

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RAFAEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

Design Thinking, STEAM e WebQuests: Uma Proposta Integrada para Inovação na Educação
Básica Brasileira

RIO DE JANEIRO

2025

RAFAEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

Design Thinking, STEAM e WebQuests: Uma Proposta Integrada para Inovação na Educação
Básica Brasileira

Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado ao Instituto de
Computação da Universidade Federal do
Rio de Janeiro como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Bacharel em
Ciência da Computação.

Orientador: Profa. Maria Helena Cautiero Horta Jardim

RIO DE JANEIRO

2025

CIP - Catalogação na Publicação

R484d Ribeiro, Rafael de Oliveira
Design Thinking, STEAM e WebQuests: uma proposta
integrada para inovação na educação básica brasileira
/ Rafael de Oliveira Ribeiro. -- Rio de Janeiro,
2025.
91 f.

Orientadora: Maria Helena Cautiero Horta Jardim.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto
de Computação, Bacharel em Ciência da Computação,
2025.

1. Integração (Design Thinking, STEAM,
WebQuests). 2. BNCC da computação. 3. BNCC geral. 4.
ODS 4 . 5. Educação básica no Brasil. I. Cautiero
Horta Jardim, Maria Helena , orient. II. Título.

RAFAEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

Design Thinking, STEAM e WebQuests: Uma Proposta Integrada para Inovação na Educação
Básica Brasileira

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto de Computação da
Universidade Federal do Rio de Janeiro como
parte dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em 09 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 MARIA HELENA CAUTIERO HORTA JARDIM
Data: 22/05/2026 12:36:55-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Maria Helena Cautiero Horta Jardim, D.Sc.
(IC/UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 LUZIANE FERREIRA DE MENDONÇA
Data: 21/05/2026 23:56:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Luziane F. de Mendonça, D.Sc. (IC/UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 SILVANA ROSSETTO
Data: 19/05/2026 09:15:40-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Silvana Rossetto, D.Sc. (IC/UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela dádiva da vida, pela sabedoria diante das incertezas e pela força que me sustentou em cada passo desta jornada. Sem essa luz e esse amparo, eu não teria chegado até aqui.

Aos meus familiares, deixo meu mais profundo agradecimento por acreditarem em mim, por apoiarem meus sonhos e por nunca deixarem faltar incentivo e amor. Cada gesto de confiança e cada palavra de apoio foram fundamentais para que este momento se tornasse possível.

Uma gratidão especial à minha tia Jailse Almeida, professora da rede pública, por sua presença incansável, por me ensinar sobre escolhas, coragem e aprendizado. Seu apoio e seu orgulho foram o impulso que me manteve firme, mesmo quando o caminho parecia incerto.

Aos meus amigos, que estiveram presentes nos momentos mais desafiadores e nos mais felizes, agradeço por compartilharem comigo risadas, aprendizados e companheirismo. Vocês tornaram o caminho mais leve e significativo.

Expresso também minha gratidão às minhas orientadoras, a professora Maria Luiza, por sua clareza e orientação durante todo o curso, e a professora Maria Helena, pela paciência, dedicação e incentivo constantes ao longo desta pesquisa. Suas orientações não apenas aprimoraram este trabalho, mas também contribuíram para meu crescimento pessoal e acadêmico.

Reconheço as dificuldades e superações dessa caminhada, especialmente a decisão de mudar de cidade em busca de novos horizontes. Foi uma jornada de amadurecimento, marcada por desafios e conquistas que moldaram quem sou hoje.

E, por fim, agradeço a mim mesmo por não ter desistido, por ter acreditado no meu potencial e por ter transformado cada obstáculo em oportunidade de crescimento.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, deixo meu mais sincero e profundo muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a integração das metodologias Design Thinking, STEAM e WebQuest no contexto da educação básica brasileira, considerando as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 4, referente à educação de qualidade. De forma complementar, a análise incluiu referências ao complemento da BNCC da Computação (2022) nas versões integradas e na WebQuest protótipo. A pesquisa, de caráter teórico e exploratório, partiu de revisão da literatura nacional e internacional, evidenciando potencialidades e limitações de cada metodologia. Como proposta, foram delineadas duas versões de integração: a Versão 1, articulando Design Thinking e WebQuest, e a Versão 2, ampliada com a inclusão do STEAM. Para exemplificar as possibilidades de aplicação, foi elaborada uma WebQuest protótipo, desenvolvida no *Google Sites* (ferramenta gratuita de criação de páginas do Google), que demonstra de forma prática como as fases do Design Thinking podem ser integradas às etapas da WebQuest, e de que modo a interdisciplinaridade do STEAM potencializa essa articulação. Além disso, construiu-se uma rubrica de avaliação integrada, fundamentada em instrumentos internacionais já consolidados, reunindo critérios-chave das três metodologias em um formato reduzido e replicável. A análise transversal das aplicações permitiu identificar competências e metas dos ODS mobilizadas de forma intrínseca e condicional, oferecendo subsídios para compreender o alcance e os limites da proposta. Assim, a integração metodológica, apoiada pelo instrumento avaliativo, contribui para o fortalecimento de práticas pedagógicas investigativas, criativas e colaborativas, alinhadas às diretrizes contemporâneas da educação básica.

Palavras-chave: design thinking; STEAM; webquest; educação básica; BNCC; complemento da BNCC da Computação; ODS 4.

ABSTRACT

This study aims to analyze the integration of the Design Thinking, STEAM, and WebQuest methodologies in the context of Brazilian basic education, considering the general competencies of the National Common Curricular Base (BNCC) and the Sustainable Development Goals (SDGs), especially SDG 4, which refers to quality education. Additionally, the study incorporated references to the BNCC Computing Complement (2022) within the integrated versions and in the WebQuest prototype. The research, of theoretical and exploratory character, was based on a review of national and international literature, highlighting the potentialities and limitations of each methodology. As a proposal, two integration versions were outlined: Version 1, combining Design Thinking and WebQuest, and Version 2, expanded with the inclusion of STEAM. To exemplify the possibilities of application, a prototype WebQuest was developed on Google Sites platform, demonstrating how the phases of Design Thinking can be integrated with the stages of the WebQuest and how the interdisciplinary dimension of STEAM enhances this articulation. In addition, an integrated assessment rubric was constructed, grounded in internationally recognized instruments, which gathers key criteria of the three methodologies in a reduced and replicable format. The cross-analysis of the applications allowed the identification of competencies and SDG targets mobilized intrinsically and conditionally, providing insights into the scope and limits of the proposal. Thus, the methodological integration, supported by the assessment instrument, contributes to strengthening investigative, creative, and collaborative pedagogical practices, aligned with contemporary guidelines for basic education.

Keywords: design thinking; STEAM; WebQuest; basic education; BNCC; BNCC Computing Complement; SDG 4.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DT4S	Design Thinking for Sustainability
IFNMG	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
MEC	Ministério da Educação
NSTA	<i>National Science Teaching Association</i> (Associação Nacional de Ensino de Ciências)
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PhET	<i>Physics Education Technology</i> (Tecnologia para o Ensino de Física)
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i> (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes).
SDG	<i>Sustainable Development Goal</i> (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável)

SSI	<i>Socio-Scientific Issues</i> (Questões Sociocientíficas)
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i> (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática)
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA.....	14
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4	METODOLOGIA.....	17
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
5.1	DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO.....	18
5.2	STEAM: EDUCAÇÃO INTEGRADA E CRIATIVA.....	19
5.3	WEBQUESTS COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM ATIVA.....	21
5.4	INTEGRAÇÃO DAS METODOLOGIAS.....	22
5.5	COMPLEMENTO DA BNCC: COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA	22
6	AUTENTICIDADE.....	25
7	DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO.....	27
7.1	ESTUDO 1: DESIGN THINKING NO ENSINO DE QUÍMICA SUSTENTÁVEL NO BRASIL (NASCIMENTO; LEITE, 2024).....	27
7.1.1	Benefícios observados.....	28
7.1.2	Desafios identificados.....	28
7.1.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	29
7.2	ESTUDO 2: DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO NO RIO GRANDE DO SUL (BRUSCHI et al., 2020).....	29
7.2.1	Benefícios observados.....	30
7.2.2	Desafios identificados.....	31
7.2.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	31
7.3	ESTUDO 3: A UTILIZAÇÃO DE DESIGN THINKING PARA PROMOVER A ADOÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO (FARIA et al., 2023).....	31
7.3.1	Benefícios observados.....	33

7.3.2	Desafios identificados.....	33
7.3.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	33
7.4	ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS's INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS AO DESIGN THINKING.....	34
7.4.1	Competências da BNCC e ODS: intrínsecas e condicionais.....	34
7.4.2	Síntese comparativa dos estudos.....	35
8	WEBQUESTS: UMA POTENCIALIDADE EXPLORADA PARA O DESIGN THINKING.....	37
8.1	ESTUDO 1: WEBQUEST NO ENSINO DE INGLÊS (SANTOS, 2012).....	37
8.1.1	Benefícios observados.....	38
8.1.2	Desafios identificados.....	38
8.1.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	39
8.2	ESTUDO 2: WEBQUEST NO ENSINO DE QUÍMICA (AZEVEDO; MIRANDA; OLIVEIRA, 2023).....	39
8.2.1	Benefícios observados.....	40
8.2.2	Desafios identificados.....	41
8.2.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	41
8.3	ESTUDO 3: WEBQUEST NO ENSINO DE RADIOATIVIDADE (ZOCH; VANZ, 2018).....	41
8.3.1	Benefícios observados.....	43
8.3.2	Desafios identificados.....	43
8.3.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	43
8.4	ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS à WEBQUEST.....	43
8.4.1	Competências e ODS: intrínsecos e condicionais.....	44
8.4.2	Síntese comparativa dos estudos.....	45
9	VERSÃO 1: UMA PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO AO MODELO DO EDUCADIGITAL INTEGRANDO WEBQUESTS E DESIGN THINKING.....	46
9.1	BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO DAS WEBQUESTS NO MODELO DO DESIGN THINKING PROPOSTO PELO EDUCADIGITAL.....	47
9.1.1	Análise da BNCC da Computação.....	49
9.2	DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
10	STEAM: FUNDAMENTOS E ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO... 53	

10.1	ESTUDO 1: PROJETO STEAM NA CONSTRUÇÃO DE UMA HORTA ESCOLAR (SOARES, 2023).....	53
10.1.1	Benefícios observados.....	54
10.1.2	Desafios identificados.....	54
10.1.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	54
10.2	ESTUDO 2: AÇÃO FORMATIVA COM ABORDAGEM STEAM NA EDUCAÇÃO BÁSICA (Lima et al., 2022).....	55
10.2.1	Benefícios observados.....	56
10.2.2	Desafios identificados.....	56
10.2.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	56
10.3	ESTUDO 3: EDUCAÇÃO FINANCEIRA EM UM CONTEXTO STEAM NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR (SANTOS, 2024).....	57
10.3.1	Benefícios observados.....	58
10.3.2	Desafios identificados.....	58
10.3.3	Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados.....	59
10.4	ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS AO STEAM.....	59
10.4.1	Competências da BNCC e ODS: intrínsecos e condicionais.....	59
10.4.2	Síntese comparativa dos estudos.....	60
11	VERSÃO 2: INTEGRAÇÃO PLENA DO DESIGN THINKING + WEBQUESTS + STEAM.....	62
11.1	BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO.....	63
11.1.1	Análise da BNCC da Computação.....	65
11.2	DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
12	WEBQUEST: PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PRÁTICA E POSSIBILIDADES DE AVALIAÇÃO.....	69
12.1	CONSTRUÇÃO DA WEBQUEST DE INTEGRAÇÃO METODOLÓGICA..	70
12.1.1	Análise da BNCC da Computação na WebQuest proposta.....	71
12.2	MODELO INTEGRADO E GENÉRICO DE AVALIAÇÃO (WEBQUEST - DESIGN THINKING - STEAM).....	74
12.2.1	Seleção e Adaptação dos Critérios.....	74
12.2.2	Módulo Design Thinking: Seleção de Critérios.....	75
12.2.3	Módulo WebQuest: Seleção de Critérios.....	76
12.2.4	Módulo STEAM: Seleção de Critérios.....	77
12.2.5	Estrutura da Rubrica Integrada.....	78

12.2.6	Orientações de Aplicação.....	79
13	CONCLUSÃO.....	81
14	TRABALHOS FUTUROS.....	83
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A – WEBQUEST: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO BRASIL.....	88
	APÊNDICE B – RÚBRICA INTEGRADA DE AVALIAÇÃO (DESIGN THINKING - WEBQUEST - STEAM).....	89

1 INTRODUÇÃO

A educação básica brasileira enfrenta o desafio de preparar estudantes para uma sociedade em constante transformação, marcada pela velocidade da informação, pela presença das tecnologias digitais e pela exigência de competências complexas, como criatividade, pensamento crítico e colaboração. Nesse cenário, ganha centralidade a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece dez competências gerais para orientar a formação escolar (MEC, 2018), e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 4, voltado à educação inclusiva e de qualidade (ONU, 2015). Somam-se a esses referenciais o Complemento da BNCC da Computação (BRASIL, 2022), que introduz orientações específicas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional, do Mundo Digital e da Cultura Digital ao longo da educação básica.

Este estudo adota a BNCC e o ODS 4 como referenciais analíticos para investigar como as metodologias Design Thinking (BROWN, 2009), STEAM (YAKMAN, 2008) e WebQuest (DODGE, 1997) podem contribuir para o desenvolvimento das competências gerais e para o alcance das metas educacionais globais. Mais do que descrever tais metodologias, a pesquisa busca identificar convergências, lacunas e possibilidades de integração a partir desses marcos normativos e internacionais.

Cada uma das metodologias isoladamente já apresenta contribuições relevantes para a educação: o Design Thinking estimula a resolução criativa de problemas centrada no ser humano; o STEAM promove a interdisciplinaridade entre ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática; e as WebQuests favorecem a aprendizagem investigativa e colaborativa mediada por recursos digitais. Entretanto, suas limitações em contextos escolares evidenciam a necessidade de pensar em articulações que potencializem resultados educacionais.

Nesse sentido, a integração dessas abordagens surge como possibilidade de superar fragilidades individuais e ampliar as oportunidades de aprendizagem ativa. Este trabalho analisa essa integração e propõe duas versões de aplicação: Versão 1, combinando Design Thinking e WebQuest; e Versão 2, que amplia a proposta com a inclusão do STEAM. Ambas foram concebidas à luz de estudos nacionais e internacionais, sempre considerando a realidade da educação básica brasileira e os desafios de implementação curricular.

Além da análise conceitual, apresentam-se também contribuições práticas que exemplificam a aplicabilidade da proposta: (i) uma WebQuest protótipo, estruturada na plataforma *Google Sites* (ferramenta gratuita de criação de páginas do Google), demonstrando

como as metodologias podem ser articuladas em uma atividade pedagógica concreta; e (ii) uma rubrica integrada de avaliação, construída a partir da síntese de instrumentos internacionais reconhecidos, como a *Informed Design Teaching and Learning Matrix* (CRISMOND; ADAMS, 2012), a *Informed Design Rubric* (NSTA, 2013), a *SSTEPPD - SSI-Based STEAM Teacher Evaluation and Program Development* (MANG et al., 2023) e a *A Rubric for Evaluating WebQuests* (BELLOFATTO et al., 2001), desenvolvida na San Diego State University a partir do modelo original de Bernie Dodge (1997). A confiabilidade de versões baseadas nesse modelo operacional foi analisada por Ünal, Bodur e Ünal (2012), confirmando sua consistência e aplicabilidade em contextos educacionais.

2 MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

A permanência de lacunas de aprendizagem na educação básica brasileira, mesmo diante das diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e das metas da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), evidencia a necessidade de práticas pedagógicas mais inovadoras. Embora a BNCC defina dez competências gerais fundamentais para a formação integral do estudante (MEC, 2018) e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 reafirme o compromisso de garantir uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos (ONU, 2015), a predominância de práticas transmissivas e pouco centradas no estudante ainda limita o alcance desses objetivos.

Os resultados do ciclo 2022 do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), reforçam esse cenário desafiador. O desempenho dos estudantes brasileiros em leitura, matemática e ciências manteve-se abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Na avaliação de pensamento criativo, o país obteve 23 pontos frente à média de 33 da OCDE, e menos da metade dos estudantes atingiu o nível mínimo de proficiência esperado (INEP, 2023; OCDE, 2024). Tais indicadores ressaltam a urgência de adotar metodologias capazes de promover aprendizagens mais significativas, contextualizadas e alinhadas às demandas contemporâneas.

Nesse contexto, as metodologias ativas, como o Design Thinking, o STEAM e as WebQuests, constituem alternativas promissoras para qualificar o processo de ensino-aprendizagem. Ao estimular a autonomia, a colaboração e o protagonismo discente, essas abordagens contribuem para o desenvolvimento de competências críticas, criativas e comunicativas. A integração entre elas, conforme proposta neste trabalho, surge como resposta às lacunas evidenciadas pelos indicadores educacionais, articulando referenciais nacionais e internacionais com vistas a ampliar as possibilidades de inovação pedagógica.

A motivação central desta pesquisa, portanto, reside em contribuir para a superação das limitações atuais do ensino por meio da análise e proposição de modelos integrados que articulem essas metodologias. Essa perspectiva se concretiza em duas dimensões complementares: a primeira refere-se à proposição de versões de integração, uma que articula Design Thinking e WebQuest e outra que inclui também o STEAM, enquanto a segunda consiste na elaboração de contribuições práticas que demonstram a aplicabilidade das

propostas, representadas pela construção de uma WebQuest protótipo e pela formulação de uma rubrica integrada de avaliação.

A partir disso, a relevância deste estudo está em oferecer não apenas uma análise conceitual, mas também subsídios concretos para apoiar professores e gestores na implementação de práticas pedagógicas inovadoras, alinhadas às competências da BNCC e às metas do ODS 4, com vistas ao fortalecimento da qualidade e da equidade na educação básica brasileira.

3 OBJETIVOS

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a integração das metodologias Design Thinking, STEAM e WebQuest no contexto da educação básica brasileira, considerando sua articulação com as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS 4). De forma complementar, o estudo inclui uma análise pontual do complemento da BNCC da Computação (2022), aplicada exclusivamente às versões integradas e ao protótipo desenvolvido. A partir dessa análise, busca-se propor modelos de integração e apresentar contribuições práticas que possam ilustrar e validar sua aplicabilidade em sala de aula.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Revisar a literatura nacional e internacional sobre Design Thinking, STEAM e WebQuests, identificando potencialidades e limitações de cada metodologia no campo educacional.
- b) Mapear as competências gerais da BNCC e as metas do ODS 4 em relação às três metodologias, evidenciando pontos de convergência e lacunas.
- c) Propor duas versões de integração metodológica: a primeira articulando Design Thinking e WebQuest e a segunda ampliada pela inclusão do STEAM.
- d) Desenvolver uma WebQuest protótipo como exemplo prático da integração proposta, de modo a demonstrar sua aplicação em sala de aula.
- e) Construir uma rubrica integrada de avaliação, adaptada a partir de instrumentos internacionais reconhecidos, para possibilitar a análise de experiências pedagógicas que combinem as metodologias estudadas.
- f) Incluir, de forma complementar, uma análise pontual do complemento da BNCC da Computação (2022), restrita às versões integradas e ao protótipo desenvolvido.

4 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. O objetivo central foi compreender, sistematizar e integrar referenciais metodológicos distintos, como Design Thinking, STEAM e WebQuests, de modo a sugerir possibilidades de articulação aplicáveis à educação básica brasileira.

O percurso metodológico iniciou-se com a revisão da literatura nacional e internacional, que possibilitou identificar fundamentos, potencialidades e limitações de cada metodologia em contextos educacionais. Em seguida, realizou-se a análise documental da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (MEC, 2018) e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS 4) da Agenda 2030 (ONU, 2015), com a finalidade de mapear competências e metas diretamente relacionadas às práticas pedagógicas investigadas. Complementarmente, foi incorporada uma análise pontual do documento “Computação na Educação Básica: complemento à BNCC” (BRASIL, 2022), restrita às versões integradas e ao protótipo desenvolvido, com o objetivo de aprofundar o alinhamento curricular das propostas.

A partir desses referenciais, elaborou-se um mapeamento entre as competências gerais da BNCC, as metas do ODS 4 e as metodologias estudadas. Esse processo orientou a proposição de duas versões integradas: a Versão 1, articulando Design Thinking e WebQuest, e a Versão 2, que amplia a proposta com a inclusão do STEAM.

Além da análise conceitual, a metodologia contemplou a produção de dois instrumentos complementares. O primeiro consistiu na elaboração de uma WebQuest protótipo, desenvolvida na plataforma *Google Sites*, concebida como demonstração pedagógica da integração proposta. O segundo corresponde à formulação de uma rubrica integrada de avaliação, construída a partir da adaptação de rubricas internacionais reconhecidas, com o propósito de oferecer um recurso prático de validação da integração e de possibilitar análises comparativas entre experiências pedagógicas.

Assim, a metodologia adotada articula revisão bibliográfica, análise documental e desenvolvimento de recursos aplicados, compondo um percurso que fundamenta teoricamente a proposta e, ao mesmo tempo, a exemplifica em termos práticos e avaliativos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico reúne os principais conceitos e autores que fundamentam a análise e a integração das metodologias Design Thinking, STEAM e WebQuests no contexto da educação básica. O objetivo é apresentar como essas abordagens vêm sendo conceituadas e aplicadas em diferentes cenários educacionais, situando sua pertinência frente às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 4, que trata da garantia de uma educação inclusiva e de qualidade (MEC, 2018; ONU, 2015).

