento de práticas pedagógicas inovadoras, coerentes com a proposta da educação ambiental e da abordagem STEAM.

O *e-book* foi desenvolvido no *software* Figma com o intuito de ampliar o acesso ao conhecimento e disponibilizar, de forma clara e organizada, o produto educacional desta pesquisa. Esse material reúne, de maneira didática e visualmente atrativa, os conceitos práticos e reflexões que fundamentam o estudo, servindo como um recurso complementar para estudantes, docentes e demais interessados na temática. O **Quadro 3** apresenta a organização dos capítulos que compõem o e-book, evidenciando a estrutura lógica do material e os conteúdos abordados.

Quadro 3 – Conteúdo do EBOOK

(Continua)

CAP.	Título	Temática principal	Habilidades BNCC	ODS relacionado
Cap.1	Corrida da água	Estação de tratamento da água	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservação em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	4.Educação de Qualidade 6.Água potável e saneamento; 11.Cidades e comunidades sustentáveis; 12.Consumo e produção responsáveis
Cap. 2	Filtro Purificador	Água limpa e tratada	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservação em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	6.Água potável e saneamento 11.Cidades e comunidades sustentáveis 12.Consumo e Produção responsáveis
Cap.3	Jardim Filtrante	Redução de águas cinzas	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das práticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	6.Água potável e saneamento; 11.Cidades e comunidades sustentáveis; 12.Consumo e produção responsáveis

Quadro 3 – Conteúdo do EBOOK

(Conclusão)

CAP.	Título	Temática principal	Habilidades BNCC	ODS relacionado
Cap.4	Missão ODS	Atitudes sustentáveis	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	3. Saúde e bem-estar; 4. Educação de qualidade; 6. Água potável e saneamento; 7. Energia limpa e acessível; 8.Trabalho decente e crescimento econômico; 9.Indústria, inovação e infraestrutura; 16.Paz, Justiça e instituições eficazes; 17.Parcerias e meios de implementação.
Cap.5	Pluviômetro	Precipitação regional	(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas e tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.	4.Educação de Qualidade. 12.Consumo e Produção, Responsáveis. 13.Ação contra a Mudança Global do Clima. 15. Vida Terrestre.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Cada capítulo foi concebido de forma articulada, com o objetivo de orientar o leitor ao longo do percurso formativo proposto, favorecendo a compreensão dos conceitos e da proposta didática desenvolvida. Essa organização busca assegurar coerência entre os objetivos educacionais e as atividades apresentadas ao longo do material pedagógico no contexto da abordagem STEAM.

- Capítulo 1 – Corrida da Água: Esse capítulo foi elaborado para inserir os estudantes nos processos de tratamento da água, conectando conceitos científicos fundamentais às situações cotidianas relacionadas ao uso consciente dos recursos hídricos. A atividade favorece a compreensão das transformações da matéria e da energia envolvidas nos sistemas de saneamento, promovendo o pensamento analítico e a tomada de decisões sustentáveis, conforme a habilidade EM13CNT101 da BNCC. Além disso, estabelece uma base conceitual essencial para discutir saneamento básico, qualidade de vida e sustentabilidade urbana, alinhando-se aos ODS 4, 6, 11 e 12.
- Capítulo 2 – Filtro Purificador: O capítulo foi desenvolvido com o objetivo de aprofundar o entendimento sobre a importância da água limpa e tratada, por meio da construção e análise de um filtro purificador. A proposta pedagógica estimula a aplicação prática de conceitos científicos relacionados à conservação da matéria e à sustentabilidade, permitindo que os estudantes relacionem teoria e prática de forma significativa. Ao abordar soluções simples e acessíveis para o tratamento da água, o capítulo contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes, em consonância com a habilidade EM13CNT101 e os ODS 6, 11 e 12.
- Capítulo 3 – Jardim Filtrante: Esse capítulo foi elaborado para discutir a redução e o reaproveitamento de águas cinzas, destacando a importância da preservação ambiental e da biodiversidade. A proposta favorece a reflexão sobre os impactos das ações humanas nos ecossistemas e incentiva a adoção de práticas sustentáveis no contexto local. Ao integrar conhecimentos científicos e ambientais, o capítulo desenvolve a habilidade EM13CNT206, promovendo uma visão sistêmica da sustentabilidade e contribuindo para os ODS 6, 11 e 12.
- Capítulo 4 – Missão ODS: O capítulo “Missão ODS” foi concebido para ampliar a compreensão dos estudantes sobre as atitudes sustentáveis e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A proposta pedagógica estimula o protagonismo juvenil, a reflexão crítica e o engajamento social, ao relacionar ciência,

políticas públicas e práticas ambientais. Dessa forma, o capítulo fortalece a habilidade EM13CNT206 e promove uma formação integral, conectando educação, saúde, energia, inovação, justiça social e parcerias, conforme os ODS 3, 4, 6, 7, 8, 9, 16 e 17.