A seção organiza-se em quatro partes: Design Thinking na educação, STEAM como proposta interdisciplinar, WebQuests como ferramenta de aprendizagem ativa e considerações sobre a integração das três metodologias. Em cada uma dessas partes são apresentados aportes conceituais e práticos, além de instrumentos avaliativos já consolidados na literatura, que servem de base para a construção da proposta de integração discutida neste trabalho.

5.1 DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO

O Design Thinking (DT) é uma abordagem centrada no ser humano voltada à resolução de problemas complexos, originalmente difundida em áreas como design e engenharia (BROWN, 2009). Sua aplicação em ambientes educacionais vem sendo discutida por diferentes autores, que apontam o potencial da metodologia para estimular a criatividade, a colaboração e o protagonismo discente (KOH, 2015).

No Brasil, um marco importante foi a publicação da versão em português do material Design Thinking para Educadores, realizada pelo Instituto EducaDigital em 2014. Essa tradução e adaptação a partir da proposta original da IDEO representou a primeira grande contextualização do Design Thinking para a realidade escolar brasileira, tornando-se referência para professores e pesquisadores (EDUCADIGITAL, 2014). O modelo proposto organiza-se em fases como empatia, ideação, prototipagem e experimentação, fornecendo uma estrutura acessível para aplicação em sala de aula.

O modelo do EducaDigital organiza-se em cinco fases:

- a) Descoberta: busca de entendimento profundo das necessidades dos alunos ou da comunidade escolar por meio de observação, entrevistas e escuta ativa.

- b) Interpretação: organização das informações coletadas para formular um problema claro e desafiador.
- c) Ideação: geração de ideias variadas para responder ao problema, utilizando técnicas como *brainstorming* e cocriação.
- d) Experimentação: construção de representações tangíveis das ideias, que podem variar de desenhos a modelos mais elaborados.
- e) Evolução: aplicação dos protótipos em situações reais ou simuladas, permitindo coleta de feedback e iteração.

Essas fases fornecem uma estrutura acessível para aplicação em sala de aula e se alinham diretamente a competências da BNCC, como a empatia (Competência Geral 9), o pensamento crítico e científico (Competência Geral 2) e a comunicação (Competência Geral 4). Do ponto de vista internacional, a literatura também conecta o Design Thinking às metas do ODS 4, dado seu caráter inclusivo e participativo no processo de aprendizagem.

Estudos nacionais recentes, como os de Nascimento e Leite (2024), reforçam essa discussão ao relacionar a metodologia às competências da BNCC, especialmente aquelas ligadas à empatia e ao pensamento crítico. Do ponto de vista internacional, a literatura também estabelece conexões entre o Design Thinking e as metas do ODS 4, dada sua ênfase em processos participativos e inclusivos de aprendizagem.

Além dessas contribuições conceituais, destaca-se no campo avaliativo a *Informed Design Teaching and Learning Matrix*, elaborada por Crismond e Adams (2012), que organiza o desenvolvimento dos estudantes em níveis progressivos de sofisticação no raciocínio projetual. Essa matriz serviu de base para a adaptação da *Informed Design Rubric*, publicada pela *National Science Teaching Association* (NSTA, 2013), a qual sistematiza critérios didáticos que permitem avaliar competências como empatia, ideação, prototipagem e reflexão crítica em contextos educacionais. Ainda que seja reconhecida por sua clareza, a extensão de seus critérios representa um desafio para a aplicação direta em sala de aula, aspecto que justifica a busca por versões mais condensadas.

5.2 STEAM: EDUCAÇÃO INTEGRADA E CRIATIVA

O movimento STEAM representa uma evolução do modelo STEM, com a inclusão das artes às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. A proposta, difundida por Yakman (2008), defende a integração entre ciência e criatividade como fundamento de uma formação mais interdisciplinar e contextualizada.

Na literatura educacional, o STEAM é discutido como estratégia que favorece a aproximação entre diferentes áreas do conhecimento e estimula a aprendizagem por investigação. Estudos recentes, como os de Soares (2023), Lima et al. (2022) e Santos (2024), apresentam experiências que exploram a prática do STEAM em diferentes contextos da educação básica, reforçando sua pertinência para o cenário educacional contemporâneo.

Uma contribuição relevante para a compreensão dessa abordagem foi apresentada por Rodrigues-Silva e Alsina (2022), que propuseram a chamada “Mesa Conceitual”. Essa estrutura diferencia três níveis de implementação do STEAM:

- a) Disciplinas STEAM: ensino separado das áreas, voltado à introdução de conteúdos específicos;
- b) Atividades STEAM: integração de pelo menos duas áreas em práticas específicas, estimulando conexões interdisciplinares;
- c) Educação STEAM: integração plena das cinco áreas em projetos contínuos, configurando uma abordagem holística.

Essa diferenciação evidencia que a aplicação do STEAM pode ser gradual, permitindo adaptações às condições de cada escola, seja em termos de infraestrutura, tempo pedagógico ou formação docente.

Além desses níveis, a literatura também descreve etapas práticas de implementação do STEAM em sala de aula, frequentemente organizadas em cinco momentos:

- a) Contextualização e definição do problema: apresentação de um desafio real ligado ao cotidiano dos estudantes.
- b) Planejamento e pesquisa: levantamento de hipóteses, divisão de tarefas e investigação em diferentes fontes.
- c) Desenvolvimento e criação: elaboração de protótipos e soluções criativas, com destaque para a integração das artes.
- d) Teste e avaliação: análise crítica das soluções, com ajustes a partir do feedback.
- e) Apresentação e reflexão: socialização dos resultados e consolidação da aprendizagem por meio da reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem.

Essa estrutura reflete a natureza interdisciplinar do STEAM e fortalece competências da BNCC, como a pesquisa científica (Competência Geral 2), a criatividade (Competência Geral 3) e a argumentação (Competência Geral 7). Em termos internacionais, contribui diretamente para os objetivos do ODS 4, preparando os estudantes para contextos de rápida transformação tecnológica e social.

No campo da avaliação, um instrumento de destaque é a *SSTEPPD - SSI-Based STEAM Teacher Evaluating Rubric*, proposta por Mang et al. (2023). Composta por 37 critérios distribuídos em dimensões como interdisciplinaridade, contextualização sociocientífica, criatividade, raciocínio lógico-matemático e avaliação formativa, essa rubrica constitui um dos modelos mais completos para análise de práticas STEAM. Apesar de sua abrangência, sua aplicação em escolas exige adaptações devido à complexidade e ao tempo de observação necessários, o que reforça a importância de propostas mais enxutas para o uso cotidiano.

5.3 WEBQUESTS COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM ATIVA

As WebQuests foram criadas em 1997 por Bernie Dodge como uma metodologia de ensino estruturada em torno da pesquisa guiada na internet. Desde então, vêm sendo aplicadas em diferentes países e níveis de ensino como recurso voltado à autonomia, à aprendizagem ativa e ao desenvolvimento do pensamento crítico (DODGE, 1997).

No Brasil, estudos como o de Pimentel (2016) abordam as contribuições dessa metodologia para o ensino básico, destacando seu caráter de mediação pedagógica apoiada em recursos digitais. Zoch e Vanz (2018), por sua vez, investigaram experiências de uso de WebQuests em contextos escolares, enfatizando seu papel na promoção de práticas colaborativas de pesquisa e produção de conhecimento.

No contexto educacional, as WebQuests destacam-se pelo uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como suporte para a construção do conhecimento e a aplicação prática de conceitos teóricos. Essa característica favorece maior engajamento discente, especialmente ao incentivar o trabalho colaborativo e a resolução de problemas com base em fontes digitais.

O modelo clássico de Dodge (1997) é estruturado em seis fases:

- a) Introdução: apresenta o tema e motiva os alunos para a atividade.
- b) Tarefa: define o produto final esperado.
- c) Processo: orienta passo a passo as etapas de investigação.
- d) Recursos: disponibiliza materiais e links selecionados previamente pelo professor.
- e) Avaliação: estabelece critérios claros para julgar o desempenho dos estudantes.
- f) Conclusão: promove reflexão e síntese das aprendizagens adquiridas.

Essas fases correspondem diretamente às Competências Gerais da BNCC, especialmente a Cultura Digital (5) e a Autonomia e Protagonismo (6). Do mesmo modo, estão alinhadas ao ODS 4, ao oferecerem estratégias inclusivas para o uso crítico de

tecnologias no processo educacional.

Para a avaliação da qualidade das WebQuests, a literatura internacional destaca a rubrica proposta por Bernie Dodge (1997), criador da metodologia, que sistematiza cinco dimensões estruturantes: introdução, tarefa, processo, recursos e avaliação. Essa estrutura foi posteriormente operacionalizada e refinada por Bellofatto et al. (2001), na San Diego State University, na rubrica intitulada *A Rubric for Evaluating WebQuests*, que acrescenta a dimensão de estética geral e detalha descritores de desempenho, ampliando a precisão e a aplicabilidade do instrumento em diferentes contextos escolares. A confiabilidade de versões aplicadas baseadas nesse modelo operacional foi analisada por Ünal, Bodur e Ünal (2012), que confirmaram sua consistência e utilidade para práticas educacionais fundamentadas em investigação.

5.4 INTEGRAÇÃO DAS METODOLOGIAS

Apesar de grande parte da literatura abordar cada metodologia de forma isolada, é possível identificar pontos de convergência entre elas. A lógica investigativa das WebQuests dialoga com a etapa de empatia do Design Thinking, enquanto a natureza interdisciplinar do STEAM se articula às fases de ideação e prototipagem. Essas intersecções, ainda pouco exploradas em estudos conjuntos, justificam a pertinência desta pesquisa ao propor um modelo de integração entre as três abordagens.

Além disso, conforme discutido no Referencial Teórico, cada uma das metodologias conta com instrumentos avaliativos próprios, expressos em rubricas consolidadas na literatura. Este estudo propôs a síntese desses instrumentos em uma rubrica integrada, capaz de avaliar práticas educativas que articulem os três referenciais. Essa integração, apresentada detalhadamente na seção 12, foi acompanhada da elaboração de uma WebQuest protótipo, concebida como demonstração prática da proposta metodológica. Assim, a integração discutida nesta seção não permanece apenas em nível conceitual, mas é também materializada em produtos acadêmicos que ilustram sua aplicabilidade no contexto escolar.

5.5 COMPLEMENTO DA BNCC: COMPUTAÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O documento *Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular*, publicado pelo Ministério da Educação por meio do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2022), propõe a inserção da Computação como área de conhecimento

essencial em todas as etapas da Educação Básica. Sua estrutura organiza-se em três eixos: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital, que ampliam o alcance da Competência Geral 5 da BNCC, relativa à cultura digital, e orientam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, éticas e sociais vinculadas ao uso da tecnologia.

O eixo do Pensamento Computacional destaca a capacidade de formular e resolver problemas de forma estruturada, utilizando abstração, algoritmos e decomposição de tarefas. O eixo do Mundo Digital trata do domínio e compreensão crítica das tecnologias e de seus componentes, abrangendo desde a codificação de informações até o entendimento das interfaces e sistemas. Já o eixo da Cultura Digital enfatiza o uso ético, seguro e responsável dos recursos tecnológicos, incentivando a participação ativa e cidadã em ambientes digitais.

No Ensino Fundamental, o complemento estabelece sete competências que visam consolidar a alfabetização computacional e a compreensão crítica da tecnologia. Essas competências abrangem a compreensão da Computação como área de conhecimento e seu impacto social, a capacidade de aplicar técnicas e princípios computacionais para criar soluções inovadoras, o desenvolvimento de projetos baseados em problemas reais e a atuação ética e responsável no uso das tecnologias. Entre os objetivos associados, destacam-se aqueles voltados à modelagem de objetos, à construção de algoritmos, à decomposição de problemas e à segurança e responsabilidade no uso da tecnologia, o que demonstra uma preocupação com a formação integral do estudante e com o uso consciente dos recursos digitais.

No Ensino Médio, as competências são aprofundadas e passam a enfatizar a autonomia, a criticidade e a integração de saberes científicos, tecnológicos e humanísticos. Essa etapa propõe o desenvolvimento de capacidades como compreender a Computação em sua dimensão científica e social, propor soluções computacionais para problemas complexos, avaliar tecnologias sob critérios de eficiência e sustentabilidade, e atuar de forma ética e colaborativa. O documento também incentiva a criação de projetos de impacto social que utilizem a Computação para promover o bem comum, reforçando sua dimensão cidadã e transformadora.

Essas diretrizes configuram uma progressão formativa contínua, em que o Ensino Fundamental prioriza a exploração, a experimentação e a alfabetização computacional, enquanto o Ensino Médio aprofunda o raciocínio abstrato e o protagonismo do estudante no uso da Computação como instrumento de análise e inovação. Essa continuidade fortalece a visão da Computação como campo transversal, que conecta ciência, criatividade e ética, preparando os alunos para compreender e intervir no mundo digital contemporâneo.

A relação entre o complemento da BNCC da Computação e as metodologias discutidas neste trabalho revela-se direta e consistente. O Design Thinking, ao promover empatia, ideação e prototipagem, estimula a decomposição de problemas e o pensamento algorítmico, contribuindo para o desenvolvimento das competências do eixo Pensamento Computacional. As WebQuests, ao estruturarem atividades investigativas mediadas pela internet, articulam-se ao eixo Mundo Digital, favorecendo o uso crítico das tecnologias e o fortalecimento da responsabilidade digital. Já a abordagem STEAM, ao integrar ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, atua de forma transversal sobre os três eixos, estimulando a criatividade, a investigação e a aplicação prática de conceitos computacionais.

Dessa forma, a integração das metodologias com base no complemento da BNCC da Computação amplia o potencial formativo da proposta, pois reforça o desenvolvimento das competências digitais e computacionais previstas para a Educação Básica. Tal articulação contribui para a formação de estudantes autônomos, críticos e criativos, alinhando-se às diretrizes nacionais de inovação pedagógica e às demandas de uma sociedade cada vez mais orientada pela tecnologia.

6 AUTENTICIDADE

A autenticidade desta pesquisa reside na integração inédita de três metodologias consolidadas (Design Thinking, STEAM e WebQuests) articuladas em um modelo único de aplicação educacional. Embora amplamente estudadas de forma independente, a literatura nacional ainda carece de análises que explorem suas interconexões, especialmente no contexto da educação básica brasileira. Este trabalho, portanto, propõe compreender como a articulação entre essas abordagens pode potencializar práticas de aprendizagem ativa, em consonância com as Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (MEC, 2018) e as metas da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015).

A contribuição original está na adaptação do modelo de Design Thinking elaborado pelo Instituto EducaDigital em 2014, expandido com a lógica interdisciplinar do STEAM e com a estrutura investigativa das WebQuests. Dessa adaptação resultam duas versões de aplicação, uma que combina Design Thinking e WebQuest e outra que acrescenta o STEAM, permitindo diferentes possibilidades de uso conforme as condições de cada escola.

A autenticidade também se expressa no foco da proposta na realidade brasileira, ao relacionar a integração das metodologias às competências da BNCC e às metas do ODS 4. Embora esse seja o eixo central, reconhece-se que a proposta pode igualmente dialogar com outros objetivos globais, como os ODS 5, 9 e 12, conforme os temas e projetos desenvolvidos, o que amplia seu potencial de contribuição social e pedagógica.

Além disso, de forma complementar ao eixo central da BNCC e do ODS 4, o trabalho incorpora uma análise pontual do documento Computação na Educação Básica: complemento à BNCC (BRASIL, 2022). Essa análise não amplia o escopo geral da pesquisa, mas aprofunda a compreensão das dimensões digitais e computacionais quando pertinentes, especialmente nas versões integradas e na WebQuest protótipo, reforçando a atualidade da proposta diante das demandas contemporâneas da cultura digital.

Além da análise conceitual, a pesquisa avança na elaboração de produtos que demonstram a aplicabilidade da proposta, materializados em uma WebQuest protótipo estruturada na plataforma *Google Sites* e em uma rubrica integrada de avaliação construída a partir da adaptação de instrumentos internacionais reconhecidos. Esses recursos têm como finalidade oferecer subsídios concretos para professores e gestores, apoiando a reflexão sobre práticas pedagógicas inovadoras e a superação de limitações que ainda dificultam a implementação de metodologias ativas na educação básica.

Assim, ao consolidar o embasamento teórico e a fundamentação da proposta integrada, torna-se possível avançar para a análise empírica das metodologias que compõem o modelo.

A seguir, são apresentados estudos representativos de aplicações reais do Design Thinking na educação, selecionados por sua relevância e aderência às competências da BNCC e às metas dos ODS. Cada estudo contribui para compreender o potencial dessa abordagem na promoção de aprendizagens ativas e significativas.

7 DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO

Retomando as fases do Design Thinking já descritas no referencial teórico, nesta seção analisamos como essa metodologia tem sido aplicada em diferentes contextos educacionais. A ênfase recai sobre experiências práticas que demonstram sua relação com as competências gerais da BNCC e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

7.1 ESTUDO 1: DESIGN THINKING NO ENSINO DE QUÍMICA SUSTENTÁVEL NO BRASIL (NASCIMENTO; LEITE, 2024)

O estudo conduzido por Nascimento e Leite (2024) teve como objetivo aplicar o Design Thinking no ensino de química sustentável para estudantes do ensino médio em Pernambuco, tomando como referência os impactos das enchentes na cidade de Moreno. A proposta didática foi estruturada em duas etapas: (i) levantamento das possibilidades de implementação do Design Thinking; e (ii) desenvolvimento e avaliação da estratégia aplicada ao conteúdo de química ambiental e sustentável.

O processo de Design Thinking foi organizado em cinco etapas - Descoberta, Imersão/Empatia, Ideação, Prototipagem (Experimentação) e Evolução -, sendo esta última não aplicada em virtude da limitação temporal da experiência. Cabe destacar que a nomenclatura utilizada pelos autores se aproxima do modelo clássico do Design Thinking (BROWN, 2009). No entanto, para fins de análise neste trabalho, é possível estabelecer correspondências com o modelo do EducaDigital (2014), adotado como base de integração: a fase de Imersão/Empatia relaciona-se ao momento de Interpretação, enquanto a Prototipagem, descrita pelos autores, corresponde à Experimentação no modelo do EducaDigital. Essa explicitação permite compreender como a experiência relatada dialoga com o referencial utilizado neste estudo.

Na fase de Imersão/Empatia, os estudantes realizaram entrevistas com membros da comunidade local e elaboraram mapas de empatia para compreender os efeitos das enchentes e as ações adotadas pelas famílias. Esse processo desenvolveu a Competência Geral 4 da BNCC (Comunicação), ao estimular a escuta ativa e a interação em contextos reais, e fortaleceu também a consciência socioambiental, diretamente vinculada ao ODS 13 (Ação Contra a Mudança Climática), pois levou os alunos a refletirem sobre impactos ambientais concretos que afetam sua comunidade.

A fase de Ideação foi marcada por sessões de *brainstorming* e seleção das propostas com base nos critérios de viabilidade, desejabilidade e praticabilidade. Nesse momento, os estudantes articularam conhecimentos de química e geografia com tecnologias voltadas à prevenção de alagamentos. A prática promoveu a Competência Geral 2 da BNCC (Pensamento científico, crítico e criativo), ao favorecer a geração de soluções interdisciplinares, e contribuiu para o ODS 4 (Educação de Qualidade) ao estimular aprendizagens ativas e significativas, centradas na resolução de problemas reais.

Na fase de Prototipagem (Experimentação), os grupos produziram registros de baixa fidelidade - fluxogramas, mapas mentais, textos argumentativos e diálogos - sintetizando suas soluções. Ainda que não tenha havido a construção física de modelos, ideias como o uso de barreiras de garrafas PET surgiram como propostas sustentáveis. Essa etapa possibilitou o exercício da Competência Geral 7 da BNCC (Argumentação), visto que os estudantes precisaram justificar suas escolhas e comunicar suas ideias de forma estruturada, e reforçou a Competência Geral 2, ao conectar conceitos teóricos de química à prática. O caráter socioambiental das soluções fortaleceu novamente o vínculo com o ODS 13, ao tratar de medidas de mitigação de riscos ambientais.

Embora a fase de Evolução não tenha sido realizada devido à restrição temporal, a experiência como um todo permitiu que os estudantes refletissem sobre sua atuação como cidadãos. O enfrentamento de um problema comunitário concreto reforçou a Competência Geral 10 da BNCC (Responsabilidade e Cidadania), ao mobilizar princípios éticos e sustentáveis, em alinhamento tanto ao ODS 13 quanto ao ODS 4, que destaca a importância da educação para a sustentabilidade e a cidadania global.

7.1.1 Benefícios observados

A aplicação do Design Thinking proporcionou um ambiente de aprendizagem engajado e contextualizado, em que os conteúdos de química foram conectados a problemas reais. O protagonismo estudantil e a valorização do trabalho em equipe reforçaram competências acadêmicas e socioemocionais, além de promoverem a cidadania e a responsabilidade socioambiental.

7.1.2 Desafios identificados

O principal desafio relatado foi a limitação temporal, que impossibilitou a execução completa do processo até a fase de Evolução e o desenvolvimento de protótipos mais elaborados. Essa limitação aponta a necessidade de maior planejamento temporal para a aplicação de metodologias ativas em sala de aula.

7.1.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A análise das etapas do projeto demonstra que o Design Thinking possibilitou o desenvolvimento integrado das Competências Gerais 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 7 (Argumentação) e 10 (Responsabilidade e Cidadania) da BNCC. Essas competências emergiram de forma contextualizada nas atividades de empatia e ideação, conectando conceitos de química a problemas ambientais reais. No plano global, o enfoque socioambiental das propostas alinhou-se diretamente ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Climática) e reforçou o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao promover aprendizagens significativas e centradas em desafios concretos da comunidade.