- Capítulo 5 – Pluviômetro: Esse capítulo foi elaborado para possibilitar a análise da precipitação regional (região Nordeste), promovendo a compreensão das propriedades dos materiais e sua aplicação na construção de instrumentos científicos simples. A atividade favorece a investigação do clima local e suas implicações ambientais, incentivando a proposição de soluções sustentáveis adequadas ao contexto dos estudantes. Alinhado à habilidade EM13CNT307, o capítulo contribui para o desenvolvimento do pensamento científico e da consciência ambiental, dialogando com os ODS 4, 12, 13 e 15.

O *e-book* desenvolvido demonstra contribuição relevante para o processo de ensino aprendizagem, elaborado como material de apoio didático que facilita a mediação do conhecimento, alinhada à BNCC e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), oportunizando uma aprendizagem mais significativa ao relacionar conteúdos curriculares a contextos contemporâneos. Além de estimular a prática de professores com um método inovador, tornando-se uma ferramenta eficaz na construção de uma educação contextualizada, participativa e comprometida com a sustentabilidade.

A seguir, disponibiliza-se o *link* para acessá-lo, possibilitando sua leitura integral e navegação pelas diferentes seções que compõem o conteúdo produzido. *E-book*: <https://duct-affix-15925672.figma.site/> *Site*: <https://duct-affix-15925672.figma.site/>.

4.3 Ação extensionista

A execução do projeto ocorreu durante o Evento Regional Ceará STEAM: Justiça Climática, realizado no Instituto Federal do Ceará (IFCE) nos dias 8 e 13 de outubro do corrente ano, *Campus Juazeiro do Norte*. O evento foi marcado pela vivência de práticas sustentáveis e pela valorização da biodiversidade, promovendo a integração entre instituições, ideias e propósitos, em uma articulação que uniu ciência, tecnologia e responsabilidade social. O evento contou com a participação de aproximadamente 280 pessoas e incluiu programações diversas, como palestras, minicursos e mesas-redondas. Esse espaço configurou-se como um ambiente privilegiado de diálogo entre educadores, estudantes e pesquisadores, possibilitando o compartilhamento de experiências exitosas e a construção colaborativa de soluções para

desafios socioambientais contemporâneos, além de apresentar os resultados das oficinas desenvolvidas. Assim, a iniciativa fortaleceu o protagonismo estudantil, fomentou o debate entre diferentes atores sociais e evidenciou o papel da Educação STEAM na formação de uma consciência crítica e no incentivo à inovação, reafirmando o compromisso com a Justiça Climática em contextos regionais. Ressalta-se que o evento foi promovido no âmbito do Programa de Extensão da Educação Superior na Pós-Graduação (PROEXT-PG/CAPES), vinculado ao projeto de pesquisa “Abordagem STEAM na Educação Básica”, o qual recebeu fomento com o propósito de fortalecer as atividades extensionistas na pós-graduação por meio da integração entre ensino, pesquisa e extensão. A ação contou com a participação de professores da Educação Básica e do ensino superior, bem como de estudantes da rede pública estadual do município de Juazeiro do Norte – CE.

O evento, ao articular ciência, inovação e justiça social, destacou-se como uma ação de extensão essencial para o fortalecimento dos vínculos entre a instituição acadêmica e a comunidade externa. A programação contemplou atividades diversificadas, como palestras, mesas-redondas, minicursos e oficinas, voltadas não apenas ao público interno do IFCE, mas também a professores da rede básica de ensino no Ceará, estudantes de outras instituições e profissionais da área ambiental, ampliando o alcance e o impacto social da iniciativa. A presença de especialistas renomados, como a Prof^a Dr^a Alicia Kowaltowski (USP), vencedora do Prêmio Internacional L’Oréal-UNESCO para Mulheres na Ciência 2024 pela América Latina e Caribe, aliada à oferta de minicursos e oficinas práticas, como “Abordagem STEAM na Educação Básica” e “Quimioteca: Ludicidade no Ensino de Ciências”, evidencia o compromisso do evento com a democratização do conhecimento, a formação continuada de educadores e a promoção de práticas educativas inovadoras voltadas à sustentabilidade e à justiça climática.