7.2 ESTUDO 2: DESIGN THINKING NA EDUCAÇÃO PARA PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO NO RIO GRANDE DO SUL (BRUSCHI et al., 2020)

O estudo de Bruschi et al. (2020) analisou a aplicação do Design Thinking em uma oficina de formação pedagógica durante a 2ª Parada Pedagógica de 2018 no município de Veranópolis, no Rio Grande do Sul. A proposta buscou capacitar os docentes da rede básica a desenvolver práticas pedagógicas inovadoras e centradas no aluno, fortalecendo o protagonismo estudantil e promovendo metodologias ativas em sala de aula, em consonância com o ODS 4 (Educação de Qualidade).

As etapas do processo foram descritas como Empatia, Redefinição do Problema, Ideação, Prototipagem e Sistematização/Apresentação, nomenclatura próxima ao modelo clássico de Design Thinking (BROWN, 2009). À semelhança do Estudo 1, para fins desta pesquisa, essas etapas foram relacionadas ao modelo do EducaDigital (2014), que constitui a base de integração adotada.

Na fase de Empatia, os professores, organizados em grupos, elaboraram mapas da empatia a partir de perguntas norteadoras que estimulavam a reflexão sobre o cotidiano escolar e as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Essa atividade favoreceu a Competência Geral 9 da BNCC (Empatia e cooperação), ao incentivar os docentes a adotar a

perspectiva dos alunos, e mobilizou também a Competência Geral 4 (Comunicação), pela necessidade de dialogar e construir coletivamente as percepções. Ao promover uma visão mais inclusiva e humanizada do ensino, esta etapa aproximou-se do ODS 4.7 (Educação para o Desenvolvimento Sustentável e a Cidadania Global).

Na fase de Redefinição do Problema, os professores organizaram e priorizaram as informações obtidas na empatia, chegando à definição clara dos desafios mais urgentes a serem enfrentados no contexto escolar. Esse processo colaborativo desenvolveu a Competência Geral 6 da BNCC (Trabalho e Projeto de Vida), pois estimulou a reflexão crítica sobre a prática docente e a construção de metas compartilhadas. Por promover uma análise estruturada dos problemas e incentivar a busca de soluções viáveis, essa etapa também contribuiu para o ODS 4.4 (desenvolvimento de habilidades relevantes para o futuro do trabalho e da cidadania).

Na fase de Ideação, os docentes foram incentivados a propor soluções criativas para os problemas definidos, em um ambiente que valorizava o pensamento divergente e a experimentação de ideias, mesmo aquelas inicialmente consideradas improváveis. Essa dinâmica desenvolveu a Competência Geral 2 da BNCC (Pensamento científico, crítico e criativo), ao ampliar a capacidade dos professores de conceber práticas pedagógicas inovadoras. Ao buscar estratégias voltadas à melhoria das práticas educativas, a ideação reafirmou o vínculo com o ODS 4 (Educação de Qualidade).

Na fase de Prototipagem, as ideias concebidas foram transformadas em propostas tangíveis por meio de materiais, registros e artefatos pedagógicos, como planos de ação, recursos visuais ou dinâmicas a serem aplicadas nas escolas. Essa etapa ativou a Competência Geral 1 da BNCC (Conhecimento), ao articular saberes teóricos na elaboração de protótipos práticos, e reforçou novamente a Competência Geral 4 (Comunicação), já que os grupos precisaram organizar suas propostas de modo a apresentá-las de forma clara.

Na fase de Sistematização e Apresentação, os professores organizam suas propostas e as apresentaram aos demais grupos, permitindo a socialização e a troca de experiências. Essa etapa fortaleceu as Competências Gerais 4 e 9 (Comunicação; Empatia e cooperação), pois exigiu tanto clareza na exposição quanto abertura para ouvir e considerar diferentes perspectivas.

7.2.1 Benefícios observados

A aplicação do Design Thinking contribuiu para desenvolver habilidades criativas e colaborativas entre os docentes, fortalecendo a empatia e a capacidade de inovação pedagógica. O trabalho em grupo e o ambiente de experimentação favoreceram uma formação mais dinâmica e centrada na prática, motivando os professores a incorporar metodologias ativas no cotidiano escolar.

7.2.2 Desafios identificados

Foram observadas dificuldades iniciais, como a resistência de alguns docentes ao trabalho em grupos fora de sua rotina e a falta de familiaridade com metodologias ativas. Além disso, destacou-se a necessidade de tempo e apoio institucional para garantir que as fases do Design Thinking possam ser exploradas de forma aprofundada em contextos escolares.

7.2.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A experiência de formação docente evidenciou o fortalecimento das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 6 (Trabalho e Projeto de Vida) e 9 (Empatia e Cooperação) da BNCC. O processo de empatia e ideação ampliou a capacidade dos professores de compreender a perspectiva dos alunos e de projetar práticas inovadoras. Em nível internacional, a atividade mostrou correspondência com o ODS 4 (Educação de Qualidade), especialmente nas metas 4.4 e 4.7, ao articular inovação pedagógica, colaboração e cidadania global.

7.3 ESTUDO 3: A UTILIZAÇÃO DE DESIGN THINKING PARA PROMOVER A ADOÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO (FARIA et al., 2023)

O estudo de Faria et al. (2023) apresenta a metodologia *DT4S - Design Thinking for Sustainability*, apoiada por uma plataforma digital desenvolvida para organizar atividades em cada etapa do processo, possibilitando a coleta de dados, a comunicação entre grupos, a elaboração de ideias e a validação das propostas com apoio do professor. A experiência foi aplicada em Portugal, durante um mês, em duas escolas do Ensino Básico e Secundário, com o objetivo de promover práticas sustentáveis entre os estudantes e incentivar aprendizagens

ativas relacionadas à sustentabilidade, em consonância com o ODS 4 (Educação de Qualidade).

As fases descritas pelos autores foram Empatia, Definição do Problema, Ideação, Prototipagem e Teste/Validação, também associadas ao modelo clássico de Design Thinking (BROWN, 2009). Conforme adotado na presente pesquisa, essas etapas foram analisadas em relação ao modelo do EducaDigital (2014), que orienta a integração proposta.

Na fase de Empatia, os alunos foram convidados a compreender problemas ambientais concretos, utilizando a plataforma para recolher dados, partilhar informações e dialogar sobre questões como desperdício de recursos naturais e reciclagem. Essa etapa estimulou a Competência Geral 9 da BNCC (Empatia e cooperação), ao favorecer a reflexão crítica a partir da perspectiva de diferentes utilizadores, e alinou-se ao ODS 4.7 (Educação para o Desenvolvimento Sustentável e a Cidadania Global), pois introduziu a sustentabilidade de forma contextualizada e humanizada.

Na fase de Definição do problema, os estudantes sintetizaram as informações coletadas e definiram desafios claros de intervenção, organizando causas e consequências para compreender melhor os problemas ambientais. Esse processo mobilizou a Competência Geral 6 da BNCC (Trabalho e projeto de vida), uma vez que exigiu planejamento colaborativo e definição de metas conjuntas, e reforçou o vínculo com o ODS 4.7, por destacar a importância de identificar prioridades e estruturar ações concretas relacionadas à sustentabilidade.

Na fase de Ideação, os alunos foram incentivados a propor soluções criativas para os problemas identificados, utilizando tanto sessões presenciais quanto recursos da plataforma digital para registrar ideias. Essa etapa promoveu a Competência Geral 2 da BNCC (Pensamento científico, crítico e criativo), ao estimular a busca por alternativas inovadoras e viáveis, e aproximou-se do ODS 13 (Ação contra a mudança climática), pois muitas das ideias propostas relacionaram-se a estratégias de mitigação de impactos ambientais locais.

Na fase de Prototipagem, os grupos transformaram as ideias selecionadas em representações rápidas e de baixo custo, registradas na plataforma ou materializadas em esboços e artefatos simples. Esse processo favoreceu a Competência Geral 1 da BNCC (Conhecimento), por integrar conteúdos científicos ao desenvolvimento de soluções práticas, e a Competência Geral 4 (Comunicação), já que os protótipos precisaram ser explicados e compartilhados entre os colegas. A etapa reforçou ainda o ODS 4.7, ao estimular práticas pedagógicas que valorizam o uso sustentável de recursos e a criatividade aplicada à sustentabilidade.

Na fase de Teste, os alunos apresentaram suas propostas e coletaram feedback dos colegas e professores, utilizando a plataforma digital como espaço de partilha e discussão. Essa etapa fortaleceu a Competência Geral 4 da BNCC (Comunicação), pela necessidade de apresentar ideias de forma clara e de acolher críticas construtivas, e contribuiu novamente para o ODS 4.7, por promover reflexão coletiva sobre as práticas de sustentabilidade.

7.3.1 Benefícios observados

A aplicação do DT4S envolveu os estudantes em atividades mais dinâmicas e colaborativas, permitindo-lhes compreender problemas ambientais de forma ativa e desenvolver soluções sustentáveis. A plataforma digital ampliou a interação entre grupos e facilitou o registo das ideias, tornando o processo mais participativo. Os alunos avaliaram a experiência de forma positiva, destacando a satisfação com a metodologia e reconhecendo a aprendizagem adquirida no campo da sustentabilidade.

7.3.2 Desafios identificados

Entre os desafios apontados, destacaram-se dificuldades técnicas no uso da plataforma, como problemas de login e na inserção de mídias, além do tempo limitado para explorar plenamente as fases de prototipagem e teste. Esses fatores evidenciam a importância de oferecer suporte técnico adequado e de flexibilizar o currículo escolar para possibilitar maior aprofundamento nas etapas do Design Thinking.

7.3.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

Os resultados obtidos com o DT4S revelam o desenvolvimento das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 6 (Trabalho e Projeto de Vida) e 9 (Empatia e Cooperação) da BNCC, fortalecidas pela mediação tecnológica e pelo enfoque na sustentabilidade. As práticas promoveram reflexão crítica e engajamento coletivo, favorecendo o alinhamento ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Climática), com ênfase na meta 4.7, que integra cidadania global e uso responsável dos recursos.

7.4 ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS's INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS AO DESIGN THINKING

Nesta seção, algumas competências e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são classificados como intrínsecos ao Design Thinking, uma vez que se manifestaram de forma recorrente nos três estudos analisados e correspondem a dimensões estruturais da metodologia, independentemente do contexto em que foi aplicada. Outros, por sua vez, são considerados condicionais, pois emergiram apenas em determinados estudos, refletindo especificidades temáticas, contextuais ou pedagógicas.

Para efeito de clareza, os três casos examinados anteriormente serão aqui retomados como Estudo 1 (aplicação do Design Thinking no ensino de química sustentável em Pernambuco), Estudo 2 (formação docente em Veranópolis, Rio Grande do Sul) e Estudo 3 (aplicação da metodologia DT4S em Portugal).

7.4.1 Competências da BNCC e ODS: intrínsecas e condicionais

A análise das competências da BNCC revelou que algumas se apresentam de maneira constante e estruturante. A Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo) esteve presente em todos os estudos, sobretudo nas fases de ideação, confirmando-se como elemento central da lógica investigativa e criativa do Design Thinking. Da mesma forma, a Competência Geral 4 (Comunicação) emergiu em todas as experiências, seja nas entrevistas e interações com a comunidade, na socialização de propostas docentes ou nas apresentações mediadas por plataforma digital, evidenciando seu caráter intrínseco à metodologia.

Outras competências manifestaram-se de forma consistente em dois estudos, revelando-se como condicionais recorrentes. É o caso da Competência Geral 1 (Conhecimento), destacada quando houve forte articulação com conteúdos disciplinares e produção de protótipos, e da Competência Geral 6 (Trabalho e Projeto de Vida), associada ao planejamento colaborativo e à definição de metas conjuntas. A Competência Geral 9 (Empatia e cooperação) também surgiu em dois estudos, vinculada ao exercício de se colocar no lugar do outro e de trabalhar coletivamente, o que reforça sua relevância, ainda que não tenha sido explicitada em todas as sínteses.

Algumas competências apareceram apenas em contextos pontuais, sendo, portanto, classificadas como condicionais específicas. A Competência Geral 7 (Argumentação) esteve fortemente presente no Estudo 1, quando os alunos precisaram justificar suas soluções para

problemas ambientais locais, enquanto a Competência Geral 10 (Responsabilidade e Cidadania) também se evidenciou nesse mesmo estudo, em razão do caráter comunitário e socioambiental das intervenções propostas.

No que se refere aos ODS, o ODS 4 (Educação de Qualidade) se mostrou intrínseco ao Design Thinking, pois esteve contemplado nos três estudos e corresponde ao próprio sentido da metodologia, que valoriza a aprendizagem ativa, o protagonismo discente e a inovação pedagógica. Já o ODS 13 (Ação contra a mudança climática) e a meta 4.7 (Educação para a Cidadania Global e para a Sustentabilidade) emergiram em dois estudos, sendo, portanto, considerados condicionais recorrentes, dependentes de temáticas ambientais ou de enfoques voltados explicitamente à sustentabilidade. Por fim, a meta 4.4 (desenvolvimento de competências para o trabalho e a cidadania) foi observada apenas no Estudo 2, em virtude da ênfase na formação docente, o que a caracteriza como condicional pontual.

7.4.2 Síntese comparativa dos estudos

De forma transversal, a aplicação do Design Thinking nos três contextos analisados confirmou seu potencial para desenvolver competências centrais da BNCC e alinhar-se a diferentes ODS. As Competências Gerais 2 (Pensamento científico, crítico e criativo) e 4 (Comunicação), bem como o ODS 4 (Educação de Qualidade), revelaram-se intrínsecos à metodologia, pois emergiram em todos os estudos e refletem dimensões estruturais do processo do Design Thinking. Outras competências, como as Competências Gerais 1 (Conhecimento), 6 (Trabalho e Projeto de Vida) e 9 (Empatia e cooperação), assim como os ODS relacionados à sustentabilidade e à cidadania global, mostraram-se condicionais recorrentes, aparecendo de maneira consistente, ainda que dependentes de contextos específicos. Já as Competências Gerais 7 (Argumentação) e 10 (Responsabilidade e Cidadania), além da meta 4.4, foram registradas de forma pontual, o que demonstra a flexibilidade do Design Thinking em contemplar aprendizagens diversas conforme a temática trabalhada.

Apesar dos benefícios identificados, alguns desafios se repetiram entre os estudos. Destacam-se a necessidade de maior tempo para a realização das fases de prototipagem e evolução, a carência de apoio institucional para sustentar metodologias ativas e, em alguns casos, as dificuldades técnicas no uso de recursos digitais. Esses aspectos evidenciam que, embora o Design Thinking seja uma ferramenta pedagógica promissora para promover uma educação de qualidade e sustentável, sua eficácia depende de condições específicas, como

intencionalidade pedagógica, disponibilidade de recursos e investimento em formação continuada de professores.

8 WEBQUESTS: UMA POTENCIALIDADE EXPLORADA PARA O DESIGN THINKING

Após a análise do Design Thinking, avançamos para a metodologia das WebQuests, cuja estrutura e etapas foram previamente apresentadas no referencial teórico. Aqui, o foco está em examinar estudos que ilustram sua aplicação em sala de aula, destacando os resultados alcançados e as competências e ODS contemplados.

8.1 ESTUDO 1: WEBQUEST NO ENSINO DE INGLÊS (SANTOS, 2012)

O estudo de Santos (2012) analisou a aplicação de uma WebQuest no ensino de Inglês em uma turma de 8ª série do ensino fundamental de uma escola particular de Pelotas/RS, envolvendo trinta e dois alunos. A atividade foi implementada em uma aula de quarenta e cinco minutos, caracterizando uma WebQuest curta, e teve como objetivo explorar o potencial dessa metodologia para promover engajamento e aprendizagem significativa em língua estrangeira. A proposta seguiu a estrutura clássica de Dodge, composta por introdução, tarefa, processo, recursos, avaliação e conclusão.

Na etapa de Introdução, os estudantes foram contextualizados sobre o desafio, que consistia em assumir o papel de produtores musicais. Essa abertura serviu como porta de entrada para o tema e estimulou a motivação inicial, reforçando a Competência Geral 1 da BNCC (Conhecimento), por estabelecer a base conceitual da atividade, e contribuindo para o ODS 4 (Educação de Qualidade) ao situar a aprendizagem em um contexto significativo.

Na etapa da Tarefa, os alunos, organizados em duplas, deveriam criar a capa de um CD e atribuir a ele um título em inglês que incorporasse verbos modais e/ou tag questions. Essa configuração promoveu a autenticidade da aprendizagem e o uso prático da língua estrangeira. Analiticamente, a tarefa mobilizou a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao exigir escolhas linguísticas e criativas; a Competência Geral 4 (Comunicação), pelo uso da língua inglesa em um produto final com propósito comunicativo; e a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao demandar responsabilidade e planejamento no trabalho em duplas. Também se relaciona à Meta 4.4 dos ODS, que valoriza o desenvolvimento de habilidades relevantes, como cooperação e resolução de problemas.

Na etapa do Processo, os alunos seguiram instruções orientadas para realizar a tarefa, favorecendo a clareza de papéis e a organização da atividade. Essa etapa consolidou a

Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao promover planejamento coletivo e gestão do tempo, e reforçou a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), já que os pares precisaram negociar ideias e integrar contribuições.

Na etapa dos Recursos, a professora disponibilizou links previamente selecionados, garantindo a curadoria informacional de acordo com o modelo proposto por Dodge. Essa organização assegurou foco na pesquisa e evitou dispersão típica da navegação livre, estimulando a Competência Geral 5 (Cultura digital) da BNCC, que envolve o uso crítico e responsável da internet. No plano dos ODS, essa etapa também se vincula à Meta 4.4, por integrar o desenvolvimento de competências digitais e midiáticas ao processo de aprendizagem.

Nas etapas de Avaliação e Conclusão, a professora aplicou critérios claros para verificar a produção dos alunos e promoveu momentos de feedback, incentivando a reflexão sobre os resultados e o fechamento do processo. Essas etapas reforçaram a Competência Geral 1 (Conhecimento), por exigir consolidação conceitual, e a Competência Geral 4 (Comunicação), por demandar justificativas e explicitação de escolhas. Também reafirmaram o compromisso com o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao priorizar práticas avaliativas formativas e reflexivas.

8.1.1 Benefícios observados

A experiência evidenciou ganhos significativos em termos de engajamento e motivação dos estudantes, que participaram ativamente da atividade proposta. Foram observados indícios de aprendizagens cooperativa e colaborativa, com destaque para a interação entre pares na produção da capa do CD. Além disso, a professora avaliou positivamente a metodologia, reconhecendo seu potencial para dinamizar o ensino de Inglês e aproximar os alunos de tarefas autênticas e criativas.

8.1.2 Desafios identificados

Apesar dos resultados promissores, a aplicação apresentou algumas limitações. Por ter sido realizada em apenas uma aula, caracterizou-se como uma WebQuest curta, o que restringiu o tempo disponível para explorar de maneira mais profunda as etapas de produção e avaliação. Houve ainda dependência de recursos digitais, que exigiram planejamento e familiaridade prévia, tanto da professora quanto dos estudantes, para garantir o uso efetivo

dos links selecionados.

8.1.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A aplicação da WebQuest favoreceu a mobilização das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura Digital), 6 (Trabalho e Projeto de Vida) e 9 (Empatia e Cooperação) da BNCC. O uso da língua inglesa em contextos criativos estimulou a autoria e o pensamento crítico, enquanto o trabalho em duplas reforçou a cooperação e o planejamento coletivo. No âmbito dos ODS, a atividade se alinhou ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à meta 4.4, por integrar competências linguísticas, digitais e colaborativas em práticas autênticas e significativas.

8.2 ESTUDO 2: WEBQUEST NO ENSINO DE QUÍMICA (AZEVEDO; MIRANDA; OLIVEIRA, 2023)

O estudo de Azevedo, Miranda e Oliveira (2023) descreveu a elaboração e aplicação de uma WebQuest sobre o tema ácidos e bases, desenvolvida em um construtor de sites e aplicada a estudantes do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Diamantina. A proposta foi planejada para duas aulas, configurando-se como uma WebQuest curta, e envolveu a participação de 90 estudantes, dos quais 35 responderam ao questionário de avaliação. O objetivo central foi investigar o potencial da WebQuest no ensino de Química, promovendo maior interesse e engajamento no estudo de conteúdos tradicionalmente abstratos, articulando-os a situações de cotidiano.

Na etapa de Introdução, os alunos foram contextualizados quanto ao objetivo da atividade e à relevância do estudo de ácidos e bases. Essa etapa favoreceu a Competência Geral 1 da BNCC (Conhecimento), ao introduzir conceitos-chave de forma significativa, e contribuiu para o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes.

Na Tarefa, os estudantes foram desafiados a construir um portfólio em *Padlet* (ferramenta de portfólio digital colaborativo), reunindo diferentes produtos: análises textuais, atividades com jogos digitais, respostas a questionários e um relatório da prática virtual realizada com o simulador *PhET* “pH Scale”. Essa etapa mobilizou a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), por exigir análise de fenômenos químicos e elaboração de conclusões; a Competência Geral 4 (Comunicação), pela necessidade de

organizar e expressar os resultados; e a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), pelo planejamento de etapas até a entrega final do portfólio. No plano dos ODS, a tarefa dialoga com a Meta 4.4, que incentiva o desenvolvimento de competências técnicas e digitais para a vida e o trabalho.

O Processo da WebQuest foi estruturado em passos claros, orientando os estudantes sobre o que deveria ser feito em cada momento. Essa organização assegurou o cumprimento das atividades dentro do tempo disponível e estimulou o trabalho colaborativo, associado à Competência Geral 9 (Empatia e cooperação).