Os resultados da aplicação do *e-book* durante as oficinas citadas foram avaliados por meio de uma rubrica avaliativa do tipo analítica, configurada como relato de experiência inserido no contexto da pesquisa e fundamentado nas evidências de aprendizagem observadas. Assim, a iniciativa articulou ciência, educação e sustentabilidade, promovendo a integração entre escolas, universidades e comunidades na construção colaborativa de soluções inovadoras para desafios ambientais e sociais. Após a aplicação prática do projeto com a comunidade extensionista, a experiência foi compartilhada no III Fórum de Extensão do IFCE *campus* Crateús, com o tema “Extensão: da intenção à práxis, ações de fortalecimento de comunidades e de territórios no âmbito dos Institutos Federais”. O evento teve como propósito consolidar a

curricularização da extensão, valorizar práticas desenvolvidas no IFCE, ampliar parcerias externas, discutir estratégias de captação de recursos e contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas aos territórios cearenses. A participação no Fórum representou uma oportunidade significativa de diálogo, troca de saberes e formação de redes colaborativas, fortalecendo o papel da extensão como elemento articulador entre ensino, pesquisa e transformação social. A experiência destacou-se como um exemplo concreto de como práticas pedagógicas inovadoras, como a abordagem STEAM, podem extrapolar os limites da sala de aula e promover impactos concretos na comunidade.

4.4 Evidências de aprendizagem

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta a Educação Básica no Brasil e propõe que a avaliação seja voltada para o desenvolvimento integral do estudante, em consonância com os objetivos de aprendizagem e o desenvolvimento previstos para cada etapa da educação. A avaliação integral do estudante busca promover uma abordagem mais ampla e holística do aprendizado, levando em consideração o desempenho acadêmico e alguns aspectos, como o desenvolvimento pessoal, social e emocional dos estudantes (Brasil, 2018). No âmbito das abordagens avaliativas, diversas estratégias podem ser empregadas para evidenciar a aprendizagem, sejam elas de caráter formativo e/ou somativo. Na literatura, a rubrica é o formato mais comumente encontrado na Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP (Bender, 2015).

Esse método avaliativo configura-se como um instrumento sistemático e estruturado, concebido para avaliar o desempenho discente de maneira clara e objetiva. Sua funcionalidade reside na descrição detalhada de critérios específicos e dos níveis de desempenho esperados para uma determinada tarefa ou projeto. Essa descrição detalhada proporciona transparência e consistência no processo avaliativo.

Uma rubrica é útil porque ajuda a definir as expectativas de maneira explícita tanto para os alunos quanto para os avaliadores, permitindo uma compreensão clara do que é esperado em termos de qualidade e competência. Além disso, ela facilita um *feedback* mais detalhado e construtivo, uma vez que o avaliador pode apontar as áreas fortes e as áreas que precisam de melhoria com base nos critérios estabelecidos. Esse instrumento avaliativo se apresenta como uma ferramenta promissora diante de constantes desafios no ensino, pois ela avalia de forma analítica e holística, além de avaliar o desenvolvimento integral dos estudantes, conforme o que as legislações educacionais preconizam. Diante dos vários contextos educativos, faz-se

necessário avaliar de forma objetiva, transparente e consciente, estabelecendo critérios para todos os estudantes, favorecendo a autoavaliação e a reflexão do aluno sobre seu próprio progresso, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades críticas de autoconhecimento.

A rubrica é composta por níveis de desempenho que devem ser suficientemente claros e confiáveis para que os estudantes compreendam o que irá ser avaliado. Ela pode ser elaborada pelo professor ou construída de forma colaborativa com os estudantes. É recomendável que seja apresentada no início ou no final de atividades e projetos para favorecer a autoavaliação, a transparência do processo avaliativo e o desenvolvimento da responsabilidade dos discentes em relação ao próprio desempenho (Bacich; Holanda, 2020). Esse recurso avaliativo descreve, de forma minuciosa, os diferentes níveis de desempenho esperados em relação a indicadores ou critérios específicos, possibilitando uma análise mais precisa do progresso dos estudantes em relação aos objetivos de aprendizagem, consistindo em uma tabela estruturada em linhas (critérios) e colunas (níveis de desempenho), com uma linguagem compreensível para os estudantes, sempre alinhada com os objetivos de aprendizagem, promovendo transparência e protagonismo juvenil. Para Andrade e Vettorazzi (2020, p. 114), as rubricas tornam visíveis os processos de aprendizagem, permitindo aos discentes entenderem os critérios de qualidade de uma produção de modo a participar do próprio processo avaliativo.

A declaração dos autores ilustra um dos principais potenciais pedagógicos da rubrica, que é a capacidade de gerar transparência e compreensão para os estudantes sobre o processo avaliativo. Ao explicitar os critérios e os níveis de qualidade esperados, a rubrica tem um papel orientador na produção dos discentes e, ao mesmo tempo, os engaja ativamente no processo avaliativo, promovendo, também autonomia, autorregulação e consciência metacognitiva. A rubrica alinha-se às atuais concepções da avaliação formativa, a favor do papel do aluno como agente do próprio aprendizado, contrariamente a uma visão meramente punitiva ou classificatória do processo avaliativo. Desse modo, ela se torna uma eficiente ferramenta pedagógica de desenvolvimento de competências, contribuindo para a construção de uma cultura mais dialógica, participativa e formativa.

A aplicação dessa ferramenta, conduzida por meio da observação direta durante as atividades práticas e colaborativas nas oficinas desenvolvidas no evento Ceará STEAM, possibilitou mensurar o engajamento dos participantes em identificar a capacidade em aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos, além de sua disposição para atuar de forma criativa e cooperativa na resolução de problemas reais. O registro sistemático dos comportamentos observados, aliado ao *feedback* coletivo oferecido ao final das atividades, promoveu uma

reflexão crítica sobre os avanços individuais e coletivos, contribuindo para o fortalecimento da aprendizagem significativa. Nesse contexto, o seu uso configurou-se como ferramenta essencial para o desenvolvimento deste relato de experiência, permitindo evidenciar com clareza as contribuições da abordagem STEAM para a promoção de competências cognitivas, socioemocionais e colaborativas no contexto da Educação Básica. Ressalta-se que uma rubrica bem-estruturada orienta o processo avaliativo e favorece a compreensão por parte dos participantes, dos critérios utilizados, estimulando a melhoria contínua a partir de indicadores de excelência, aspecto essencial para uma avaliação em caráter formativo e emancipador.

A rubrica, enquanto instrumento de avaliação formativa, apresenta-se como uma ferramenta pedagógica indispensável para o desenvolvimento integral dos estudantes no contexto da Educação Básica, especialmente quando integrada a práticas inovadoras, como a abordagem STEAM. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece como um dos princípios fundamentais a promoção de competências gerais que envolvem a utilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. Nesse sentido, a rubrica se alinha diretamente a esse propósito ao proporcionar critérios de avaliação claros, multidimensionais e orientados por competências. Ao estruturar descritores graduados para critérios, como criatividade, colaboração, pensamento crítico e protagonismo, aspectos centrais da abordagem STEAM e previstos nas competências gerais da BNCC, a rubrica permite que o processo de ensino-aprendizagem seja acompanhado de forma sistemática, reflexiva e construtiva. Competências como o pensamento científico, crítico e criativo (Competência 2), o repertório cultural (Competência 3), o trabalho e projeto de vida (Competência 6) e a responsabilidade e cidadania (Competência 10) são diretamente contempladas ao avaliar o envolvimento dos estudantes em atividades que promovem a investigação, a expressão e a participação ativa na resolução de problemas reais.

Além disso, ao oferecer ao estudante a clareza sobre os parâmetros que norteiam seu desempenho, ela favorece o desenvolvimento da autonomia e da autorregulação, em consonância com o que a BNCC preconiza em relação à construção dos projetos pessoais e ao reconhecimento do próprio percurso formativo. Nesse processo, o professor também se beneficia, pois o uso de rubricas traz objetividade e consistência para o registro avaliativo, contribuindo para um diálogo pedagógico mais transparente que promove práticas reflexivas alinhadas ao replanejamento e à inovação curricular. Portanto, a sua utilização, integrada à abordagem STEAM, responde às exigências da BNCC no que tange ao desenvolvimento de

competências cognitivas e socioemocionais que fortalecem práticas pedagógicas inovadoras, colaborativas e contextualizadas, favorecendo uma educação transformadora e alinhada aos desafios contemporâneos.

A rubrica, enquanto instrumento avaliativo, tem se consolidado como uma ferramenta pedagógica indispensável no contexto da educação contemporânea, sobretudo em propostas que adotam metodologias ativas, como a abordagem STEAM. Ao estruturar critérios claros de desempenho e descritores graduados, ela permite tornar o processo avaliativo mais transparente, equitativo e formativo, promovendo uma avaliação contínua e mediadora da aprendizagem. Isso se dá em contraste com modelos avaliativos tradicionais, baseados em notas ou impressões subjetivas, além de favorecer uma análise qualificada do desempenho dos estudantes, considerando aspectos, como criatividade, resolução de problemas, autonomia, engajamento e trabalho colaborativo, elementos essenciais no desenvolvimento de competências para o século XXI.