Nos Recursos, a WebQuest integrou vídeos didáticos, materiais de revisão textual, o simulador *PhET*, jogos digitais e o uso de inteligência artificial (como o *ChatGPT*) para auxiliar na exploração dos conteúdos. A curadoria de recursos pelo professor evitou dispersão e garantiu confiabilidade das informações, favorecendo a Competência Geral 5 (Cultura digital). Também houve contribuição para a Meta 4.4 dos ODS, pela integração de tecnologias educacionais ao processo de ensino.

Na etapa de Avaliação, os estudantes foram avaliados com base no portfólio produzido, e a análise dos resultados foi feita por meio do questionário de percepção. Esse processo reforçou a Competência Geral 1 (Conhecimento), ao consolidar aprendizagens conceituais, e a Competência Geral 4 (Comunicação), ao exigir clareza na apresentação dos resultados.

Por fim, a Conclusão da WebQuest retomou os objetivos da atividade, reforçando a importância de conectar conceitos de Química à vida cotidiana. Esse fechamento contribuiu para a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo) e reafirmou o alinhamento ao ODS 4 (Educação de Qualidade), ao consolidar aprendizagens significativas em uma prática inovadora.

8.2.1 Benefícios observados

A aplicação da WebQuest evidenciou aumento do interesse e do engajamento dos estudantes em relação ao tema de ácidos e bases. O uso de recursos digitais diversificados, como simuladores, jogos e inteligência artificial, favoreceu a aprendizagem ativa, estimulando a curiosidade e a motivação. O portfólio em *Padlet* permitiu a integração de diferentes produções em um único espaço, facilitando a organização e o registro das aprendizagens.

8.2.2 Desafios identificados

O estudo apontou algumas limitações, como o tempo reduzido de aplicação, que restringiu a exploração mais aprofundada dos conceitos e das etapas de avaliação. Além disso, o questionário de avaliação contou com adesão parcial (35 de 90 estudantes), o que limitou a representatividade dos resultados. Os autores também ressaltaram que o sucesso da WebQuest depende de planejamento detalhado e de mediação docente qualificada, para evitar que a atividade se reduza a um simples exercício de busca de informações.

8.2.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A experiência conduzida no ensino de Química indicou a mobilização das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura Digital), 6 (Trabalho e Projeto de Vida) e 9 (Empatia e Cooperação). A integração de simuladores, jogos e inteligência artificial consolidou aprendizagens ativas e interdisciplinares. Essa abordagem apresentou aderência direta ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à meta 4.4, por articular tecnologias educacionais e práticas reflexivas que desenvolvem autonomia e engajamento discente.

8.3 ESTUDO 3: WEBQUEST NO ENSINO DE RADIOATIVIDADE (ZUCH; VANZ, 2018)

O estudo de Zuch e Vanz (2018) apresentou a aplicação de uma WebQuest longa sobre radioatividade, intitulada Radioatividade além das Usinas, com estudantes do 2º ano do ensino médio de uma escola pública em Marau/RS. A atividade foi organizada em um blog e estruturada em quatro tarefas distribuídas em dez aulas: (i) elaboração de um artigo jornalístico sobre conceitos fundamentais; (ii) pesquisa sobre a história da radioatividade; (iii) produção de pôster ou banner abordando aplicações tecnológicas; e (iv) campanha e debate pró e contra a implantação de uma usina termonuclear no Brasil. Embora os autores não utilizem diretamente a nomenclatura de Dodge, é possível identificar como cada parte da experiência se relaciona às etapas clássicas da WebQuest, o que reforça seu caráter formativo.

Na etapa de Introdução, os estudantes participaram de um debate inicial sobre acidentes nucleares, que funcionou como disparador de interesse e contextualização. Essa etapa mobilizou a Competência Geral 1 (Conhecimento), ao situar o tema da radioatividade

em situações concretas, e a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), por fomentar questionamentos sobre causas e consequências dos acidentes. No plano dos ODS, vinculou-se ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à meta 4.7, ao problematizar ciência e cidadania global.

Na Tarefa, os estudantes foram desafiados a desenvolver múltiplos produtos (artigo, pesquisa histórica, pôster/banner e campanha com debate). Essa diversidade de produções favoreceu a autenticidade da aprendizagem e o engajamento crítico. Analiticamente, mobilizou a Competência Geral 4 (Comunicação) e a Competência Geral 7 (Argumentação), ao exigir expressão oral e escrita, além da Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), ao dividir a turma em grupos com diferentes posicionamentos no debate.

O Processo ficou materializado na sequência em dez aulas, na qual cada tarefa tinha prazos e etapas previamente definidas. Essa organização estimulou o planejamento e a corresponsabilidade, vinculando-se à Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ainda que não explicitada no artigo, e consolidando a Competência Geral 9, pela necessidade de trabalho colaborativo constante.

Nos Recursos, a WebQuest foi hospedada em um blog que centralizava links e instruções, funcionando como repositório de informações e atividades. O uso pedagógico de ferramentas digitais se articula com a Competência Geral 5 (Cultura digital), pela exploração crítica da internet e pela publicação em meio online.

Na etapa de Avaliação, os autores utilizaram múltiplos instrumentos: rubrica baseada em Dodge e Guimarães, questionário de opinião, questões abertas e diário de bordo do professor. Essa diversidade de mecanismos assegurou avaliação formativa, mobilizando a Competência Geral 1 (Conhecimento) e a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao demandar precisão conceitual e síntese crítica.

Por fim, a Conclusão da experiência foi representada pela campanha e debate final sobre a usina nuclear, que funcionou como momento de fechamento reflexivo e socialização. Essa etapa reafirmou a Competência Geral 7 (Argumentação) e a Competência Geral 4 (Comunicação), ao exigir posicionamentos fundamentados diante de um problema complexo. No plano dos ODS, além de reforçar o ODS 4, dialogou novamente com a meta 4.7, pela problematização da cidadania crítica, e permitiu associação condicional ao ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), dado o foco em alternativas energéticas e sustentabilidade.

8.3.1 Benefícios observados

Os resultados mostraram que a WebQuest foi percebida pelos estudantes como motivadora e desafiante: 88% consideraram as tarefas exigentes e envolventes. A atividade promoveu interação entre pares, desenvolvimento de autonomia e ressignificação do tema, com maior compreensão de aplicações benéficas da radioatividade no cotidiano, como em exames médicos, radioterapia e conservação de alimentos. Esses elementos reforçam a pertinência da metodologia para tornar conteúdos abstratos mais acessíveis e contextualizados.

8.3.2 Desafios identificados

Entre as dificuldades relatadas, destacaram-se o desconforto inicial dos estudantes diante da mudança metodológica, já que estavam habituados a práticas transmissivas, e a ocorrência de erros conceituais em algumas produções, avaliadas como “Regulares” quanto à fidelidade das informações. A complexidade e abstração do tema também exigiram mediação docente constante e retomadas conceituais ao longo das tarefas.

8.3.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A WebQuest sobre radioatividade favoreceu o desenvolvimento das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura digital), 7 (Argumentação) e 9 (Empatia e cooperação) da BNCC, com manifestações pontuais da Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida) na organização das tarefas e na corresponsabilidade entre os grupos. No âmbito dos ODS, observou-se alinhamento direto ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à Meta 4.7, pela reflexão crítica sobre ciência, cidadania e sustentabilidade, além de associação condicional ao ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), em função do debate sobre matrizes energéticas e alternativas sustentáveis.

8.4 ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS à WEBQUEST

Assim como na análise geral do Design Thinking, as competências e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados às WebQuests são aqui classificados como

intrínsecos ou condicionais, de acordo com sua recorrência nos estudos e com a dependência de fatores externos ao desenvolvimento da metodologia.

8.4.1 Competências e ODS: intrínsecos e condicionais

A análise dos três estudos revela que algumas competências da BNCC se manifestam de forma constante, confirmando-se como intrínsecas à lógica da WebQuest. A Competência Geral 1 (Conhecimento) esteve presente em todos os estudos, pois a metodologia exige a mobilização de conteúdos disciplinares para dar sentido às tarefas propostas. A Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo) também se mostrou estrutural, especialmente nas fases de produção e problematização, confirmando o potencial investigativo da metodologia. Da mesma forma, a Competência Geral 4 (Comunicação) emergiu em todos os contextos, pela necessidade de expressar e socializar resultados, e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação) se confirmou intrínseca, dada a característica colaborativa da WebQuest. Um aspecto distintivo é a Competência Geral 5 (Cultura digital), que se mostrou intrínseca e estruturante em todos os casos, já que a pesquisa orientada na internet, a avaliação crítica de fontes e a produção em ambientes digitais constituem a própria base da metodologia.

Algumas competências, por sua vez, foram recorrentes, mas não universais, sendo classificadas como condicionais recorrentes. A Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida) foi evidenciada nos estudos de Santos (2012) e Azevedo, Miranda e Oliveira (2023), nos quais a organização de etapas e a corresponsabilidade pelo processo de aprendizagem estiveram mais explícitas; no entanto, no estudo de Zoch e Vanz (2018), embora houvesse planejamento, essa dimensão não foi destacada como central, o que justifica sua classificação como condicional.

Competências adicionais apareceram de forma pontual, revelando-se condicionais específicas. A Competência Geral 7 (Argumentação) foi registrada no estudo de Zoch e Vanz (2018), quando os estudantes participaram de debates críticos sobre a implantação de uma usina nuclear. Nesse contexto, a argumentação se tornou indispensável, mas não foi mobilizada de maneira explícita nos outros dois estudos, o que reforça seu caráter condicional.

No que diz respeito aos ODS, o ODS 4 (Educação de Qualidade) foi contemplado em todos os estudos, confirmando-se como intrínseco à metodologia, já que a WebQuest promove aprendizagens ativas, contextualizadas e inclusivas. Entretanto, algumas metas específicas

desse objetivo assumem caráter condicional. A Meta 4.4 (desenvolvimento de competências técnicas e digitais) foi observada nos estudos de Santos (2012) e Azevedo, Miranda e Oliveira (2023), marcados pela ênfase no uso de tecnologias digitais e na produção de portfólios multimodais, mas não esteve presente no estudo de Zoch e Vanz (2018). Já a Meta 4.7 (Educação para a Cidadania Global e Sustentabilidade) destacou-se nesse último estudo, em razão da problematização de dilemas energéticos e ambientais, mas não foi evidenciada nos demais. De forma pontual, o ODS 7 (Energia Acessível e Limpa) também apareceu nesse mesmo estudo, dado o debate sobre alternativas energéticas e o papel da energia nuclear no futuro.

8.4.2 Síntese comparativa dos estudos

A análise comparativa confirma que a WebQuest é uma metodologia intrinsecamente vinculada ao desenvolvimento das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura digital) e 9 (Empatia e cooperação), além de alinhada de forma estrutural ao ODS 4 (Educação de Qualidade). Essas dimensões se mostraram constantes nos três estudos e refletem o caráter investigativo, digital e colaborativo da metodologia.

Outras competências, como a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), assim como a Meta 4.4 dos ODS, mostraram-se condicionais recorrentes, aparecendo em contextos de maior ênfase no planejamento coletivo e na integração de tecnologias. Já a Competência Geral 7 (Argumentação), a Meta 4.7 e o ODS 7 se configuraram como condicionais pontuais, evidenciando-se apenas em situações em que o tema da WebQuest exigiu debate crítico ou problematização de dilemas socioambientais.

De forma transversal, os três estudos reforçam que a WebQuest, além de motivar e engajar os estudantes, possui potencial para articular conteúdos disciplinares, promover cooperação e desenvolver competências digitais em ambientes mediados por tecnologia. Contudo, sua eficácia depende de condições estruturais, como disponibilidade de tempo, infraestrutura tecnológica e preparo docente para a mediação, aspectos que se revelaram desafiadores nos casos analisados.

9 VERSÃO 1: UMA PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO AO MODELO DO EDUCADIGITAL INTEGRANDO WEBQUESTS E DESIGN THINKING

A primeira proposta de integração parte da articulação entre as fases do Design Thinking, conforme a adaptação do Instituto EducaDigital (2014), e as etapas clássicas da WebQuest propostas por Dodge (1997). Essa combinação organiza o processo pedagógico em um percurso de aprendizagem ativa estruturado de forma contínua e coerente, mantendo o estudante como protagonista e o professor como mediador. O diferencial está em compreender como cada etapa da WebQuest potencializa a execução das fases do Design Thinking, resultando em uma experiência mais consistente e significativa.

Na fase de descoberta, o Design Thinking busca promover a imersão no problema e despertar a curiosidade inicial. Esse movimento encontra correspondência na introdução da WebQuest, que apresenta o desafio em um formato instigante e contextualizado. A integração acontece porque a introdução não se limita a situar o estudante no tema, mas agrega ao momento investigativo do Design Thinking uma dimensão mais estruturada, capaz de provocar questionamentos iniciais e favorecer uma exploração mais crítica da temática.

A fase de interpretação do Design Thinking encontra correspondência direta na etapa da tarefa da WebQuest. Enquanto o Design Thinking busca organizar informações e delimitar o problema, a tarefa traduz essa complexidade em um enunciado claro e objetivo, funcionando como um convite à ação. Dessa forma, a interpretação não permanece apenas no campo analítico, mas se concretiza em um desafio formalizado que orienta os objetivos de aprendizagem e direciona a reflexão crítica dos estudantes.

Na fase de ideação, o Design Thinking propõe a criação de ideias e hipóteses para solucionar o problema. Essa etapa encontra correspondência no processo da WebQuest, que organiza as ações investigativas que os estudantes devem seguir. A integração permite que as ideias criadas não surjam de forma solta ou desconectada, mas sejam desenvolvidas a partir de pesquisas e análises guiadas. Assim, o processo da WebQuest funciona como um caminho que dá sustentação à criatividade do Design Thinking, ajudando a transformar ideias iniciais em propostas mais consistentes e viáveis.

A fase de experimentação do Design Thinking, que envolve a construção e o teste de protótipos, relaciona-se à etapa dos recursos da WebQuest. Nessa etapa, os materiais selecionados pelo professor oferecem subsídios concretos para que as hipóteses possam ser validadas. A integração faz com que os recursos não sejam utilizados apenas como fontes de

informação, mas como insumos críticos que fortalecem a experimentação. Essa relação permite que o estudante valide suas ideias com base em dados confiáveis, transformando a experimentação em um processo mais robusto e fundamentado.

Por fim, a fase de evolução do Design Thinking se relaciona à etapa de avaliação da WebQuest. No Design Thinking, esse momento é dedicado a rever, ajustar e aprimorar as soluções propostas, enquanto na WebQuest a avaliação busca analisar as aprendizagens construídas. Quando integradas, essas etapas se tornam complementares: a avaliação não se limita a verificar o que deu certo ou errado, mas abre espaço para que os estudantes reflitam sobre o processo, identifiquem pontos de melhoria e aprimorem suas produções. Desse modo, a evolução deixa de ser apenas uma etapa final e passa a representar um ciclo contínuo de aprendizado e aperfeiçoamento.

A Versão 1, portanto, demonstra que a integração entre Design Thinking e WebQuest vai além da simples correspondência de fases. Cada etapa da WebQuest potencializa dimensões específicas do Design Thinking, tornando a aprendizagem mais investigativa, fundamentada e reflexiva. A combinação organiza um ciclo pedagógico no qual descoberta, análise, criação, fundamentação e revisão se articulam organicamente, resultando em práticas que favorecem a construção de conhecimento significativo e colaborativo.

9.1 BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO DAS WEBQUESTS NO MODELO DO DESIGN THINKING PROPOSTO PELO EDUCADIGITAL

A integração das WebQuests ao modelo de Design Thinking elaborado pelo Instituto EducaDigital potencializa os benefícios pedagógicos ao articular investigação, criação e reflexão crítica em um ciclo contínuo de aprendizagem. Essa articulação fortalece a formação integral dos estudantes, pois cada fase integrada mobiliza competências distintas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e se conecta às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS 4 - Educação de Qualidade), garantindo uma educação inclusiva e equitativa.

Na fase de descoberta, vinculada à introdução da WebQuest, os estudantes são inseridos em problemas contextualizados e instigantes, o que amplia o engajamento inicial e favorece a curiosidade investigativa. Esse movimento fortalece a Competência Geral 1 (Conhecimento), ao valorizar a apropriação de saberes contextualizados, e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), ao promover sensibilidade diante de diferentes realidades.

Em termos globais, dialoga com o ODS 4 - Educação de Qualidade, ao assegurar que o acesso ao conhecimento se dê em contextos significativos e motivadores.

Na fase de interpretação, articulada à tarefa da WebQuest, ocorre a delimitação do problema e a formulação de objetivos claros. Essa etapa mobiliza a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao incentivar a análise e a investigação crítica, e a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao exigir planejamento e responsabilidade. Essa articulação também reforça o ODS 4 - Educação de Qualidade, especialmente a meta 4.4, por promover aprendizagens relevantes que desenvolvem capacidades de análise e tomada de decisão para a vida e o trabalho.

Na fase de ideação, integrada ao processo da WebQuest, as ideias criadas pelos estudantes passam a ser sustentadas por pesquisas e análises estruturadas. Esse movimento fortalece a Competência Geral 3 (Repertório cultural), pela ampliação de referências criativas, e a Competência Geral 7 (Argumentação), ao promover a justificativa fundamentada das hipóteses formuladas. No âmbito do ODS 4 - Educação de Qualidade, essa etapa se relaciona à meta 4.7, ao estimular habilidades de resolução colaborativa de problemas, valorizando a diversidade cultural e a cidadania global.

Na fase de experimentação, conectada aos recursos da WebQuest, os materiais selecionados funcionam como insumos para validar hipóteses e fundamentar soluções. Esse momento contribui para a Competência Geral 4 (Comunicação), pela necessidade de interpretar e aplicar diferentes linguagens, e para a Competência Geral 5 (Cultura digital), pelo uso responsável da informação em ambientes digitais. Relaciona-se ainda ao ODS 4 - Educação de Qualidade, particularmente à meta 4.4, ao promover a utilização crítica das tecnologias como ferramentas de aprendizagem significativa.

Na fase de evolução, integrada à avaliação da WebQuest, os estudantes revisam suas produções e identificam possibilidades de aprimoramento. Esse processo desenvolve a Competência Geral 8 (Autoconhecimento e autocuidado), ao estimular consciência sobre o próprio percurso de aprendizagem, e a Competência Geral 10 (Responsabilidade e cidadania), ao incentivar a revisão de práticas e a busca por soluções mais responsáveis e sustentáveis. No plano dos ODS, essa etapa reforça o ODS 4 - Educação de Qualidade, em especial a meta 4.7, ao favorecer a aprendizagem ao longo da vida e o desenvolvimento de atitudes voltadas à cidadania e à sustentabilidade.

De modo geral, os benefícios da integração entre Design Thinking e WebQuests estão na consolidação de uma aprendizagem ativa, colaborativa e reflexiva, que articula criatividade e fundamentação. O alinhamento às competências da BNCC e às metas do ODS 4 confirma o

potencial da proposta para ampliar a qualidade da educação básica, aproximando os estudantes de práticas inovadoras, críticas e conectadas às demandas contemporâneas.

9.1.1 Análise da BNCC da Computação

A Versão 1, ao integrar Design Thinking e WebQuests, também se aproxima das orientações do documento Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2022), que organiza a área da Computação em três eixos interdependentes: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. A análise que se segue não tem a pretensão de afirmar que a Versão 1 cumpre integralmente cada habilidade prevista para a área, mas de identificar aproximações e potencialidades formativas que dialogam com esses eixos e objetivos de aprendizagem. Embora a proposta não tenha como foco exclusivo o ensino de Computação, as etapas do percurso integrado criam condições favoráveis para o desenvolvimento de objetivos e competências previstos para essa área, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental.

Na fase de descoberta, articulada à introdução da WebQuest, os estudantes são apresentados a um problema em contexto e precisam identificar o que é essencial para compreendê-lo. Esse movimento envolve selecionar informações relevantes, reconhecer padrões e organizar elementos que compõem a situação, aproximando-se de objetivos como a modelagem de objetos e a decomposição de problemas, presentes no eixo Pensamento Computacional. Ao precisar distinguir o que importa do que é acessório, o estudante inicia um processo de abstração que é fundamental para o desenvolvimento de raciocínios computacionais mais elaborados.

Na fase de interpretação, correspondente à etapa da tarefa, os estudantes transformam essa compreensão inicial em um plano de ação. Eles analisam o enunciado da tarefa, definem perguntas orientadoras e organizam os passos necessários para realizar a investigação proposta. Esse planejamento se aproxima da ideia de construção de algoritmos, uma vez que implica ordenar ações em uma sequência lógica e, muitas vezes, prever repetições e condições para avançar. Essa dinâmica dialoga com objetivos do eixo Pensamento Computacional relacionados à conceituação de algoritmos e à criação de sequências de passos bem definidas para resolver problemas, mesmo que em um nível introdutório e ainda não formalizado em linguagens de programação.

Na fase de ideação, associada ao processo da WebQuest, a ênfase recai sobre a criação colaborativa de hipóteses e propostas de solução apoiadas em recursos digitais. Os estudantes

utilizam tecnologias para buscar, registrar e articular ideias, o que os coloca em contato com questões ligadas à autoria, ao uso de fontes de informação e à responsabilidade na circulação de conteúdos. Nessa etapa, emergem diretamente elementos do eixo Cultura Digital, em especial o objetivo “Segurança e responsabilidade no uso da tecnologia”, que orienta o uso ético e consciente de recursos digitais. Ao discutir quais materiais podem ser utilizados, como evitar cópias literais e como organizar as informações de forma clara e respeitosa, a turma vivencia, na prática, situações que exigem reflexão sobre o uso responsável da tecnologia.