No contexto das atividades STEAM, esse modelo de avaliação assume ainda maior relevância, pois contribui para determinar os resultados finais, o processo, as atitudes e os modos de construção do conhecimento científico e criativo. Do mesmo modo, ao oferecer critérios previamente definidos, ela possibilita ao estudante compreender com clareza o que se espera de sua participação e como pode aperfeiçoar suas habilidades, promovendo o desenvolvimento de metacognição e autonomia sobre o próprio aprendizado.

Outro ponto de destaque diz respeito ao seu potencial para fortalecer práticas reflexivas entre os docentes, ao oferecer uma ferramenta que orienta a observação e o registro de comportamentos e desempenhos, considerando dimensões qualitativas da aprendizagem que, muitas vezes, passam despercebidas em avaliações tradicionais. Dessa forma, a rubrica auxilia no diagnóstico de lacunas e potencialidades, oferecendo subsídios para o replanejamento pedagógico, tornando-se instrumento essencial para processos avaliativos consistentes, coerentes e alinhados às práticas transformadoras da Educação Básica. Russell e Airasian (2014, p. 208) sugerem etapas para elaboração de uma rubrica. São elas:

1. Escolha de um processo ou produto que será avaliado, evitando critérios genéricos ou desvinculados da atividade: Isso garante que ela seja relevante e diretamente ligada aos objetivos da aprendizagem;
2. Definição de critérios de desempenho: Ao explicitar os aspectos que serão avaliados, o método avaliativo se torna transparente, orientando tanto o professor quanto o estudante sobre o que é esperado, promovendo a equidade na avaliação;

3. Número de níveis de desempenho: A escolha de um número adequado de níveis evita avaliações excessivamente simplistas (com poucos níveis) ou confusas (com níveis demais). A seleção de quatro a seis níveis permite distinguir gradualmente o desempenho dos estudantes de forma significativa;
4. Escolha dos termos que serão utilizados nos níveis de desempenho: O uso de termos consistentes, progressivos e compreensíveis facilita a interpretação dos níveis de qualidade, tanto por parte dos professores quanto dos estudantes, favorecendo um *feedback* claro e construtivo;
5. Descrição do critério de desempenho mais alto da rubrica: Começar pela descrição do desempenho exemplar ajuda a estabelecer um padrão de excelência. Isso serve como referência para os demais níveis e fornece ao aluno um modelo concreto do que almeja.

Seguir esses passos certamente ajudará a construir uma rubrica avaliativa eficaz, pois assegura clareza, objetividade e coerência em todo o processo de avaliação, de forma estruturada e fundamentada.

A rubrica avaliativa configura-se como um recurso pedagógico de grande valia no âmbito da avaliação formativa e no desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Sua estrutura clara e rigorosa permite promover a autorregulação da aprendizagem, a autonomia e o protagonismo do estudante. Contudo, nas práticas que envolvem a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), em que o processo investigativo, cooperativo e contextualizado predomina sobre a mera memorização de conteúdos, a rubrica atua como norteadora e reflexiva para estudantes e docentes, tornando explícitos os objetivos, os critérios de qualidade, bem como as funcionalidades de excelência a serem realizadas. Ao explicitar critérios, como a criatividade, a integração de saberes, a resolução de problemas, a comunicação clara e o impacto social, a rubrica valoriza não somente o resultado do produto, mas, também, o caminho formativo, favorecendo uma avaliação mais justa, ética e dialógica. Além disso, a utilização constante dessa ferramenta ajuda a fortalecer o alinhamento entre ensino, aprendizagem e avaliação, o que é condição essencial para práticas pedagógicas consistentes com as novas demandas da educação contemporânea.

A rubrica avaliativa apresentada a seguir (**Quadro 4**) foi elaborada e aplicada no âmbito do projeto de extensão Ceará STEAM, com a finalidade de orientar e sistematizar o processo de avaliação das atividades desenvolvidas. Esse instrumento permitiu acompanhar o desempenho dos participantes de forma criteriosa e transparente, considerando aspectos

qualitativos e processuais, bem como o alcance dos objetivos propostos pelo projeto. Dessa forma, a rubrica contribuiu para a reflexão sobre as práticas realizadas, favorecendo a melhoria contínua das ações extensionistas e a articulação entre teoria e prática.

Quadro 4 – Rubrica aplicada com cursistas no evento Ceará STEAM: justiça climática

Critério	Excelente	Bom	Regular	Insuficiente
Participação	Participa ativamente em todas as discussões e atividades.	Participa da maioria das discussões e atividades.	Participa ocasionalmente, mas não se envolve totalmente.	Não participa das discussões e atividades.
Compreensão e conhecimento dos Conceitos	Demonstra excelente compreensão dos conceitos sobre a temática proposta, aplicando-os corretamente.	Demonstra boa compreensão, mas com algumas falhas na aplicação.	Demonstra compreensão limitada, com várias falhas na aplicação.	Não demonstra compreensão dos conceitos.
Criatividade e Iniciativa	Demonstra criatividade e iniciativa na busca de respostas e soluções durante as atividades propostas.	Demonstra alguma iniciativa.	Demonstra pouca iniciativa.	Não demonstra iniciativa.
Colaboração e Trabalho em Equipe	Demonstra protagonismo, escuta ativa e cooperação efetiva em todas as etapas.	Participa ativamente; contribui para o desenvolvimento coletivo do projeto.	Participa parcialmente; colaboração limitada ao grupo.	Baixa participação individual; ausência de cooperação.

Fonte: Elaboração própria (2025)

A rubrica aplicada com os cursistas durante as oficinas teve como objetivo avaliar, de maneira sistemática e qualitativa, o envolvimento e o desempenho dos participantes nas atividades STEAM desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão Ceará STEAM: justiça climática. No total, 23 pessoas se inscreveram, mas apenas 12 participaram efetivamente das oficinas entre professores e estudantes, o que influenciou diretamente o perfil do grupo avaliado.

Uma das dificuldades que contribuíram para a baixa participação nas oficinas refere-se à ausência de uma divulgação mais direcionada às escolas, o que limitou significativamente um melhor alcance do público-alvo pretendido. Embora o evento tenha contado com divulgação em meio digital, a falta de estratégias específicas de mobilização junto às instituições de ensino, como comunicação direta com gestores, divulgação em reuniões pedagógicas ou articulação com coordenadores escolares, resultou em menor adesão docente e discente. Essa limitação evidencia a importância de ações de divulgação estruturadas, contínuas e alinhadas ao contexto educacional, capazes de sensibilizar a comunidade escolar sobre a relevância da abordagem STEAM e incentivar uma participação mais ampla e representativa em futuras iniciativas formativas.

O instrumento avaliativo foi organizado em quatro eixos principais: participação, compreensão e conhecimento dos conceitos, criatividade e iniciativa, colaboração e trabalho em equipe, cada um descrito em quatro níveis de desempenho: excelente, bom, regular e insuficiente. Os resultados obtidos no **Quadro 4** evidenciam um desempenho excelente e bom entre os critérios avaliados.

No critério **Participação**, o desempenho classificado como bom evidencia um nível consistente de engajamento ao longo das atividades propostas. Os participantes demonstraram interesse ativo e envolvimento significativo, especialmente nas discussões e nas interações relacionadas ao uso das tecnologias ambientais aplicadas a questões socioambientais contemporâneas. Observou-se que, mesmo em um contexto de participação voluntária, houve adesão efetiva às propostas, com contribuições pertinentes, trocas colaborativas e disposição para explorar criticamente as possibilidades pedagógicas das tecnologias apresentadas. A receptividade e as reações positivas dos participantes frente às abordagens tecnológicas adotadas reforçam o potencial dessas ferramentas para estimular o engajamento, a reflexão crítica e a construção coletiva de soluções para problemas ambientais.

No critério **Compreensão e Conhecimento dos Conceitos**, os cursistas tiveram classificação boa, demonstrando uma compreensão consistente dos fundamentos da abordagem

STEAM e de sua articulação com tecnologias ambientais, ainda que com algumas pequenas lacunas na aplicação. Esse resultado indica que, apesar da baixa participação quantitativa, os docentes presentes conseguiram assimilar adequadamente os principais conceitos discutidos.

Os resultados foram ainda mais expressivos nos critérios **Criatividade e Iniciativa e Colaboração e Trabalho em Equipe**, ambos classificados como excelentes. Os participantes evidenciaram postura proativa, capacidade de propor soluções criativas e abertura para explorar novas possibilidades pedagógicas, além de demonstrarem forte espírito colaborativo durante o desenvolvimento das atividades. Esse desempenho revela que, embora poucos em número, os docentes engajados mostraram elevado potencial para incorporar práticas inovadoras em seus contextos educativos e atuar como multiplicadores de processos formativos alinhados à Educação STEAM e à sustentabilidade.

A rubrica, amplamente reconhecida como uma das principais ferramentas avaliativas no contexto de projetos STEAM, foi adotada nesta pesquisa para a avaliação do desempenho dos cursistas no evento extensionista e na análise dos conceitos e práticas propostas de forma objetiva, sistemática e transparente. Sua aplicação demonstrou resultados satisfatórios, mostrando ser um instrumento sensível e eficaz para identificar distintos níveis de desempenho entre os participantes, por possibilitar a análise criteriosa dos processos e produtos desenvolvidos ao longo das atividades propostas. Os registros indicam uma postura colaborativa, marcada pela escuta atenta, pelo respeito às contribuições dos colegas e pela atuação efetiva no trabalho em equipe. Esses indicadores revelam domínio dos conteúdos e desenvolvimento de competências socioemocionais alinhadas à metodologia STEAM, evidenciando um processo de aprendizagem contextualizado e coerente com os objetivos propostos pelas atividades.