Na fase de experimentação, articulada à etapa dos recursos, o foco desloca-se para o contato mais aprofundado com materiais e ferramentas digitais que sustentam a investigação. Os estudantes acessam textos, vídeos, infográficos, simuladores ou outros recursos indicados na WebQuest e precisam interpretar e aplicar essas informações na validação de suas hipóteses. Esse movimento aproxima-se do eixo Mundo Digital, pois contribui para que os alunos compreendam como a informação é codificada, representada e disponibilizada em diferentes formatos e dispositivos. Os objetivos relacionados à codificação da informação, às interfaces e ao uso de artefatos computacionais encontram ressonância nessa etapa, na medida em que os alunos aprendem a ler, selecionar e utilizar recursos digitais de forma mais crítica e funcional.

Na fase de evolução, vinculada à etapa de avaliação da WebQuest, o processo de revisão das produções vai além da verificação de acertos conceituais. Quando a avaliação inclui a análise das fontes utilizadas, da forma de organização dos materiais digitais e da adequação da linguagem empregada, os estudantes são convidados a refletir sobre o próprio uso das tecnologias durante a atividade. Isso reforça o eixo Cultura Digital, especialmente no que diz respeito à segurança e responsabilidade no uso da tecnologia, bem como à atuação ética e autônoma em ambientes digitais. Ao reexaminar suas escolhas informacionais e suas estratégias de comunicação digital, os alunos desenvolvem maior consciência sobre a importância da credibilidade das fontes, da proteção de dados pessoais e do respeito à autoria.

De forma geral, a Versão 1 não constitui uma sequência de ensino de Computação no sentido estrito, mas cria um ambiente em que competências da área podem ser trabalhadas de maneira integrada às demais aprendizagens. As fases de descoberta e interpretação favorecem a formação de bases do Pensamento Computacional; a experimentação fortalece a compreensão do Mundo Digital; e a ideação e a evolução ampliam a vivência da Cultura Digital, com ênfase na ética e na responsabilidade. Assim, a proposta contribui para aproximar os estudantes das expectativas formativas delineadas no complemento da BNCC da Computação, ao articular investigação, uso crítico de tecnologias e reflexão sobre práticas

digitais na educação básica.

9.2 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do potencial de contemplar integralmente as competências gerais da BNCC e de se alinhar de forma direta às metas do ODS 4, a implementação da Versão 1 apresenta desafios concretos que precisam ser considerados para sua efetividade.

Um dos principais desafios refere-se à formação docente. Para que a integração ocorra de maneira consistente, é necessário que professores compreendam tanto a lógica investigativa e criativa do Design Thinking quanto a estrutura processual das WebQuests. Sem programas de formação continuada que preparem os educadores para articular essas metodologias, há o risco de que a proposta seja aplicada de forma fragmentada, reduzindo seu impacto pedagógico.

Outro obstáculo está relacionado à infraestrutura tecnológica. As WebQuests exigem acesso a dispositivos digitais, conexão estável à internet e curadoria de materiais confiáveis. Em muitas escolas brasileiras, sobretudo nas redes públicas, essas condições ainda não são igualmente garantidas, o que limita o potencial de aplicação. A desigualdade de acesso pode comprometer o caráter inclusivo da proposta e ampliar disparidades no processo de aprendizagem.

O tempo pedagógico também se apresenta como um desafio. A integração entre Design Thinking e WebQuests pressupõe etapas investigativas, criativas e reflexivas que demandam mais do que aulas tradicionais de curta duração. Em currículos rígidos e com carga horária reduzida para disciplinas específicas, pode ser difícil acomodar todas as fases de forma adequada.

Essas limitações, no entanto, não diminuem a relevância da proposta. Pelo contrário, reforçam a necessidade de políticas de incentivo à inovação educacional, investimentos em infraestrutura e apoio institucional que possibilitem práticas pedagógicas criativas e colaborativas. Além disso, destacam a importância de um planejamento intencional por parte dos professores, capaz de adaptar a proposta às realidades escolares diversas.

A Versão 1, portanto, constitui um primeiro passo promissor. Ela mostra que é possível estruturar percursos pedagógicos que contemplam todas as competências da BNCC e dialogam com as metas do ODS 4. Ainda que dependa de ajustes e de condições institucionais favoráveis, essa integração estabelece bases sólidas para práticas educativas mais críticas,

investigativas e colaborativas, representando uma contribuição significativa para a inovação na educação básica brasileira.

10 STEAM: FUNDAMENTOS E ESTRUTURA DE IMPLEMENTAÇÃO

Por fim, retomamos a abordagem STEAM, cujos níveis de implementação e etapas práticas foram apresentados no referencial teórico. Esta seção dedica-se à análise de estudos que exploram sua aplicação no ensino básico, evidenciando de que forma a interdisciplinaridade e a criatividade promovidas pelo STEAM dialogam com as competências da BNCC e com as metas do ODS 4.

10.1 ESTUDO 1: PROJETO STEAM NA CONSTRUÇÃO DE UMA HORTA ESCOLAR (SOARES, 2023)

O estudo de SOARES (2023), desenvolvido no PPgITE/UFRN, investigou a aplicação da abordagem STEAM no ensino de Química Orgânica com estudantes do 2º ano do Ensino Médio em uma escola estadual de Natal-RN. A proposta foi estruturada em Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), culminando na construção de uma horta escolar como produto final. Embora a dissertação não organize explicitamente o projeto nas etapas do STEAM, é possível, a partir das atividades relatadas, identificar correspondências com as fases sistematizadas, em uma leitura analítica e interpretativa.

Na etapa inicial de observação e problematização, os estudantes revisaram conceitos de funções orgânicas e inorgânicas e realizaram práticas de identificação de substâncias ácidas e básicas, incluindo a coleta e análise de amostras de solo em seis pontos do terreno escolar. O pH encontrado ($\approx 6,5$) foi discutido em relação à disponibilidade de macro e micronutrientes. Esse momento mobilizou a Competência Geral 1 (Conhecimento) e a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao aplicar conteúdos químicos na investigação de um problema real, em alinhamento ao ODS 4 (Educação de Qualidade).

No planejamento e integração interdisciplinar, os alunos definiram espécies a serem cultivadas e elaboraram a planta baixa da horta, com apoio da professora de Matemática. O cálculo de área e perímetro do terreno garantiu a articulação entre Química e Matemática, promovendo interdisciplinaridade. Essa fase reforçou a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao exigir organização e gestão colaborativa, e a Competência Geral 7 (Argumentação), ao justificar decisões sobre o design da horta.

Em seguida, na etapa de experimentação prática e soluções sustentáveis, os estudantes participaram de uma oficina de compostagem realizada em parceria com o programa

“Arboriza Natal” (UFRN) e iniciaram o plantio. Essa etapa favoreceu a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), pelo trabalho coletivo, e promoveu reflexões associadas ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), de caráter condicional, ao abordar o reaproveitamento de resíduos e o ciclo de nutrientes.

Por fim, o registro, a reflexão e a socialização foram contemplados por meio de diários reflexivos elaborados em *Padlet*, nos quais os estudantes registraram descobertas e percepções. O uso da plataforma digital mobilizou a Competência Geral 5 (Cultura digital) e a Competência Geral 4 (Comunicação), permitindo tanto a expressão individual quanto a interação coletiva. Além disso, a apresentação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável à turma reforçou a consciência crítica e a relação entre a prática escolar e os compromissos globais, contribuindo para a meta 4.7 do ODS 4.

10.1.1 Benefícios observados

A sequência didática possibilitou a articulação entre conteúdos de Química Orgânica e práticas concretas de cultivo, tornando a aprendizagem mais significativa. A interdisciplinaridade com a Matemática, o engajamento em atividades colaborativas e o uso de ferramentas digitais ampliaram a motivação dos estudantes. A construção da horta foi percebida como oportunidade de aplicar conhecimentos em um contexto real, reforçando o caráter integrador do STEAM.

10.1.2 Desafios identificados

O estudo apontou dificuldades relacionadas à infraestrutura escolar, como a necessidade de preparo do terreno e de materiais adequados, além do tempo pedagógico reduzido para execução completa do projeto. Também se destacou a importância de formação docente para coordenar práticas integradas baseadas em STEAM e ABP, evidenciando que a implementação da abordagem depende de suporte institucional e planejamento prévio.

10.1.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A experiência STEAM na horta escolar mobilizou as Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura digital), 6 (Trabalho e projeto de vida), 7 (Argumentação) e 9 (Empatia e cooperação),

integrando saberes científicos, tecnológicos e socioemocionais na resolução de problemas reais. Quanto aos ODS, houve alinhamento direto ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à Meta 4.7, pela promoção de aprendizagens significativas e conscientes, com associação condicional ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), dada a ênfase em sustentabilidade, reaproveitamento e responsabilidade ambiental.

10.2 ESTUDO 2: AÇÃO FORMATIVA COM ABORDAGEM STEAM NA EDUCAÇÃO BÁSICA (Lima et al., 2022)

O estudo de LIMA et al. (2022) descreve uma ação formativa realizada em quatro escolas estaduais de Mato Grosso, entre setembro e novembro de 2022, envolvendo 126 estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio. O objetivo principal foi fomentar o interesse dos jovens, em especial das meninas, pelas áreas STEM, a partir de oficinas fundamentadas na abordagem STEAM.

Embora o artigo não utilize explicitamente a nomenclatura das etapas do STEAM sistematizadas neste estudo, é possível identificar correspondências interpretativas entre as atividades descritas e as fases propostas no referencial teórico.

Na etapa de contextualização e definição do foco, a equipe apresentou o projeto às gestões escolares e planejou a ação (atividade A10), estabelecendo cronograma, divisão de responsabilidades e recursos necessários. Esse momento mobilizou a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao incentivar o planejamento coletivo, e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), pela necessidade de articular diferentes atores da comunidade escolar. O alinhamento ao ODS 4 (Educação de Qualidade) é evidente, por assegurar uma organização inclusiva e colaborativa.

Na fase de planejamento e investigação, os estudantes participaram de um acolhimento conduzido por psicóloga (atividade A8), que utilizou a técnica de Realidade Ocupacional (R-O) e uma matriz de interesses e profissões. Essa atividade favoreceu a Competência Geral 8 (Autoconhecimento e autocuidado), ao estimular reflexão sobre interesses e escolhas profissionais, e contribuiu para o ODS 4.4, que enfatiza o desenvolvimento de competências relevantes para o futuro.

No desenvolvimento e criação, os alunos se engajaram em debates sobre a pauta de gênero (atividade A9) e, posteriormente, em atividades práticas (atividade A4), que envolveram a discussão da história da computação, o estudo das contribuições de mulheres na ciência, o uso de ferramentas digitais como Kahoot! e Mentimeter, além do reaproveitamento

de lixo eletrônico na confecção de bloquinhos. Essa etapa mobilizou a Competência Geral 1 (Conhecimento) e a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao relacionar conteúdos de ciência e tecnologia com questões sociais. Também envolveu a Competência Geral 5 (Cultura digital) e a Competência Geral 4 (Comunicação), pelo uso crítico de plataformas digitais e pela socialização dos resultados. No campo dos ODS, destacaram-se o ODS 5 (Igualdade de Gênero) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades), além do ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), pelo reaproveitamento de materiais.

A etapa de apresentação e reflexão ocorreu por meio da atividade A5 (“Âncora dos Sentimentos”), que promoveu metacognição (ou seja, da reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem) sobre fatores limitantes, expectativas e autoconfiança em relação às trajetórias STEM. Esse momento reforçou a Competência Geral 7 (Argumentação), ao exigir a expressão de opiniões fundamentadas, e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), ao valorizar a escuta e o compartilhamento de percepções entre os estudantes. O vínculo ao ODS 4.7 também se manifesta, pela promoção de cidadania e valores ligados à inclusão.

10.2.1 Benefícios observados

As avaliações revelaram percepções amplamente positivas, ressaltando a importância de práticas que unem acolhimento psicológico, atividades criativas, debates sociais e tecnologias digitais. O projeto mostrou potencial para ampliar a motivação dos estudantes, fortalecer o protagonismo feminino em áreas STEM e estimular o desenvolvimento de competências críticas e digitais.

10.2.2 Desafios identificados

Entre os desafios, os autores destacaram a necessidade de ampliar os espaços de debate com os estudantes, investir em formação continuada dos docentes, melhorar a infraestrutura tecnológica e garantir suporte de políticas públicas. Tais condições são essenciais para que a proposta STEAM seja implementada de forma consistente e sustentável.

10.2.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A ação formativa com abordagem STEAM evidenciou a mobilização das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4

(Comunicação), 5 (Cultura digital), 6 (Trabalho e projeto de vida), 7 (Argumentação), 8 (Autoconhecimento e autocuidado) e 9 (Empatia e cooperação), articulando ciência, tecnologia e desenvolvimento humano. No plano dos ODS, verificou-se alinhamento direto ao ODS 4 (Educação de Qualidade), com destaque para as metas 4.4 e 4.7, além de associação aos ODS 5 (Igualdade de Gênero), 10 (Redução das Desigualdades) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), pela valorização da diversidade, da sustentabilidade e do uso crítico de tecnologias.

10.3 ESTUDO 3: EDUCAÇÃO FINANCEIRA EM UM CONTEXTO STEAM NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR (SANTOS, 2024)

O estudo de SANTOS (2024) investigou a emergência de ideias de Educação Financeira em um contexto STEAM na Educação Pré-Escolar, envolvendo crianças de 3 a 4 anos. A proposta articulou conteúdos de Matemática - especialmente Números, Geometria e Medida - com outras áreas, por meio de atividades baseadas na narrativa literária infantil *A Caixa, de Min Flyte*. O objetivo central foi analisar aprendizagens que emergem de um momento STEAM sustentado pela literatura e pelos interesses das crianças.

Embora o artigo também não utilize explicitamente a nomenclatura das etapas STEAM sistematizadas neste estudo, é possível estabelecer correspondências interpretativas entre as sessões descritas e as fases do referencial adotado.

Na etapa de contextualização e definição do foco, a história foi apresentada com apoio de retroprojektor e teatro de sombras, seguida de um diálogo inicial sobre possibilidades de uso de uma caixa. Esse momento mobilizou a Competência Geral 4 (Comunicação) e a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao incentivar a escuta, a oralidade e a curiosidade investigativa. O vínculo ao ODS 4 (Educação de Qualidade) é intrínseco, pois as atividades valorizaram práticas inclusivas e interativas desde o início.

Na fase de exploração investigativa, as crianças manipularam caixas de diferentes dimensões e materiais para decidir quais seriam mais adequadas a determinados “fósseis”, discutindo propriedades físicas e possíveis usos. Essa exploração promoveu aprendizagens relacionadas a contagem, comparação e relações de grandeza (Matemática), além de propriedades dos materiais (Ciências), estimulando a Competência Geral 2 e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), ao requerer trabalho coletivo. Aqui também se observa uma aproximação com o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao discutir uso e reutilização de materiais.

Na etapa de concepção e construção, as crianças planejaram e criaram diferentes objetos com as caixas remanescentes, além de confeccionarem representações de dinheiro (moedas e notas). Essa atividade articulou Artes (cores, formas), Engenharia (montagem) e Tecnologia (uso de ferramentas simples), favorecendo a Competência Geral 1 (Conhecimento) e a Competência Geral 4, ao exigir expressão criativa e comunicação das ideias. A inserção de noções de valor e troca emergiu como um ponto central da Educação Financeira no projeto, em alinhamento ao ODS 4.7, que valoriza aprendizagens voltadas à cidadania.

Na fase de experimentação e comunicação, as crianças participaram de jogos simbólicos de compra e venda com as notas produzidas e folhetos de supermercado. Esse momento consolidou aprendizagens matemáticas (contagem, adição, comparação de preços) e abriu espaço para reflexões sobre escolhas alimentares, aproximando-se do ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) de forma condicional. Ao mesmo tempo, a comunicação oral e a negociação entre pares fortaleceram novamente as Competências Gerais 2, 4 e 9.

De forma transversal, o uso do retroprojektor e de outros recursos tecnológicos mediou experiências de narrativa e visualização, vinculando-se à Competência Geral 5 (Cultura digital), ainda que de maneira pontual.

10.3.1 Benefícios observados

O estudo evidenciou ganhos expressivos no desenvolvimento de conceitos matemáticos (Números, Geometria e Medida) em integração com outras áreas, além de abrir oportunidades para aprendizagens iniciais de Educação Financeira. O uso da literatura infantil como eixo estruturante mostrou-se eficaz para engajar as crianças, favorecer a interdisciplinaridade e promover aprendizagens significativas.

10.3.2 Desafios identificados

Embora o artigo não apresente uma seção específica de limitações, é possível inferir desafios ligados à gestão do tempo, à necessidade de curadoria e segurança no uso de materiais e à importância de planejar mediações intencionais para que a dimensão financeira não se restrinja ao faz de conta. Esses fatores são condicionais à faixa etária e ao contexto escolar, mas influenciam diretamente a profundidade do trabalho.

10.3.3 Síntese das competências da BNCC e ODS contemplados

A proposta de educação financeira em contexto STEAM promoveu manifestações das Competências Gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura digital) e 9 (Empatia e cooperação), por meio de atividades lúdicas e investigativas que integraram diferentes áreas. Em relação aos ODS, constatou-se alinhamento direto ao ODS 4 (Educação de Qualidade) e à Meta 4.7, por favorecer aprendizagens inclusivas e significativas na Educação Infantil, além de associações condicionais ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ao ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), mediante a reflexão sobre uso consciente de materiais e escolhas alimentares.

10.4 ANÁLISE GERAL DOS ESTUDOS: COMPETÊNCIAS E ODS INTRÍNSECOS E CONDICIONAIS AO STEAM

Nesta seção, damos seguimento às análises transversais dos três estudos, neste contexto sobre o STEAM observa-se um núcleo de competências e objetivos que se manifestam de forma intrínseca, enquanto outros se revelam como condicionais, variando entre recorrentes e contextuais conforme o recorte pedagógico e temático adotado.

10.4.1 Competências da BNCC e ODS: intrínsecos e condicionais

De forma intrínseca, estiveram presentes em todos os estudos as competências gerais 1 (Conhecimento), 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), 4 (Comunicação), 5 (Cultura digital) e 9 (Empatia e cooperação). No Estudo 1, isso se verificou na investigação química do solo e no trabalho colaborativo para a horta (Soares, 2023); no Estudo 2, nas oficinas digitais e debates sociais mediados por ferramentas como Kahoot! e Mentimeter (Lima et al., 2022); e no Estudo 3, nas atividades de manipulação de materiais e jogos simbólicos de compra e venda em grupo (Santos, 2024). No plano dos ODS, o ODS 4 (Educação de Qualidade), a meta 4.7 (cidadania e sustentabilidade), e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) também se consolidaram como intrínsecos, pois estiveram associados a aprendizagens ativas, ao uso crítico de recursos e à preocupação com a sustentabilidade em todos os contextos.

Algumas competências se mostraram condicionais recorrentes, emergindo em dois dos três estudos. A Competência Geral Gera 6 (Trabalho e projeto de vida) esteve presente no Estudo 1, no planejamento da horta, e no Estudo 2, na organização das ações escolares, mas

não foi central no trabalho da pré-escola. A Competência Geral 7 (Argumentação) surgiu no Estudo 1, quando os alunos precisaram justificar as escolhas no design da horta, e no Estudo 2, durante os debates de gênero, mas não apareceu no Estudo 3. Já a Competência Geral 8 (Autoconhecimento e autocuidado), embora relevante no Estudo 2, com a atividade de Realidade Ocupacional conduzida pela psicóloga, não foi contemplada nos demais, caracterizando-se também como condicional.

Por fim, algumas competências e ODS apareceram de modo condicional contextual, sendo específicos de apenas um estudo. Da mesma forma, certos ODS foram contextuais: o ODS 5 (Igualdade de Gênero) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades) apareceram apenas no Estudo 2, vinculados à inclusão e ao protagonismo feminino; e o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), estiveram restritos ao Estudo 3, em função das discussões sobre hábitos alimentares.

10.4.2 Síntese comparativa dos estudos

O STEAM revela um núcleo de competências e ODS que se confirmam como intrínsecos em qualquer aplicação, fortalecendo a ideia de que investigação científica, comunicação, uso crítico de tecnologias e colaboração constituem pilares estruturantes da abordagem. Os condicionais recorrentes mostram tendências importantes, como a argumentação, o trabalho coletivo e a cidadania, que dependem de escolhas didáticas e do nível de ensino. Já os condicionais contextuais ressaltam a flexibilidade do STEAM para dialogar com temas específicos, como igualdade de gênero, sustentabilidade ambiental ou educação financeira.

Essa análise permite concluir que o STEAM combina uma base sólida e estruturante, capaz de garantir aprendizagens ativas e interdisciplinares, com uma adaptabilidade que possibilita atender a demandas sociais, ambientais e culturais específicas. Sua efetividade, contudo, está diretamente ligada à intencionalidade pedagógica, à mediação docente qualificada e às condições materiais e institucionais que sustentam sua implementação. Nesse sentido, os resultados observados também reforçam a perspectiva apresentada por Rodrigues-Silva e Alsina (2022), segundo a qual a integração STEAM pode ocorrer de forma gradual, por meio de atividades que envolvem duas ou mais áreas, até alcançar uma educação plenamente interdisciplinar. Essa compreensão evidencia que a implementação pode ser construída progressivamente, conforme o contexto e a maturidade das práticas escolares.

As análises comparativas dos estudos STEAM reforçam o papel da

interdisciplinaridade e da experimentação como princípios estruturantes da aprendizagem significativa. Ao integrar essas evidências às reflexões anteriores sobre Design Thinking e WebQuests, torna-se possível vislumbrar um modelo unificado de aplicação, no qual as três metodologias se complementam de maneira dinâmica.

A próxima seção, portanto, aprofunda a inserção do STEAM na integração com o Design Thinking e as WebQuests, delineando as bases conceituais e estruturais dessa articulação. Nos capítulos seguintes, essa integração é ampliada com a apresentação da WebQuest protótipo e da rubrica integrada, que materializam a proposta teórico-metodológica construída ao longo deste trabalho.

11 VERSÃO 2: INTEGRAÇÃO PLENA DO DESIGN THINKING + WEBQUESTS + STEAM

A segunda versão amplia a proposta anterior ao incorporar a abordagem STEAM, fortalecendo a interdisciplinaridade e o vínculo com problemas autênticos. A integração parte do modelo de Design Thinking para Educadores (INSTITUTO EDUCADIGITAL, 2014), articula-se às etapas da WebQuest (DODGE, 1997) e é enriquecida pelos princípios do STEAM, que orientam a exploração científica, tecnológica, criativa e matemática no processo de aprendizagem. Essa ampliação segue a lógica de implementação progressiva discutida por Rodrigues-Silva e Alsina (2022), na qual o STEAM pode ser desenvolvido em diferentes níveis de integração, permitindo que escolas avancem de experiências interdisciplinares pontuais para práticas plenamente integradas conforme suas possibilidades e objetivos.

Na fase de descoberta, a etapa de introdução da WebQuest continua a contextualizar o problema, mas o STEAM aprofunda a observação investigativa. As ciências favorecem o levantamento de hipóteses iniciais e a coleta de informações, enquanto as artes ampliam as possibilidades de sensibilização por meio de diferentes linguagens visuais e narrativas. Com isso, o problema é apresentado de modo mais atrativo e interdisciplinar.

Na fase de interpretação, a etapa da tarefa é fortalecida pela contribuição das áreas do STEAM. A ciência auxilia na formulação de hipóteses fundamentadas; a matemática orienta a definição de métricas e critérios; a engenharia contribui para identificar restrições e requisitos práticos; a tecnologia apoia a organização das informações em plataformas digitais; e as artes favorecem a comunicação criativa do desafio. Essa articulação amplia a clareza e a profundidade da definição do problema.

Na fase de ideação, o processo da WebQuest é expandido pelo potencial criativo do STEAM. A interdisciplinaridade permite que os estudantes combinem hipóteses científicas, ferramentas tecnológicas, princípios de engenharia, recursos artísticos e cálculos matemáticos para propor soluções inovadoras. Essa combinação promove a criatividade e favorece a colaboração, uma vez que diferentes habilidades são mobilizadas de forma complementar.

Na fase de experimentação, os recursos previamente curados pelo professor oferecem suporte à validação das ideias, mas o STEAM possibilita ir além da pesquisa em fontes digitais. Os estudantes podem construir protótipos físicos, digitais ou híbridos, realizar simulações matemáticas, utilizar softwares de modelagem ou explorar expressões artísticas para materializar suas soluções. Essa etapa torna o processo mais prático e investigativo.

Por fim, na fase de evolução, a etapa de avaliação da WebQuest é enriquecida pelas práticas de validação e comunicação próprias do STEAM. As artes contribuem para a apresentação criativa dos resultados, a tecnologia permite o compartilhamento em ambientes digitais e a matemática apoia a interpretação dos dados obtidos. Nesse momento, os estudantes são incentivados a refletir criticamente sobre o impacto social, ambiental ou tecnológico das soluções, promovendo uma aprendizagem mais ampla e conectada à realidade.

Essa integração plena demonstra que o STEAM amplia o potencial investigativo e interdisciplinar da proposta, favorecendo aprendizagens mais contextualizadas, criativas e conectadas às demandas contemporâneas. Na sequência, apresentam-se os benefícios pedagógicos por fase, com o mapeamento às competências gerais da BNCC e às metas do ODS 4.

11.1 BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO

A integração plena entre Design Thinking, WebQuests e STEAM amplia e aprofunda as potencialidades pedagógicas já observadas na Versão 1. Todas as dez Competências Gerais da BNCC continuam contempladas, mas o acréscimo do STEAM fortalece dimensões específicas porque acrescenta novas formas de investigação, análise, criação e validação ao processo. O alinhamento ao ODS 4 permanece central.

Na fase de descoberta, vinculada à introdução da WebQuest, o STEAM amplia a observação investigativa ao oferecer ferramentas científicas e criativas desde o início. A presença das ciências favorece análises mais objetivas do problema, enquanto as artes permitem que ele seja percebido também por uma perspectiva estética e sensível. Essa ampliação fortalece a Competência Geral 1 (Conhecimento), pois o estudante passa a relacionar informações conceituais a fenômenos reais, e a Competência Geral 9 (Empatia e cooperação), já que a abordagem artística facilita conexões humanas e interpretações múltiplas do contexto. No ODS 4, isso significa garantir experiências de aprendizagem mais ricas e inclusivas logo no ponto de partida.

Na fase de interpretação, articulada à tarefa da WebQuest, o STEAM fortalece a análise crítica porque introduz critérios objetivos e práticos. A matemática contribui com métricas para quantificar variáveis, enquanto a engenharia traz parâmetros de viabilidade que tornam a reflexão mais próxima de problemas concretos. Isso reforça a Competência Geral 2 (Pensamento científico, crítico e criativo), ao mostrar que a análise precisa se apoiar em dados

e evidências, e a Competência Geral 6 (Trabalho e projeto de vida), ao incentivar a organização de metas e planos de ação realistas. Assim, o ODS 4.4 se materializa ao promover habilidades diretamente aplicáveis em contextos acadêmicos e profissionais.

Na fase de ideação, vinculada ao processo da WebQuest, o STEAM torna a criatividade mais fundamentada. Tecnologias digitais possibilitam simulações que testam hipóteses antes da execução, enquanto as artes favorecem múltiplas formas de expressão das ideias. Isso fortalece a Competência Geral 3 (Repertório cultural), porque o estudante acessa diferentes linguagens e referências, e a Competência Geral 5 (Cultura digital), já que a ideação passa a incorporar o uso crítico de ferramentas tecnológicas. No ODS 4, a ideação deixa de ser apenas um exercício de imaginação para se tornar um espaço de inovação que conecta criação e responsabilidade.

Na fase de experimentação, relacionada aos recursos da WebQuest, o STEAM fortalece a validação das hipóteses por meio de práticas interdisciplinares. A engenharia e a tecnologia permitem protótipos reais ou digitais, enquanto a matemática apoia a mensuração dos resultados. Esse movimento reforça a Competência Geral 4 (Comunicação), pois exige clareza para traduzir dados e experimentos em linguagens compreensíveis, e a Competência Geral 7 (Argumentação), já que os estudantes precisam justificar escolhas com base em evidências. Logo, a experimentação se aproxima da investigação científica e se conecta ao ODS 4 pela valorização do raciocínio fundamentado em dados.

Por fim, na fase de evolução, correspondente à avaliação da WebQuest, o STEAM amplia as formas de reflexão e socialização. As artes favorecem apresentações criativas e engajantes, enquanto as tecnologias digitais possibilitam feedbacks colaborativos em plataformas online. Isso reforça a Competência Geral 8 (Autoconhecimento e autocuidado), porque o estudante é levado a avaliar seu próprio percurso de forma crítica, e a Competência Geral 10 (Responsabilidade e cidadania), pois a socialização em ambientes diversos evidencia o impacto social das soluções propostas. No ODS 4, a evolução se conecta à aprendizagem ao longo da vida, ao estimular a revisão contínua das próprias práticas e a consciência sobre o papel das produções no coletivo.

De modo geral, os benefícios da Versão 2 não estão apenas na manutenção da contemplação integral das competências da BNCC, mas principalmente no modo como o STEAM aprofunda cada uma delas. Ao transformar descobertas em investigações mais rigorosas, interpretações em análises quantificáveis, ideias em simulações fundamentadas, experimentações em validações práticas e avaliações em processos reflexivos criativos, a

integração plena organiza um percurso que favorece a construção de conhecimento mais significativo e inovador.

Além disso, a natureza interdisciplinar e contextual do STEAM amplia o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Diferentemente da Versão 1, em que o foco permaneceu mais concentrado no ODS 4, aqui se abre a possibilidade de dialogar intencionalmente com diversos ODS, dependendo do tema escolhido e da mediação pedagógica. Projetos voltados à sustentabilidade ambiental podem relacionar-se ao ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e ao ODS 12 (Consumo e produção responsáveis); desafios ligados à inovação tecnológica e resolução de problemas locais podem se alinhar ao ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura); e atividades voltadas à equidade e ao protagonismo estudantil podem fortalecer o ODS 5 (Igualdade de gênero) e o ODS 10 (Redução das desigualdades).

Essa multiplicidade de conexões reforça a escola como espaço de formação cidadã e de compromisso com a Agenda 2030, promovendo uma aprendizagem orientada não apenas ao domínio de conteúdos, mas à construção de uma consciência crítica, ética e sustentável. A integração entre Design Thinking, WebQuest e STEAM, portanto, materializa o potencial da educação para a transformação social, articulando competências da BNCC com as metas globais da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável.

11.1.1 Análise da BNCC da Computação

Assim como discutido na análise da Versão 1, a integração entre Design Thinking e WebQuests já se aproxima das orientações do documento Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2022), organizado nos eixos Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital e em competências específicas para o Ensino Fundamental e Médio. Na Versão 2, a incorporação do STEAM intensifica essas aproximações, sobretudo ao favorecer a elaboração de projetos interdisciplinares que exigem modelagem de problemas, análise de dados, uso de tecnologias digitais e reflexão sobre o impacto social das soluções. Tal como na Versão 1, a análise que se segue não pretende afirmar que a proposta cumpre integralmente todas as habilidades previstas para a área de Computação, mas identificar potencialidades formativas que dialogam com os eixos e objetivos da BNCC da Computação em diferentes etapas da Educação Básica.

Na fase de descoberta, articulada à introdução da WebQuest, o STEAM aprofunda processos já presentes na Versão 1, como selecionar informações relevantes, reconhecer

padrões, abstrair elementos essenciais e decompor o problema. A análise de fenômenos científicos, tecnológicos ou sociais torna mais complexo o trabalho com modelagem de objetos, exigindo que os estudantes identifiquem atributos, componentes e relações estruturais para compreender o desafio. Esses movimentos reforçam diretamente habilidades do eixo Pensamento Computacional e ampliam o alcance das reflexões sobre impactos sociais, ambientais e éticos das tecnologias.

Na fase de interpretação, vinculada à tarefa, o STEAM intensifica o planejamento estruturado que já caracterizava essa etapa na Versão 1. A definição de critérios científicos, matemáticos ou técnicos exige a criação de sequências de passos organizadas, o estabelecimento de condições e a previsão de verificações, aprofundando habilidades relacionadas à construção de algoritmos introdutórios e à decomposição do problema em subproblemas. Esse movimento fortalece os fundamentos do Pensamento Computacional previstos na BNCC, especialmente no que diz respeito à formulação de instruções ordenadas e ao desenvolvimento da lógica de passos.

Na fase de ideação, associada ao processo da WebQuest, a presença do STEAM amplia habilidades ligadas ao eixo Cultura Digital que já apareciam na Versão 1. A elaboração de ideias por meio de modelos, representações visuais, protótipos conceituais ou mídias digitais reforça competências relacionadas à autoria, ao uso ético de fontes, à rastreabilidade e à responsabilidade no uso das tecnologias. A necessidade de combinar diferentes linguagens digitais aprofunda a capacidade de selecionar ferramentas, organizar informações e comunicar soluções com clareza e responsabilidade.

Na fase de experimentação, vinculada aos recursos da WebQuest, o STEAM aprofunda habilidades relacionadas ao eixo Mundo Digital. Enquanto na Versão 1 os estudantes lidavam com recursos digitais para interpretação e validação de hipóteses, na Versão 2 passam a manipular simulações, planilhas, protótipos e ferramentas que exigem maior compreensão da codificação e representação da informação, além da utilização de artefatos computacionais. Isso amplia competências relacionadas à manipulação de dados, às interfaces e à compreensão de formatos digitais, consolidando a articulação com objetivos do eixo Mundo Digital.

Na fase de evolução, articulada à avaliação, o STEAM reforça habilidades de Cultura Digital já presentes na Versão 1, como a verificação da credibilidade das fontes, o respeito à autoria, a proteção de dados e a responsabilidade no uso de tecnologias. A análise da clareza da comunicação, da consistência dos dados utilizados e da adequação técnica das escolhas realizadas aprofunda a reflexão crítica sobre o processo e o produto, fortalecendo habilidades

relacionadas à ética digital e ao uso seguro e responsável das tecnologias.

De forma geral, a Versão 2 potencializa o que já havia sido identificado na Versão 1, ao criar um ambiente ainda mais favorável ao desenvolvimento de competências da Computação tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. A combinação entre Design Thinking, WebQuests e STEAM intensifica a presença de elementos como modelagem, decomposição, algoritmos, organização e representação de informações, uso crítico de tecnologias, segurança digital e avaliação de soluções, todos previstos no complemento da BNCC para a área de Computação. Embora a proposta não constitua um currículo de Computação em sentido estrito, ela oferece um terreno fértil para que os objetivos dessa área sejam trabalhados de forma integrada a problemas autênticos e interdisciplinares, o que reforça a pertinência da integração para a formação crítica e tecnológica dos estudantes na educação básica.

11.2 DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Versão 2, que integra Design Thinking, WebQuests e STEAM em um mesmo percurso pedagógico, apresenta ganhos significativos em termos de aprendizagem ativa, criativa e interdisciplinar. No entanto, sua implementação depende de condições específicas que nem sempre estão asseguradas na realidade da educação básica brasileira. Os desafios não invalidam a proposta, mas evidenciam a necessidade de planejamento, apoio institucional e políticas educacionais consistentes.

Um primeiro desafio refere-se à formação docente. Diferentemente da Versão 1, que exige domínio das fases do Design Thinking e da estrutura das WebQuests, a Versão 2 acrescenta a necessidade de transitar com segurança pela lógica interdisciplinar do STEAM. Isso significa que o professor deve articular conteúdos de diferentes áreas, promover atividades de investigação integradas e mediar práticas de prototipagem, o que demanda conhecimento especializado e flexibilidade metodológica. Sem programas de formação continuada, há o risco de a integração ser aplicada de forma fragmentada, em que cada componente (Design Thinking, WebQuest e STEAM) apareça isoladamente, enfraquecendo a proposta.

Outro obstáculo central é a infraestrutura tecnológica e material. A Versão 2 depende de recursos mais amplos, como dispositivos digitais, softwares de simulação, materiais para prototipagem e ambientes colaborativos de aprendizagem. Em escolas com infraestrutura precária, a proposta pode ser reduzida a uma adaptação simplificada, comprometendo

especialmente a experimentação e a validação prática, que são elementos-chave do STEAM. Essa desigualdade de acesso amplia disparidades entre redes públicas e privadas e coloca em evidência a importância de políticas de equidade no acesso às tecnologias.

O tempo pedagógico também representa uma limitação significativa. A integração plena demanda percursos investigativos mais longos, que incluem etapas de pesquisa, análise, ideação, prototipagem e reflexão. Em currículos rígidos, estruturados em aulas curtas e fragmentadas, pode ser inviável desenvolver todas as fases com a profundidade necessária. Isso coloca em risco a própria lógica da proposta, que depende da continuidade e da organicidade para atingir seus objetivos.

Esses desafios, entretanto, não diminuem o valor da Versão 2. Pelo contrário, evidenciam que sua implementação requer suporte institucional, flexibilização curricular e investimentos em inovação educacional. A integração plena fortalece as competências gerais da BNCC e amplia a relação com os ODS, mas só poderá alcançar todo o seu potencial se vier acompanhada de condições estruturais adequadas. Superar esses desafios também significa aproximar a escola dos compromissos assumidos na Agenda 2030, garantindo não apenas o cumprimento do ODS 4 (Educação de Qualidade), mas também a possibilidade de trabalhar, de forma transversal, outros objetivos que dependem de práticas pedagógicas inovadoras e inclusivas.

Em síntese, a transição da Versão 1 para a Versão 2 não representa apenas a soma de novas metodologias, mas o fortalecimento de uma arquitetura pedagógica mais ampla e interdisciplinar. As competências que já se mostravam intrínsecas, como pensamento científico, comunicação, cultura digital e empatia, permanecem, mas são aprofundadas pela multiplicidade de linguagens e recursos do STEAM. Outras competências que antes apareciam de forma localizada, como conhecimento, repertório cultural e responsabilidade e cidadania, tornam-se mais recorrentes e consistentes. Do mesmo modo, o ODS 4 mantém-se como eixo estruturante, mas a integração plena amplia as possibilidades de conexão condicional com objetivos como inovação, sustentabilidade e equidade. Dessa forma, a Versão 2 consolida a proposta inicial e a expande, reafirmando o caráter inovador do modelo e sua capacidade de promover aprendizagens significativas, colaborativas e socialmente relevantes.

12 WEBQUEST: PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PRÁTICA E POSSIBILIDADES DE AVALIAÇÃO

A presente seção apresenta a construção de uma WebQuest como demonstração prática da integração metodológica desenvolvida ao longo deste trabalho, na Versão 1 (Design Thinking + WebQuests) e na Versão 2 (Design Thinking + WebQuests + STEAM), tendo como eixo temático a “Introdução sobre a Inteligência Artificial na Educação Básica do Brasil”. A proposta foi concebida como um protótipo pedagógico que busca operacionalizar, em formato concreto, os princípios de articulação entre as três metodologias discutidas nas seções anteriores, evidenciando como podem ser mobilizadas de forma integrada em contextos reais de ensino e aprendizagem.

Mais do que um exemplo ilustrativo, a WebQuest foi planejada como uma aplicação demonstrativa da coerência entre teoria e prática, servindo como elemento de validação das versões teóricas apresentadas e estabelecendo correspondência direta com a rubrica integrada de avaliação proposta neste estudo. Desse modo, a WebQuest assume o papel de evidenciar o potencial pedagógico da integração, mostrando de que forma os fundamentos conceituais do Design Thinking, da WebQuest e do STEAM se traduzem em práticas investigativas, colaborativas e criativas.

A escolha da WebQuest fundamenta-se nos princípios do Conectivismo, teoria desenvolvida por Siemens (2004), que entende a aprendizagem na era digital como a capacidade de estabelecer conexões significativas entre informações, pessoas e recursos em rede. Nesse contexto, a tomada de decisão torna-se parte constitutiva do processo de aprender, uma vez que exige distinguir o que é relevante e atualizar continuamente os conhecimentos. A WebQuest, ao oferecer um ambiente estruturado, atua como filtro diante da abundância de dados, favorecendo a análise crítica e a transformação da informação em conhecimento aplicável.

Esse movimento também se ancora no paradigma da Web 2.0 (O'Reilly, 2005), que ampliou a participação e a colaboração on-line, promovendo a criação coletiva e o compartilhamento dinâmico de conteúdos. A WebQuest, nesse cenário, torna-se um espaço de inteligência coletiva (Lévy, 2000), em que o professor assume papel de mediador e os estudantes desenvolvem protagonismo investigativo e colaborativo.

A fundamentação foi ainda enriquecida pelas contribuições da pesquisadora canadense Nellie Deutsch (2022), em vídeo formativo sobre a elaboração de WebQuests voltadas à

aprendizagem por investigação. A autora destaca como essa metodologia favorece a autonomia, a cooperação e a autorregulação, ao mesmo tempo em que estimula o pensamento crítico e otimiza o uso do tempo em aula. Deutsch também chama atenção para desafios recorrentes, como a necessidade de curadoria criteriosa, o risco de links inativos, a dependência de infraestrutura tecnológica e o sentimento de vulnerabilidade dos estudantes diante da exposição pública de suas produções.

Essas recomendações foram consideradas tanto no desenho da WebQuest proposta, estruturada integralmente no *Google Sites* com recursos previamente curados e compartilhamento restrito, quanto na formulação da rubrica integrada de avaliação apresentada neste capítulo. O cuidado com privacidade, a atenção à curadoria, a centralização em um único ambiente e a ênfase em momentos de reflexão e revisão dialogam diretamente com os alertas de Deutsch, conferindo solidez à proposta prática e coerência entre o protótipo pedagógico e o instrumento avaliativo.

12.1 CONSTRUÇÃO DA WEBQUEST DE INTEGRAÇÃO METODOLÓGICA

A WebQuest foi planejada e desenvolvida no *Google Sites* (ver Apêndice A), escolhido por sua acessibilidade, navegabilidade e capacidade de concentrar todas as etapas em um único ambiente. O site foi organizado conforme as fases clássicas de Introdução, Tarefa, Processo, Recursos e Avaliação e, desde o desenho, essas etapas foram articuladas às fases do Design Thinking e a uma atividade STEAM desplugada como núcleo da tarefa.

A adoção do STEAM nesta proposta segue a perspectiva de integração gradual discutida no referencial teórico, em que é possível trabalhar princípios da abordagem mesmo sem abarcar simultaneamente todas as cinco áreas do conhecimento. Assim, a atividade proposta reflete uma forma de implementação parcial, coerente com a ideia de que a educação STEAM pode se manifestar tanto em atividades interdisciplinares específicas quanto em projetos mais amplos, dependendo do contexto e dos objetivos de aprendizagem. Essa flexibilidade permite adaptar a integração às condições reais da escola e ao nível de complexidade esperado para os estudantes, mantendo a intencionalidade pedagógica da abordagem.