Apesar dos resultados positivos identificados, outros fatores apresentaram limitações importantes, especialmente no que se refere ao baixo comparecimento dos inscritos, o que comprometeu a diversidade de perfis e restringiu o alcance formativo esperado. A adesão reduzida a 12 participantes, entre 23 inscritos, evidencia que a dinâmica voluntária e a concorrência com outras atividades do evento não favoreceram um engajamento contínuo, indicando que a estratégia de divulgação e mobilização poderia ser repensada em futuras aplicações, possivelmente por meio de ações mais dirigidas às escolas. Soma-se a isso o fato de que as aplicações foram pontuais e não contaram com comparação com outros grupos, o que limita a possibilidade de generalizar os achados e compreender variações de desempenho em diferentes contextos. Embora os participantes tenham demonstrado boa compreensão dos

conceitos, ainda não sabemos com segurança como esses conhecimentos serão efetivamente transferidos para a prática docente, nem se as competências desenvolvidas se manterão a longo prazo. Esses aspectos apontam para a necessidade de estudos posteriores acompanharem a aplicação real das práticas STEAM nos contextos educacionais dos participantes, permitindo avaliar sua sustentabilidade, impacto e continuidade.

As tecnologias ambientais, neste trabalho, não foram avaliadas sob o ponto de vista de desempenho técnico, mas empregadas como mediadoras pedagógicas no contexto da Educação STEAM, possibilitando a análise de potencialidades e limites dessa abordagem para a promoção da sustentabilidade na Educação Básica.

Embora o estudo apresente limitações, como a natureza pontual das intervenções e a ausência de grupos comparativos, os resultados contribuem para a compreensão do papel da Educação STEAM na formação socioambiental, apontando caminhos para pesquisas futuras de maior aprofundamento investigativo e para o fortalecimento de práticas educacionais alinhadas ao desenvolvimento sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos desafios socioambientais contemporâneos, compreende-se a escola como um espaço estratégico de transformação social, capaz de promover práticas pedagógicas investigativas e contextualizadas que favorecem o desenvolvimento de competências cognitivas, colaborativas e críticas, essenciais à formação integral dos estudantes. Nesse contexto, destaca-se o potencial da abordagem STEAM, especialmente quando articulada ao uso pedagógico das tecnologias ambientais, à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), por possibilitar a integração de saberes e a problematização de questões reais e complexas.

Este estudo configurou-se como uma pesquisa aplicada, de natureza qualitativa e exploratória, desenvolvida a partir da articulação entre uma revisão integrativa da literatura e ações extensionistas sistematizadas. A escolha da extensão universitária como estratégia metodológica mostrou-se coerente com os objetivos da pesquisa e com as diretrizes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para a pós-graduação *stricto sensu*, as quais enfatizam a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, bem como a relevância do impacto social da produção científica.

O desenvolvimento do produto educacional evidenciou bases pedagógicas, organização e intencionalidade formativa, buscando integrar teoria e prática de maneira articulada. Nesse sentido, o material foi concebido para promover o uso pedagógico das tecnologias ambientais em consonância com a abordagem STEAM, com vistas a subsidiar professores e estudantes da Educação Básica na compreensão crítica e no enfrentamento de problemas socioambientais contemporâneos.

As evidências de aprendizagem, identificadas por meio das rubricas avaliativas, revelaram um nível consistente de engajamento e participação dos envolvidos, além de avanços significativos nos aspectos cognitivos, socioambientais e atitudinais. As reações positivas dos participantes frente às tecnologias ambientais propostas reforçam o potencial do produto educacional como uma estratégia pedagógica significativa, contextualizada e passível de replicação em diferentes contextos educativos.

Conclui-se que os objetivos do trabalho foram alcançados, uma vez que o produto educacional desenvolvido e aplicado demonstrou relevância pedagógica ao articulá-lo com a abordagem STEAM, contribuindo para o fortalecimento de práticas educativas orientadas à justiça climática e à sustentabilidade. Espera-se que os resultados desta pesquisa possam inspirar novas ações extensionistas e investigações futuras, ampliando o uso de abordagens integradoras, críticas e interdisciplinares na Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F.; VETTORAZZI, C. A. **Avaliação formativa: práticas com uso de rubricas**. São Paulo: Cortez, 2020.