Na fase de Introdução da WebQuest, foi integrada a etapa de Descoberta do Design Thinking. Seis perguntas norteadoras foram planejadas para suscitar reflexão sobre o tema (conceitos, usos, benefícios, riscos e perspectivas), apoiadas por fontes curadas. Essa integração foi concebida para despertar curiosidade e capacidade investigativa, situando o

estudante em relação ao problema e promovendo uma compreensão inicial crítica; buscou-se, com isso, contribuir para o desenvolvimento de competências gerais em especial a Competência Geral 1 (Conhecimento) e a Competência Geral 5 (Cultura digital), e para objetivos educacionais amplos de qualidade e equidade.

Na fase de Tarefa da WebQuest, foi integrada a etapa de Interpretação do Design Thinking. O desafio foi estruturado para registro de percepções em um mural colaborativo digital, contemplando exemplos já presentes no cotidiano escolar e exemplos desejados para o futuro, com classificação planejada como benefício ou risco. Essa etapa foi desenhada para fomentar análise crítica e empatia, consolidar o enquadramento do problema e preparar o terreno para a construção de critérios na etapa seguinte.

Na fase de Processo da WebQuest, integrou-se a etapa de Ideação do Design Thinking, articulada a uma atividade STEAM desplugada. Previu-se um brainstorm inicial e, na sequência, a elaboração de regras de classificação a partir de cartas textuais com situações de uso. O desenho contemplou a análise de um conjunto de treinamento, a formulação de regras e sua aplicação em um conjunto de teste, identificando benefícios e riscos. Essa dinâmica foi concebida para exercitar criatividade, raciocínio lógico e colaboração, integrando áreas do STEAM de forma explícita: Tecnologia e Engenharia (raciocínio sobre sistemas de classificação) e Matemática (cálculo posterior de acurácia). Pretendeu-se, assim, fortalecer competências relacionadas à cultura digital e ao trabalho em equipe, mostrando como o aprendizado interdisciplinar pode ser mobilizado em situações concretas.

Na fase de Recursos, todos os materiais foram previamente selecionados e disponibilizados no próprio site, assegurando confiabilidade, adequação ao nível de ensino e foco. Essa curadoria favorece a leitura crítica e o uso responsável da informação. Além disso, entre os materiais disponibilizados, incluiu-se o link para a atividade original que inspirou a versão adaptada usada na Tarefa. Esse material funciona como referência conceitual, permitindo que os estudantes compreendam o formato e a lógica geral da atividade que deu origem à adaptação, servindo como insumo para a fase de Experimentação do Design Thinking.

Por fim, na fase de Avaliação da WebQuest, integrou-se a etapa de Evolução do Design Thinking, prevendo-se o cálculo de acurácia das classificações e a revisão das regras. Esse processo promove uma reflexão sobre o próprio modo de aprender e a capacidade de monitorar e ajustar estratégias, mantendo o foco na melhoria contínua do produto construído pelos estudantes.

12.1.1 Análise da BNCC da Computação na WebQuest proposta

A WebQuest proposta também pode ser lida à luz do documento Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2022), tomando-se como foco algumas aproximações possíveis com os eixos Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital. Não se trata de verificar o atendimento exaustivo de todas as habilidades previstas para a área, mas de identificar de que modo determinadas escolhas de organização do percurso e do tema da inteligência artificial podem dialogar com objetivos da Computação na Educação Básica. Nesse sentido, a análise procura evidenciar aspectos relacionados à compreensão da Computação e de seus impactos sociais, ao reconhecimento do papel dos artefatos computacionais na sociedade e ao uso de conhecimentos da área para sustentar decisões éticas e responsáveis no contexto escolar.

Na fase de Introdução, a problematização do tema e o convite à reflexão sobre usos, benefícios e riscos da inteligência artificial aproximam a proposta de objetivos associados ao eixo Cultura Digital, em especial aqueles que tratam do uso de artefatos computacionais e dos impactos da tecnologia digital em diferentes contextos. Ao colocar em pauta a presença da inteligência artificial em situações reais, a WebQuest favorece o reconhecimento da tecnologia como fenômeno social e educacional, e não apenas como ferramenta, o que dialoga diretamente com as competências da área que ressaltam a necessidade de compreender a Computação como campo de conhecimento e analisar criticamente seus efeitos na vida das pessoas e nas dinâmicas sociais.

Na fase da Tarefa, a exigência de explicitar percepções e de organizar exemplos de uso da inteligência artificial em categorias analíticas dialoga com o eixo Pensamento Computacional, sobretudo com objetivos relacionados à modelagem de objetos e à decomposição de problemas. A necessidade de distinguir atributos relevantes para caracterizar uma situação como benefício ou risco estimula o exercício de selecionar características essenciais e agrupar casos de acordo com critérios definidos, o que converge com a ênfase do complemento da BNCC na importância de representar problemas de forma estruturada para favorecer a busca de soluções. Ao mesmo tempo, essa organização inicial do problema contribui para o desenvolvimento de competências que propõem a aplicação de princípios da Computação na identificação de problemas e na criação de soluções contextualizadas e significativas para os estudantes.

Na fase de Processo, em que se elaboram regras de classificação e se aplicam essas regras a conjuntos de exemplos, a aproximação com o Pensamento Computacional torna-se

mais evidente. A formulação de critérios e a aplicação iterativa em diferentes situações configuram uma forma inicial de construção de algoritmos em linguagem natural, em consonância com objetivos que tratam de algoritmos com repetições simples e da influência da precisão das instruções no resultado obtido. A análise de acertos e erros nas classificações fortalece ainda a capacidade de avaliar processos de resolução de problemas, contribuindo para competências que enfatizam a criação e a avaliação crítica de soluções computacionais, considerando tanto o procedimento utilizado quanto os resultados alcançados. Quando os estudantes discutem por que certas situações foram classificadas incorretamente, começam também a desenvolver uma postura investigativa diante de possíveis vieses e limitações das regras que criaram.

Na fase de Recursos, a centralização de materiais em um ambiente digital e a curadoria prévia realizada pelo professor aproximam a WebQuest de objetivos vinculados ao eixo Mundo Digital e à Cultura Digital. A organização das fontes selecionadas em um único espaço virtual contribui para que os estudantes compreendam melhor o papel das plataformas e interfaces na mediação da informação, ao mesmo tempo em que os orienta a utilizar recursos digitais de forma mais segura e responsável. Esse desenho se articula com competências que destacam a expressão e o compartilhamento de informações por meio de diferentes tecnologias da Computação de forma crítica, significativa e ética, bem como o desenvolvimento de atitudes de responsabilidade e cuidado ao lidar com tecnologias em diferentes contextos.

Na fase de Avaliação, o cálculo de acurácia das classificações e a revisão das regras elaboradas articulam novamente o Pensamento Computacional e a Cultura Digital. A análise dos resultados obtidos permite explorar, em nível introdutório, a ideia de que diferentes conjuntos de regras geram desempenhos distintos, reforçando a compreensão sobre a importância da depuração e do refinamento de algoritmos, em sintonia com objetivos que tratam da avaliação de processos e soluções na perspectiva da Computação. Ao mesmo tempo, a reflexão sobre as consequências de erros de classificação em contextos reais de uso da inteligência artificial, sobretudo na educação, aproxima-se das competências que abordam a atuação ética e responsável no uso das tecnologias e a tomada de decisões fundamentadas em conhecimentos de Computação, reaproximando também das discussões sobre impacto social, justiça e equidade.

De modo geral, a WebQuest proposta mobiliza objetivos da BNCC da Computação de forma integrada ao percurso metodológico. As etapas não constituem um ensino de Computação em sentido estrito, mas criam condições para que elementos do Pensamento

Computacional, do Mundo Digital e da Cultura Digital sejam trabalhados em conjunto, de maneira contextualizada, crítica e alinhada ao tema da inteligência artificial na educação básica. Com isso, contribuem para o desenvolvimento de competências que tratam da compreensão da Computação e de seus impactos, da expressão e avaliação de soluções apoiadas em princípios computacionais e da atuação ética e responsável em contextos mediados por tecnologia, em diálogo com outras competências da área quando a proposta é desdobrada em projetos e ações mais amplas.

12.2 MODELO INTEGRADO E GENÉRICO DE AVALIAÇÃO (WEBQUEST - DESIGN THINKING - STEAM)

A proposta de integração metodológica desenvolvida neste trabalho não se limita à elaboração de uma WebQuest como exemplo prático, mas também demanda a construção de um instrumento de avaliação capaz de contemplar a complexidade e a complementaridade das metodologias envolvidas. Conforme discutido no Referencial Teórico, cada abordagem já dispõe de instrumentos avaliativos consolidados na literatura: *The Informed Design Teaching and Learning Matrix* (Crismond; Adams, 2012) e *Informed Design Rubric* (NSTA, 2013), para o Design Thinking; *A Rubric for Evaluating WebQuests* (Bellofatto et al., 2001), baseada no modelo conceitual original de Dodge (1997), para a WebQuest; e *SSTEPPD -SSI-Based STEAM Teacher Evaluation and Program Development* (Mang et al., 2023), para o STEAM.

A partir desses referenciais, esta seção apresenta o processo de seleção e adaptação dos critérios mais relevantes, que resultou na formulação de uma rubrica única e integrada. O objetivo não é reproduzir integralmente as rubricas originais, mas propor uma versão enxuta e operacional que preserve a essência de cada metodologia e, ao mesmo tempo, facilite sua utilização em contextos educacionais reais. Com base nisso, a rubrica integrada aqui apresentada sintetiza, em um único instrumento, os elementos mais representativos de cada abordagem, organizados em módulos correspondentes, com escalas padronizadas de avaliação e orientações claras de aplicação.

12.2.1 Seleção e Adaptação dos Critérios

A partir desses referenciais, foi necessário selecionar um conjunto reduzido de critérios que garantisse a representatividade das metodologias, mas sem comprometer a replicabilidade em contextos escolares. Optou-se, portanto, por manter cinco critérios de cada

rubrica base, resultando em um total de quinze critérios. Essa redução buscou preservar o núcleo avaliativo de cada metodologia, evitando redundâncias e garantindo que a rubrica final fosse aplicável tanto em pesquisas quanto em práticas pedagógicas.

Um aspecto fundamental dessa curadoria foi a preocupação em assegurar que cada metodologia tivesse contempladas suas etapas ou dimensões essenciais, de modo a não deixar lacunas de avaliação. Assim, buscou-se selecionar ao menos um critério relacionado a cada fase-chave no caso do Design Thinking e da WebQuest, bem como a cada dimensão estruturante no caso do STEAM. Esse cuidado conferiu equilíbrio à versão reduzida e garantiu que a rubrica integrada fosse abrangente, mesmo em sua forma condensada.

12.2.2 Módulo Design Thinking: Seleção de Critérios

A definição dos critérios do módulo Design Thinking fundamentou-se nas obras *The Informed Design Teaching and Learning Matrix* (Crismond; Adams, 2012) e *Informed Design Rubric* (NSTA, 2013). Esses instrumentos apresentam nove estratégias do design informado, que descrevem padrões de desempenho entre iniciantes e designers experientes e indicam comportamentos observáveis em cada etapa do processo.

O primeiro critério, Enquadramento e Pesquisa do Problema, integra os padrões A (*Problem Framing*) e B (*Doing Research*). Essa combinação reflete a relação direta entre a compreensão do desafio e a busca por informações relevantes. A escolha baseia-se no entendimento de que o enquadramento adequado depende da investigação prévia sobre o problema, seus contextos e restrições. Na avaliação, esse critério busca analisar a capacidade do professor ou estudante de identificar com clareza o problema, levantar dados pertinentes e reformular o desafio a partir das evidências coletadas.

O segundo critério, Fluência e Representação de Ideias, reúne os padrões C (*Idea Fluency*) e D (*Deep Drawing and Modeling*). Ambos tratam da habilidade de gerar múltiplas alternativas e de utilizar representações visuais, esboços ou modelos para apoiar o raciocínio e a comunicação. O agrupamento foi mantido por expressar a fase criativa do Design Thinking, em que a diversidade de ideias e a profundidade das representações visuais favorecem a exploração de possibilidades. Na avaliação, esse critério verifica o grau de originalidade e variedade das soluções apresentadas, bem como a capacidade de utilizar representações que demonstrem compreensão dos mecanismos envolvidos.

O terceiro critério, Tomada de Decisão e Análise de Trade-offs, corresponde ao padrão E (*Balance Benefits and Trade-offs*). Foi mantido como categoria independente por constituir

o núcleo do pensamento crítico da metodologia. Esse critério busca avaliar se as decisões são justificadas com base em argumentos racionais, evidências e consideração equilibrada entre vantagens e limitações das alternativas propostas.

O quarto critério, Experimentação e Diagnóstico de Falhas, resulta da integração dos padrões F (*Valid Tests and Experiments*) e G (*Diagnostic Troubleshooting*). Ambos se relacionam à capacidade de realizar testes válidos e interpretar resultados para corrigir falhas no produto ou processo. A junção desses padrões reflete a natureza empírica e investigativa da aprendizagem baseada em design. Na avaliação, esse critério examina se há planejamento e registro de experimentos, observação sistemática de resultados e identificação coerente de problemas e soluções.

O quinto critério, Iteração e Reflexão sobre o Processo, deriva da união dos padrões H (*Managed and Iterative Designing*) e I (*Reflective Design Thinking*). Essa integração representa o fechamento do ciclo de aprendizagem, no qual o estudante revisa seu trabalho com base em feedback e analisa o próprio processo de pensar e criar. Na avaliação, esse critério analisa a capacidade de gerir revisões, justificar mudanças e demonstrar consciência sobre a própria aprendizagem.

12.2.3 Módulo WebQuest: Seleção de Critérios

A definição dos critérios do módulo WebQuest fundamentou-se no modelo conceitual proposto por Dodge (1997) e na rubrica operacional desenvolvida por Bellofatto et al. (2001) na San Diego State University, intitulada *A Rubric for Evaluating WebQuests*. Essa rubrica sistematiza o modelo original de Dodge, organizando sete dimensões avaliativas: (A) *Introduction* (Introdução), (B) *Task* (Tarefa), (C) *Process* (Processo), (D) *Resources* (Recursos), (E) *Evaluation* (Avaliação), (F) *Conclusion* (Conclusão) e (G) *Overall Aesthetics* (Estética Geral). Cada uma dessas dimensões apresenta descritores graduados de desempenho e pontuações de referência.

A confiabilidade de versões baseadas nesse modelo foi analisada por Ünal, Bodur e Ünal (2012), que confirmaram sua consistência e aplicabilidade em contextos educacionais. A partir dessas referências, as sete dimensões originais foram analisadas e sintetizadas em cinco critérios representativos, de modo a preservar o núcleo avaliativo da metodologia e assegurar sua aplicabilidade em diferentes contextos, evitando redundâncias e concentrando-se nos aspectos centrais da qualidade pedagógica da WebQuest.

O primeiro critério, Introdução e Contextualização, deriva das dimensões A

(*Introduction*) e G (*Overall Aesthetics*). Essa combinação reflete a importância de iniciar a atividade com um tema relevante e esteticamente envolvente, capaz de despertar o interesse dos estudantes e oferecer base conceitual clara para a compreensão do desafio proposto. Na avaliação, observa-se se a introdução cumpre as funções de engajamento e contextualização do tema, apresentando o tema de forma motivadora e acessível.

O segundo critério, Autenticidade e Clareza da Tarefa, corresponde à dimensão B (*Task*), núcleo central da metodologia. Esse critério foi mantido de forma independente por representar o elemento que define a essência da WebQuest: a proposição de uma tarefa autêntica, desafiadora e articulada a objetivos de aprendizagem significativos. Na avaliação, verifica-se se a tarefa promove pensamento crítico, produção significativa e adequação ao nível de complexidade esperado.

O terceiro critério, Organização do Processo e Papéis, deriva da dimensão C (*Process*). Essa etapa examina a clareza das instruções, o grau de orientação oferecido e a coerência entre as etapas de execução. O agrupamento foi mantido com foco na capacidade de guiar o aluno de forma estruturada, promovendo colaboração e autonomia progressiva. Avalia-se se o processo é lógico, completo e coerente com as exigências da tarefa, oferecendo equilíbrio entre apoio e liberdade investigativa.

O quarto critério, Curadoria e Qualidade dos Recursos, resulta diretamente da dimensão D (*Resources*). Essa dimensão reflete o princípio de mediação informacional da WebQuest, em que a curadoria dos materiais é elemento estruturante para o desenvolvimento da pesquisa crítica. Na avaliação, analisa-se se os recursos são variados, suficientes, confiáveis e adequados ao nível de ensino, favorecendo a análise e o uso ético da informação.

O quinto critério, Avaliação e Reflexão Final, integra as dimensões E (*Evaluation*) e F (*Conclusion*). Essa junção foi proposta por ambas tratarem do fechamento do ciclo de aprendizagem, momento em que se analisa o produto, os processos e as aprendizagens alcançadas. O critério contempla os instrumentos de feedback e a autorreflexão dos participantes. Na avaliação, observa-se se os mecanismos de avaliação são claros, transparentes e possibilitam reflexão crítica sobre o percurso e os resultados obtidos.

12.2.4 Módulo STEAM: Seleção de Critérios

A definição dos critérios do módulo STEAM fundamentou-se na rubrica *SSTEPPD* (*SSI-Based STEAM Teacher Evaluation and Program Development*), desenvolvida por Mang et al. (2023). Esse instrumento foi concebido para planejar e avaliar práticas educacionais

interdisciplinares que integram Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática por meio de questões sociocientíficas (*Socio-Scientific Issues - SSI*). A rubrica original organiza sete categorias principais: (A) *Engage* (Engajar), (B) *Explore* (Explorar), (C) *Explain* (Explicar), (D) *Elaborate* (Aprofundar), (E) *Evaluate* (Avaliar), (F) *Enact* (Aplicar) e (G) *Learning Outcomes* (Resultados de Aprendizagem). Cada categoria contém critérios distribuídos em uma escala de quatro níveis (0 a 3), que variam de *not evident* (não evidente) a *great extent* (plenamente evidenciado).

O primeiro critério, Integração das Áreas STEAM e Contextualização, deriva das categorias A (*Engage*) e G (*Learning Outcomes*). Essa combinação reflete a importância de iniciar o processo de aprendizagem com uma proposta significativa, que articule duas ou mais áreas do STEAM e esteja vinculada a situações do cotidiano socialmente relevantes. Na avaliação, observa-se se o projeto integra de modo equilibrado as áreas envolvidas e se os conteúdos são aplicados a problemas concretos e contextualizados.

O segundo critério, Investigação e Resolução de Problemas, resulta da integração das categorias B (*Explore*) e C (*Explain*). Essa síntese representa a etapa investigativa e analítica da abordagem, centrada na formulação de hipóteses, coleta e interpretação de dados e proposição de soluções fundamentadas em evidências. Avalia-se se o estudante demonstra raciocínio científico ou de engenharia e se é capaz de aplicar métodos de investigação de forma estruturada e reflexiva.

O terceiro critério, Criatividade e Inovação, origina-se da categoria D (*Elaborate*). Nessa etapa, os conceitos aprendidos são aplicados na criação de produtos, modelos ou protótipos originais. A manutenção desse critério visa avaliar a capacidade de gerar ideias criativas, integrar elementos artísticos e tecnológicos e desenvolver soluções funcionais e coerentes com o problema proposto.

O quarto critério, Colaboração e Comunicação, é transversal às categorias B (*Explore*), C (*Explain*) e D (*Elaborate*). Sua inclusão reflete o entendimento de que o aprendizado STEAM depende fortemente da cooperação entre os participantes e do compartilhamento de ideias e resultados. Na avaliação, considera-se se há divisão equilibrada de tarefas, troca de informações, argumentação fundamentada e clareza na comunicação das descobertas.

Por fim, o quinto critério, Reflexão e Aplicação do Conhecimento, integra as categorias E (*Evaluate*) e F (*Enact*). Essa junção representa o fechamento do ciclo de aprendizagem, contemplando a análise crítica do processo e a capacidade de aplicar o conhecimento em novas situações ou contextos sociais. Na avaliação, busca-se identificar se o

estudante reflete sobre o percurso de aprendizagem, reconhece limitações e demonstra transferência de conhecimento para outras realidades.

12.2.5 Estrutura da Rubrica Integrada

A versão final da rubrica organiza-se em três módulos correspondentes às metodologias analisadas, cada um com cinco critérios. A escala de avaliação foi padronizada em três níveis, de modo a permitir a comparação entre módulos distintos e simplificar a análise dos resultados. O nível 1 corresponde à presença incipiente ou inexistente do critério; o nível 2 indica que o critério foi parcialmente contemplado; e o nível 3 sinaliza sua plena realização, com evidências consistentes.

Essa padronização permite que a rubrica seja utilizada tanto em avaliações qualitativas, com descrições narrativas do desempenho, quanto em avaliações quantitativas, por meio da atribuição de pontuações que podem ser convertidas em médias. Além disso, a divisão em módulos facilita a identificação de pontos fortes e fragilidades em cada metodologia, sem perder de vista a proposta integrada.

12.2.6 Orientações de Aplicação

O processo de aplicação da rubrica integrada segue quatro etapas principais. Em primeiro lugar, cada critério deve ser avaliado individualmente, atribuindo-se uma pontuação de 1 a 3 de acordo com o nível observado. Em seguida, calcula-se a média de cada módulo, somando-se os pontos atribuídos aos cinco critérios e dividindo-se o resultado por cinco. Dessa forma, cada módulo obtém uma média que pode variar de 1,0 a 3,0.

A interpretação dessas médias permite classificar o desempenho em três níveis: inicial (1,0 - 1,6), intermediário (1,7 - 2,3) e avançado (2,4 - 3,0). Em um terceiro momento, recomenda-se realizar a análise cruzada entre os módulos. Essa comparação possibilita identificar áreas em que a proposta pedagógica se mostra mais consolidada e aquelas em que há necessidade de aperfeiçoamento. Por exemplo, uma prática pode obter média avançada em WebQuest, evidenciando clareza e boa curadoria de recursos, mas alcançar apenas nível intermediário em STEAM, indicando dificuldades na promoção da interdisciplinaridade.

Por fim, é possível calcular uma média geral da rubrica integrada, somando-se as pontuações de todos os quinze critérios e dividindo-se o total por quinze. Esse índice sintetiza a avaliação da prática em sua totalidade, funcionando como um indicador global da qualidade da integração metodológica. Entretanto, ressalta-se que a média geral não substitui a análise

por módulo, pois o valor pedagógico da rubrica está justamente em revelar as nuances e as interações entre metodologias distintas.

A rubrica integrada proposta neste trabalho tem como foco a análise da coerência metodológica das práticas pedagógicas baseadas em Design Thinking, WebQuest e STEAM. Seu propósito não é avaliar o desempenho dos estudantes, mas verificar a qualidade da aplicação das metodologias, observando se cada abordagem foi planejada e executada de acordo com seus princípios estruturantes e objetivos pedagógicos.

Nesse sentido, o instrumento permite identificar se a estrutura pedagógica foi elaborada de forma consistente, analisando a articulação das etapas do Design Thinking, a clareza e autenticidade da WebQuest e o grau de integração interdisciplinar, raciocínio lógico e criatividade promovidos pela atividade STEAM.

Cada módulo da rubrica, portanto, mede dimensões complementares. O módulo Design Thinking verifica o grau de aderência às fases de empatia, ideação, prototipagem e reflexão. O módulo WebQuest avalia a qualidade da estrutura e da sequência instrucional, considerando as etapas de introdução, tarefa, processo, recursos e avaliação. Já o módulo STEAM analisa o nível de interdisciplinaridade, a relevância social das atividades e a aplicação de raciocínio lógico e criatividade.

Dessa forma, a rubrica consolida-se como uma ferramenta de análise e aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, auxiliando professores e pesquisadores a compreender o grau de fidelidade, integração e consistência das metodologias aplicadas. Sua utilização contribui para o aprimoramento do planejamento e para a consolidação de abordagens inovadoras em contextos reais de ensino.

Para facilitar a consulta e a replicação, a versão detalhada da rubrica foi organizada em formato de quadro, reunindo os quinze critérios integrados e suas descrições. Esse material encontra-se disponível no Apêndice B, que apresenta a estrutura consolidada do instrumento de forma sintética, permitindo sua aplicação em diferentes contextos educacionais. A explicação dos níveis de pontuação (1 a 3) está detalhada nesta seção, garantindo que o quadro apresentado no Apêndice B mantenha-se objetivo e funcional.

13 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou a integração das metodologias Design Thinking, WebQuests e STEAM na educação básica brasileira, com base na adaptação do modelo de Design Thinking para Educadores elaborado pelo Instituto EducaDigital (2014). A proposta foi estruturada em duas versões complementares. A Versão 1 promoveu a articulação entre Design Thinking e WebQuests, resultando em um percurso de aprendizagem ativa que combina a empatia, a ideação e a prototipagem do Design Thinking com a investigação orientada e a curadoria digital das WebQuests. A Versão 2 expandiu essa base ao incorporar a lógica interdisciplinar do STEAM, reforçando a integração entre diferentes áreas do conhecimento e a resolução criativa de problemas autênticos.

Na Versão 1, composta pela integração entre Design Thinking e WebQuest, ficou evidente a contemplação das dez competências gerais da BNCC, com destaque para o fortalecimento do pensamento científico, crítico e criativo, da comunicação, da cultura digital e da cooperação entre os estudantes. A proposta mostrou-se eficaz para organizar um percurso de aprendizagem ativa, no qual descoberta, análise, criação e avaliação se articulam de forma orgânica.

Na Versão 2, que incorpora o STEAM à integração, observou-se um avanço significativo. A interdisciplinaridade característica do STEAM ampliou a mobilização de saberes, transformando competências que antes se manifestavam de forma pontual em competências mais recorrentes e aprofundadas. Essa ampliação permitiu que todas as dez competências gerais da BNCC fossem não apenas contempladas, mas fortalecidas em sua aplicação prática, sobretudo pela conexão entre áreas do conhecimento e pela ênfase em processos criativos e de validação. Além disso, embora o ODS 4 permaneça como eixo central, a presença do STEAM demonstrou potencial para abrir conexões com outros objetivos da Agenda 2030, como o ODS 5 (Igualdade de gênero), o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) e o ODS 12 (Consumo e produção responsáveis), conforme o tema e o contexto de implementação.

Em complemento a essas análises, o trabalho incorporou uma leitura pontual da Computação na Educação Básica: complemento à BNCC (BRASIL, 2022), destacando aproximações entre os eixos Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital e algumas etapas das versões integradas e da WebQuest protótipo. Embora essa análise não constitua o foco central do estudo, sua inclusão evidenciou como determinadas escolhas

metodológicas, especialmente no tratamento do tema da inteligência artificial, dialogam com objetivos da Computação na Educação Básica. A incorporação desse referencial reforça dimensões éticas, críticas e investigativas relacionadas ao uso da tecnologia e amplia o entendimento do potencial formativo da proposta, considerando as demandas contemporâneas da cultura digital.

Uma contribuição prática relevante foi a elaboração de uma WebQuest piloto, que exemplifica como a integração pode ser aplicada em sala de aula, unindo etapas do Design Thinking, a estrutura investigativa da WebQuest e elementos do STEAM em atividades significativas. Essa WebQuest evidencia o potencial da proposta em promover aprendizagens ativas e contextualizadas, oferecendo ao professor um recurso adaptável a diferentes conteúdos e realidades escolares.

Outro resultado importante foi o desenvolvimento de uma rubrica integrada de avaliação, construída a partir da combinação de instrumentos já consolidados para Design Thinking, WebQuests e STEAM. Essa rubrica, organizada em critérios simplificados e de fácil aplicação, oferece aos docentes uma ferramenta prática para analisar a coerência metodológica das práticas pedagógicas, verificando se cada metodologia foi empregada de forma consistente com seus princípios. Ao mesmo tempo, contribui para a reflexão docente sobre o planejamento, o acompanhamento e a integração entre metodologias, assegurando confiabilidade e alinhamento às competências da BNCC.

Conclui-se, portanto, que a integração proposta constitui uma arquitetura pedagógica inovadora, flexível e robusta, capaz de unir fundamentação teórica, aplicação prática e instrumentos de avaliação coerentes. O estudo contribui ao demonstrar que a articulação de metodologias já consolidadas, quando orientada por referenciais curriculares nacionais e metas globais da Agenda 2030, pode potencializar o desenvolvimento integral dos estudantes. Mais do que apresentar um modelo fechado, este trabalho oferece caminhos para que professores e gestores adaptem e experimentem combinações metodológicas em seus contextos, assegurando relevância, aplicabilidade e impacto na formação de cidadãos críticos, criativos e comprometidos com o desenvolvimento sustentável.

14 TRABALHOS FUTUROS

Um primeiro desdobramento refere-se à aplicação prática da WebQuest em contextos escolares reais. A atividade prototipada neste estudo ilustra a viabilidade da integração, mas sua efetividade depende de experimentação em sala de aula, com análise do engajamento dos estudantes, do impacto sobre o desenvolvimento de competências e da aderência às metas educacionais da BNCC e da Agenda 2030. Essa implementação também dependerá de processos consistentes de formação docente, assegurando que professores se sintam preparados para aplicar as metodologias de forma integrada e reflexiva.

Outro ponto diz respeito à rubrica integrada. Embora fundamentada em instrumentos reconhecidos na literatura, a versão proposta ainda carece de validação empírica. Trabalhos futuros poderão realizar estudos de confiabilidade e consistência, aplicando a rubrica em diferentes contextos educacionais para verificar sua clareza, sua precisão metodológica e sua contribuição como instrumento de análise da coerência entre práticas pedagógicas e referenciais teóricos.

Há também espaço para aprofundar o diálogo com o documento Computação na Educação Básica: complemento à BNCC (BRASIL, 2022), especialmente no que se refere às competências relacionadas ao Pensamento Computacional, ao Mundo Digital e à Cultura Digital. Investigações futuras poderão examinar de que forma o modelo integrado e a WebQuest desenvolvida favorecem a consolidação desses objetivos quando aplicados em situações reais de ensino, ampliando as evidências sobre o papel da Computação na formação crítica e ética dos estudantes.

Por fim, a integração entre metodologias apresentada pode ser expandida para outros referenciais de ensino ativo, como a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) ou a Gamificação. Pesquisas futuras poderão investigar em que medida tais abordagens complementam ou enriquecem o modelo já desenvolvido, reforçando a busca por estratégias que tornem a educação básica mais crítica, criativa e inclusiva.

Em síntese, os trabalhos futuros apontam para a consolidação de um caminho que já se mostrou promissor. A aplicação prática, a validação empírica e a ampliação das possibilidades de integração metodológica poderão fortalecer o alcance e a relevância da proposta, consolidando sua contribuição para a inovação educacional e o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, L. H. A. V.; MIRANDA, M. C.; OLIVEIRA, P. M. Integrando tecnologia e educação: explorando a metodologia WebQuest no ensino de Química. **Educação Básica Revista**, v. 5, n. 2, p. 99-115, 2023. Disponível em: <https://www.educacaobasicarevista.com.br/index.php/ebr/article/view/189/115>. Acesso em: 16 nov. 2024.
- BELLOFATTO, L. et al. *A Rubric for Evaluating WebQuests*. San Diego: San Diego State University, 2001.
- BRASIL. Computação na Educação Básica: complemento à Base Nacional Comum Curricular. Parecer CNE/CEB nº 2/2022. Brasília: Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, 2022.
- BROWN, T. **Change by Design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation**. New York: Harper Business, 2009.
- BRUSCHI, G. F. J.; MENIN, I. C. D.; PEREIRA, M. V.; CUTY, J. A. O uso do Design Thinking na educação: retratos da aplicação para professores do ensino básico no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Tecnologia Educacional**, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/19705>. Acesso em: 30 nov. 2024.
- CRISMOND, D. P.; ADAMS, R. S. The informed design teaching and learning matrix. **Journal of Engineering Education**, v. 101, n. 4, p. 738-797, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>. Acesso em: 10 set. 2025.
- DEUTSCH, Nellie. How to create a WebQuest introduction for inquiry-based learning. [S. l.: s. n.], 2022. 1 vídeo (1h13min). Disponível em: <https://youtu.be/KxagVQUcRtY>. Acesso em: 6 out. 2025.
- DODGE, B. **Some thoughts about WebQuests**. San Diego: San Diego State University, 1997.
- EDUCADIGITAL. **Design thinking para educadores**. São Paulo: Instituto EducaDigital, 2014. Disponível em: <https://educadigital.org.br/dtparaeducadores/>. Acesso em: 30 nov. 2024.
- FARIA, M.; NOVO, C.; LOPES, A.; MOURA, A.; TSALAPATAS, H.; HEIDMANN, O.; VAZ DE CARVALHO, C. A utilização de Design Thinking para promover a adoção de práticas sustentáveis no Ensino Básico e Secundário. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371632113_A_utilizacao_de_Design_Thinking_par

a_promover_a_adocao_de_praticas_sustentaveis_no_Ensino_Basico_e_Secundario. Acesso em: 15 nov. 2024.

GOOGLE SITES: ferramenta de criação de sites educacionais. Disponível em: <https://sites.google.com>. Acesso em: 6 out. 2025.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota sobre o Brasil no PISA 2022: resultados dos estudantes brasileiros**. Brasília, DF: Inep, 2023. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2022/pisa_2022_brazil_prt.pdf. Acesso em: 28 ago. 2025.

KOH, J. H. L.; CHAI, C. S.; WONG, B.; HONG, H.-Y. **Design thinking for education: conceptions and applications in teaching and learning**. Singapore: Springer, 2015.

LÉVY, Pierre. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 2. ed. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Loyola, 2000.

LIMA, W. G. de et al. **Por mais mulheres na ciência e na tecnologia: ação formativa com abordagem STEAM na Educação Básica**. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2022. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/104688152/24847-libre.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MANG, H. M. A.; CHU, H.-E.; MARTIN, S. N.; KIM, C.-J. Developing an evaluation rubric for planning and assessing SSI-based STEAM programs in science classrooms. **Research in Science Education**, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-023-10123-8>. Acesso em: 10 set. 2025.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (BRASIL). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 28 ago. 2025.

NASCIMENTO, R. M. F.; LEITE, B. S. Design Thinking como estratégia de ensino e aprendizagem em Química sustentável no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/51171/44153>. Acesso em: 15 nov. 2024.

NATIONAL SCIENCE TEACHING ASSOCIATION (NSTA). **Informed Design Rubric**. Arlington, VA: NSTA, 2013. Disponível em: <https://static.nsta.org/connections/highschool/201301InformedDesignRubric.pdf>. Acesso em: 10 set. 2025.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2022 Results (Volume III): Creative Minds, Creative Schools**. Paris: OECD Publishing, 2024. DOI: 10.1787/765ee8c2-en. Disponível em:

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/06/pisa-2022-results-volume-iii_1933a4a1/765ee8c2-en.pdf. Acesso em: 28 ago. 2025.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 ago. 2025.

O'REILLY, Tim. What is Web 2.0: design patterns and business models for the next generation of software. 2005. Disponível em: <http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228>. Acesso em: 28 ago. 2025.

PIMENTEL, F. S. C. Criação e gestão de WebQuest na educação básica. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO**, 14., 2016, Recife. Anais [...]. Recife: Senac Pernambuco, 2016. Disponível em: <https://www.pe.senac.br/congresso/anais/2016/pdf/artigos-palestrantes/010.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

RIBEIRO, Rafael. WebQuest: Inteligência Artificial na Educação Básica. [S. l.: s. n.], 2025. Disponível em: <https://sites.google.com/view/webquest-ia-educacao>. Acesso em: 8 out. 2025.

RODRIGUES-SILVA, J.; ALSINA, Á. Conceptualising and framing STEAM education: what is (and what is not) this educational approach? **Trends in Learning**, v. 26, n. 2, p. 98-112, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tl/a/6fpTDJgTbgM5pRq3ZYC6Swj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 30 nov. 2024.

SANTOS, C. G. **WebQuest no ensino e aprendizagem do inglês**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ppgl/files/2019/05/Webquest-no-Ensino-e-Aprendizagem-do-Ingles-Camila-Gon%C3%A7alves-dos-Santos.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

SANTOS, I. O. **A emergência da Educação Financeira num contexto STEAM em Educação Pré-Escolar**. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação) - Escola Superior de Educação de Coimbra, Coimbra, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/51163>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SIEMENS, George. Conectivismo: uma teoria de aprendizagem para a era digital. 2004. Disponível em: <https://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>. Acesso em: 10 set. 2025.

SOARES, R. A. D. **O ensino e aprendizagem de conceitos químicos por meio da abordagem STEAM na educação básica**. 2023. 145 f. Dissertação (Mestrado em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/55724>. Acesso em: 9 nov. 2024.

ÜNAL, Z.; BODUR, Y.; ÜNAL, A. A standardized rubric for evaluating WebQuest design: reliability analysis of ZUNAL WebQuest Design Rubric. **Journal of Information Technology Education: Research**, v. 11, p. 169-183, 2012. DOI: 10.28945/1688. Disponível em: <https://www.informingscience.org/Publications/1688>. Acesso em: 10 set. 2025.

YAKMAN, G. STEAM education: an overview of creating a model of integrative education. In: **PATT-19 PROCEEDINGS**. Salt Lake City: Utah State University, 2008.

ZOCH, A. N.; VANZ, L. Abordagem do conteúdo de radioatividade por meio de uma WebQuest. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 4, n. 7, p. 23-34, 2018. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/449>. Acesso em: 30 nov. 2024.

APÊNDICE A – WEBQUEST: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO BRASIL

A WebQuest elaborada neste trabalho foi desenvolvida como protótipo pedagógico para ilustrar a integração entre as metodologias Design Thinking, WebQuest e STEAM. O site foi criado na plataforma *Google Sites*, com estrutura completa das etapas de Introdução, Tarefa, Processo, Recursos e Avaliação, articuladas às fases do Design Thinking e à atividade STEAM desplugada proposta.

O acesso público ao protótipo pode ser realizado pelo seguinte endereço eletrônico:

Disponível em:

<https://sites.google.com/view/ia-educacao-basica-prof-rafael/introdu%C3%A7%C3%A3o>

Acesso em: 8 out. 2025.

APÊNDICE B – RÚBRICA INTEGRADA DE AVALIAÇÃO (DESIGN THINKING - WEBQUEST - STEAM)

A rubrica integrada foi elaborada a partir da síntese dos instrumentos de referência adotados para cada metodologia, buscando assegurar coerência entre os princípios conceituais e os parâmetros avaliativos. Sua finalidade é oferecer um instrumento de observação formativa, que possibilite acompanhar o desenvolvimento das competências ligadas ao raciocínio, criatividade e colaboração promovidas pelo uso do Design Thinking, das WebQuests e da abordagem STEAM em contextos educacionais.

Cada módulo foi organizado com base em critérios reduzidos e validados, derivados das rubricas originais estudadas. Os níveis de desempenho seguem a escala Inicial, Intermediário e Avançado, indicando progressão qualitativa das práticas observadas. Além das descrições analíticas, foram acrescentadas perguntas norteadoras, com o intuito de orientar o avaliador sobre o foco de observação de cada critério.

Módulo 1 - Design Thinking

(Referências: *The Informed Design Teaching and Learning Matrix* - Crismond & Adams, 2012; NSTA, 2013)

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO RESUMIDA
1. Enquadramento e Pesquisa do Problema	Analisa a capacidade de compreender o desafio, levantar informações relevantes e reformular o problema com base nas evidências obtidas.
2. Fluência e Representação de Ideias	Avalia a variedade e originalidade das ideias, bem como o uso de representações visuais, modelos ou protótipos que apoiem a comunicação e o raciocínio.
3. Tomada de Decisão e Análise de Trade-offs	Examina a capacidade de justificar escolhas com base em critérios racionais, considerando vantagens e limitações das alternativas propostas.
4. Experimentação e Diagnóstico de Falhas	Observa se há planejamento e execução de testes válidos, com análise crítica dos resultados e identificação de falhas e soluções possíveis.
5. Iteração e Reflexão sobre o Processo	Avalia a capacidade de revisar o trabalho com base em feedback, justificar mudanças e refletir sobre o próprio processo de aprendizagem.

Módulo 2 - WebQuest

(Referências: Dodge (1997); *A Rubric for Evaluating WebQuests* - Bellofatto et al. (2001))

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO RESUMIDA
1. Introdução e Contextualização	Avalia se o tema é apresentado de forma clara e motivadora, estabelecendo conexão com o propósito da investigação.
2. Autenticidade e Clareza da Tarefa	Examina se a tarefa é autêntica, desafiadora e relacionada a objetivos de aprendizagem significativos.
3. Organização do Processo e Papéis	Analisa a clareza das instruções, a sequência lógica das etapas e a divisão de papéis, incentivando colaboração e autonomia.
4. Curadoria e Qualidade dos Recursos	Verifica a relevância, diversidade e confiabilidade dos recursos fornecidos para a realização da atividade.
5. Avaliação e Reflexão Final	Avalia a clareza dos critérios de avaliação e as oportunidades de reflexão sobre o aprendizado e o processo vivenciado.

Módulo 3 - STEAM

(Referências: *Developing and Validating a STEAM Teaching Evaluation Rubric* - Mang et al., 2023)

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO RESUMIDA
1. Integração das Áreas STEAM e Contextualização	Analisa o grau de integração entre duas ou mais áreas do STEAM e a relação da atividade com situações reais e socialmente relevantes.
2. Investigação e Resolução de Problemas	Avalia se o aluno formula hipóteses, coleta dados e aplica métodos científicos ou de engenharia para propor soluções fundamentadas.
3. Criatividade e Inovação	Examina o uso de ideias originais e a incorporação de elementos artísticos e tecnológicos na criação de produtos ou protótipos.
4. Colaboração e Comunicação	Observa a cooperação entre os participantes, a partilha de ideias e a clareza na comunicação dos resultados.

5. Reflexão e Aplicação do Conhecimento	Analisa se o estudante reflete sobre o processo, reconhece limites e aplica o aprendizado em novos contextos.
---	---

Observações de Aplicação

A rubrica tem caráter formativo, voltado a apoiar a reflexão docente e a análise da coerência metodológica das práticas implementadas. Seu foco é a observação das etapas, decisões e estratégias que compõem a aplicação das metodologias, possibilitando identificar pontos fortes e aspectos que demandam aperfeiçoamento. Recomenda-se que o instrumento seja utilizado em conjunto com registros reflexivos do processo, como relatórios de aplicação, planos de aula ou protótipos desenvolvidos, de modo a enriquecer a análise qualitativa e favorecer a interpretação dos resultados. A média de cada módulo deve ser calculada conforme o procedimento descrito na seção 12.2.6, permitindo identificar o nível de consolidação das práticas em cada metodologia. O instrumento pode ser aplicado tanto em atividades integradas quanto em abordagens isoladas, mantendo sua coerência estrutural e potencial para promover o aprimoramento contínuo das práticas pedagógicas.