BACICH, L. ;HOLANDA, L. (org.). **Steam em sala de aula**. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso editora, 2015.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Casa Civil, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

CALIL, B. M.; PUGLIESE, G. **STEM ou STEAM: para que serve o ensino de Arte**. São Paulo: Porvir – Inovações em Educação, 2019.

ERTMER, P. A. Addressing first-and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. **Educational technology research and development**, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 47-61, 1999.

GAVARI-STARKIE, E.; ESPINOSA-GUTIÉRREZ, P.-T.; LUCINI-BAQUERO, C. Sustainability through STEM and STEAM Education Creating Links with the Land for the Improvement of the Rural World. **Land**, [S. l.], v. 11, n. 10, p. 1869, 21 out. 2022.

HENNESSY, S.; WISHART, J.; WHITELOCK D.; DEANEY R.; BRAWN R.; LA VELLE L.; FARLANE A.; RUTHVEN K.; WINTERBOTTOM, M. Pedagogies for developing student agency: A framework and review. **Educational Research Review**, [S. l.], v. 34, p. 100408, 2021.

KIM, B.; PARK, M.; PARK, H. Developing an integrative STEAM education program focused on climate change for middle school students. **International Journal of Science and Mathematics Education**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 1–21, 2019.

LU, S.-Y.; WU, C.-L.; HUANG, Y.-M. Evaluation of Disabled STEAM -Students' Education Learning Outcomes and Creativity under the UN Sustainable Development Goal: Project-Based Learning Oriented STEAM Curriculum with Micro:bit. **Sustainability**, Taiwan, v. 14, n. 2, p. 679, jan. 2022.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record**, [S. l.], v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MOHER, D.; LIBERATI A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Bmj*, [S. l.], v. 339, 2009.
RODRIGUES MOREIRA, F. S.; DE LEMOS CALDAS, F. R. Tecnologias ambientais na perspectiva da educação STEAM. **Revista Ensino em Debate**, Fortaleza, v. 5, p. e2025013, 2025. Disponível em: <https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/138>. Acesso em: 18 jul. 2025.

NASCIMENTO, A. S.; DA SILVA, G. N.; DANTAS FILHO, F. F. Ação educacional sustentável com abordagem steam na educação básica. **Contribuciones a las ciencias sociales**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 21697–21718, out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: Brasil Un, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 23 ago. 2025.

RAHMAWATI, Y.; TAYLOR, E.; TAYLOR, P. C.; RIDWAN, A.; MARDIAH, A. Students Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning. **Sustainability**. [S. l.], v. 14, n. 6, p. 3554, mar. 2022.

RIBEIRO, M. B.; MEDEIROS, M. C. B. Tecnologias digitais e educação ambiental: uma perspectiva interdisciplinar na formação cidadã. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1924–1939, 2020.

ROCHA, J. A. A.; OLIVEIRA, A. T.; MARQUES, L. R. STEAM e sustentabilidade: desafios da formação de professores na era das mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Educação**, [S. l.], v. 27, 2022.

RUSSELL, M. K.; AIRASIAN, P. W. **Avaliação em sala de aula: conceitos e aplicações**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014.

SOUZA, M. F.; SILVA, R. L.; CARVALHO, J. P. Metodologias para revisões sistemáticas: abordagens experimentais e não-experimentais. **Revista Brasileira de Metodologia Científica**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 100-110, 2010.

YAKMAN, G. STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. In: PURDUE UNIVERSITY. (org.). **Purdue University Conference**. Indiana: Purdue University, 2008.

APÊNDICE A – IMAGENS PRODUZIDAS DURANTE A PESQUISA

E- book: <https://duct-affix-15925672.figma.site/>

Site: <https://duct-affix-15925672.figma.site>

Imagem A – Evento Ceará STEAM: justiça climática



Fonte: Foto tirada pelos organizadores do evento Ceará STEAM: Justiça climática (2025)

Imagem B – Aplicação do *e-book* - Corrida da água



Fonte: Foto tirada pelos organizadores do evento Ceará STEAM: Justiça climática (2025)

Imagem C – Demonstração *e-book* - Filtro Purificador



Química IFCE – Juazeiro do Norte (2025)

Fonte: Lab.

Imagem D – Construção – Pluviômetro



Fonte: Foto tirada pelos organizadores do evento Ceará STEAM: Justiça climática (2025)

Imagem E – Oficina Quimioteca



Fonte: elaboração própria (2025)

Imagem F – Demonstração Jardim Filtrante



Fonte: Lab Química IFCE - Juazeiro do Norte (2025)

Imagem G – Apresentação III Fórum de extensão IFCE – Crateús



Fonte: Registro feito pela equipe organizadora do evento (2025)